



ANNALES
DE LA
SOCIÉTÉ BOTANIQUE
DE LYON

Paraissant tous les trois mois

TOME XXX (1905)

NOTES ET MÉMOIRES

1-2 1905



SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ
AU PALAIS-DES-ARTS, PLAGE DES TERREUX

GEORG, Libraire, passage de l'Hôtel-Dieu, 36-38.

—
1905

LE DOMAINE ET LA VIE

DU

SAPIN

(*Abies pectinata*, DC)

AUTREFOIS ET AUJOURD'HUI

et principalement dans la

RÉGION LYONNAISE

PAR

CL. ROUX

Docteur ès-Sciences

Lauréat de la Société Nationale d'Agriculture (Médaille d'or d'Olivier de Serres, 1901),

Membre de la Société forestière de Franche-Comté et Belfort,

Membre et Lauréat de plusieurs autres Sociétés savantes de la France et de l'Etranger, etc.

INTRODUCTION

1. La Phytécologie. Son but. Son importance.

L'étude des facteurs qui président aux migrations et aux modifications de chaque type végétal, depuis son apparition (mode, milieu, époque) sur la terre jusqu'à l'époque actuelle, est sans contredit l'une des questions les plus intéressantes et les plus complexes dont s'occupe la biologie.

Ch. Linné, Gmelin, Alex. de Humboldt, A.-P. de Candolle, Robert Brown, Schouw, Meyen, Thurmann, Lecoq, Alph. de Candolle, Grisebach, Contejean, Engler, Drude, Warming, W.-O. Schimper, et près de nous les professeurs A. Magnin à Besançon, Ch. Flahault à Montpellier, G. Bonnier à Paris, le Dr Saint-Lager à Lyon, etc., sont les principaux savants qui ont contribué à la fondation et au développement de cette

science nommée Géographie botanique, Phytogéographie, ou, mieux, Phytécologie (1).

A peine centenaire, cette nouvelle et vigoureuse branche de la Botanique songe déjà à codifier ses lois, entre autres celle-ci : selon l'importance des *variations du milieu*, auxquelles elle est soumise, chaque forme végétale devient plus ou moins dense, se trouve plus ou moins mêlée à d'autres formes rivales ou commensales, étend ou restreint son aire de dispersion, émigre ou disparaît, ou parfois même, selon qu'elle est plus ou moins plastique, modifie au cours des périodes géologiques certains de ses caractères, comme les paléontologistes l'ont démontré notamment pour de nombreuses Abiétinées.

Ainsi que l'a rappelé bien à propos M. Flahault (2), les phytogéographes, et Wimmer le premier dès 1844, ont depuis longtemps insisté sur la nécessité d'ajouter à la diagnose morphologique de chaque espèce une diagnose phytogéographique « qui fixât d'une manière précise et en termes compris de tous les conditions où elle vit ; car, ajoutait cet ancien auteur, une diagnose de ce genre ne contribue pas moins que la première à la connaissance de l'espèce. »

2^e Objet et plan du présent travail.

Jusqu'ici, les phytogéographes ont peut-être trop exclusivement envisagé les associations de plantes *herbacées*, délaissant quelque peu les *arbres* ; bien rares, d'ailleurs, sont ceux qui ont entrepris l'étude écologique complète d'une seule forme végétale considérée isolément. En effet, lorsque nous avons voulu coordonner nos observations et opinions personnelles avec celles de nos devanciers, nous avons pu nous convaincre combien la littérature botanique, en France, est pauvre en travaux scientifiques concernant la *Dendréologie*. Généralement, les botanistes sont trop sobres de détails à ce point de vue ; les forestiers ont surtout en vue, cela se conçoit, le côté

(1) De *oïxos*, maison, domicile, habitation, domaine. Le terme *écologie* a été employé pour la première fois, par Haeckel, en 1866, puis adopté par Warming, en 1896.

(2) Page 11 de son *Projet de Nomenclature phytogéographique* présenté au Congrès international de botanique réuni à Paris, en 1900.

purement pratique ; quant aux historiens, il leur arrive de confondre parfois les essences entre elles : c'est ainsi que Cochard, auteur d'une recherchée *Notice sur le canton de Saint-Symphorien-le-Château* (1), indique un bois de *Sapins* au-dessus du village de Pomeys, et ce sont en réalité des *Pins sylvestres* ! Est-il nécessaire d'ajouter que l'étude des causes de la répartition actuelle des essences forestières est doublement importante puisque *l'influence de l'homme* s'exerce sur elles à un degré beaucoup plus prononcé que sur la plupart des plantes herbacées spontanées ?

C'est pourquoi, et sans avoir d'ailleurs la prétention de traiter à fond la question, nous avons pensé faire œuvre utile en ébauchant cet essai monographique sur l'écologie du sapin. Supposant connues les données anatomiques et physiologiques générales sur la structure et les fonctions des tissus végétaux, nous présenterons seulement un résumé de la question, toute d'actualité, de la *nutrition mycorhizienne* des plantes silvicoles. D'autre part, en vue d'attirer l'attention des forestiers sur la propagation du Sapin dans le Plateau Central, nous donnerons de préférence des détails sur cette vaste région, beaucoup moins connue à ce point de vue que les Vosges, le Jura, les Alpes et les Pyrénées.

Voici, au surplus, quel sera le plan général de notre sujet. Nous le traiterons en trois parties, précédées d'un résumé des caractères botaniques du Sapin.

I. Dans la première, nous exposerons les faits : nous résumerons les données acquises à ce jour relativement à l'origine du Sapin et aux variations qu'a subies son domaine jusqu'à son aire de dispersion actuelle inclusivement.

Nous donnerons des détails surtout sur la *région lyonnaise du Plateau Central*, que nous avons étudiée et explorée personnellement à ce point de vue.

II. Dans la seconde, nous chercherons à interpréter les faits, en d'autres termes nous examinerons à quelles causes ou influences sont dues ces modifications successives du domaine de

(1) Ancien nom de Saint-Symphorien-sur-Coise, dans l'arrondissement de Lyon. Cette notice a été publiée, en 1824, dans les *Archives historiques et statistiques du Rhône*.

cet arbre. Nous insisterons sur l'influence de l'homme et sur la mycotrophie : ce dernier point, notamment, a fait aussi l'objet de nos recherches personnelles.

III. Dans la troisième, nous exposerons quelques compléments et conclusions d'ensemble. Des cartes phytogéographiques et des dessins anatomiques faciliteront l'intelligence du texte. Enfin, un index bibliographique des principaux travaux consultés ou à consulter terminera notre travail.

Comme cette modeste brochure n'est qu'un simple résumé d'une monographie écologique du Sapin, nous l'avons intentionnellement rédigée en phrases courtes et condensées, afin de ne pas lui laisser prendre les proportions d'un véritable traité. Le lecteur trouvera donc plutôt une accumulation de faits et de renseignements qu'un exposé littéraire et attrayant.

Enfin, c'est pour nous un agréable devoir d'exprimer ici notre vive et sincère gratitude à toutes les personnes qui, de près ou de loin, par des communications, renseignements et observations, ont grandement facilité l'accomplissement de notre tâche. Les noms des principaux de ces bienveillants collaborateurs sont d'ailleurs cités soit dans le texte, soit dans l'index bibliographique terminant ce travail.

3° Caractères botaniques du Sapin.

Le Sapin (*Abies pectinata* DC.), que nous aurons en vue dans cette étude, est un grand et bel arbre de la famille des Abiétacées ou Abiétinées, ordre des Conifères (ainsi nommés de leur sorte de fruit en cône ou strobile), classe des Gymnospermes (à graines nues), embranchement des Phanérogames (végétaux à fleurs visibles).

Voici le résumé de ses caractères botaniques, d'après Mathieu, Beauvisage, Guinier, etc.

Germination. — Délai, 3 ou 4 semaines. Levée des graines assez facile ; radicule forte, n'est pas arrêtée par les obstacles (feuilles ou aiguilles mortes, mousses, etc.) ; feuilles cotylédonaire, 4 à 5, parfois jusqu'à 8, plus longues et plus larges que les feuilles ordinaires et ayant les raies blanches en dessus.

Jeune plant. — Assez fort, mais ne produit pas toujours une pousse la première année. En été, beaucoup de jeunes plants

périssent par la chaleur et la sécheresse. Branches opposées, relevées sur les jeunes arbres, mais après quelques années se maintiennent horizontalement; rameaux et ramuscules également opposés et disposés horizontalement sur les branches. Se verticille vers 10 ans.

Racines. — Enracinement assez profond; se compose d'un pivot qui s'enfonce à 1 mètre et plus, et se ramifie en longues et fortes racines latérales.

Dans les sols chargés d'humus, il émet des radicelles très nombreuses, très courtes, noires, d'aspect coralloïde, dépourvues de poils absorbants mais entourées d'une gaine mycélienne (mycorhizes).

Tronc. — Cylindrique, conique vers la cime (houppier); dès la première année et jusqu'à un âge avancé, l'écorce est enveloppée d'un périderme superficiel gris argenté, « ton froid » des peintres donnant, dit Guinier, aux futaies de sapin un aspect sévère. L'assise génératrice externe fonctionne pendant longtemps sans qu'il se forme de rhytidôme, l'écorce reste lisse.

Ce n'est que vers 40 ans environ que de nouvelles assises génératrices se forment plus à l'intérieur et il se constitue alors un rhytidôme persistant, largement crevassé, qui reste blanchâtre ou devient grisâtre. L'écorce du Sapin atteint une épaisseur de 15 millim. sur vieux arbres. Bois sans canaux résinifères, quoique imprégné de résine très disséminée. Les accroissements annuels sont séparés par une couche de bois d'automne assez développée et qui, dans certaines forêts, atteint une épaisseur et prend une coloration telles qu'à première vue le bois ressemble à celui du Pin. Densité 0,381 à 0,649. Pas de relation nette entre densité et altitude.

Feuilles. — D'un gros vert en dessus, de teinte glauque ou blanchâtre en dessous. Les feuilles sont étalées de part et d'autre, en double peigne, le long des ramules, et tendent toutes à se disposer en un seul plan sur les rameaux jeunes, quoique insérées sur tout le pourtour de ces derniers. Linéaires, *aplaties de haut en bas*, légèrement élargies de la base au sommet, qui est arrondi, aigu et bidenté; à *face supérieure* d'un vert uniforme, creusée d'un sillon médian; à *face inférieure* parcourue par deux lignes blanches tranchant sur le fond vert, parallèles à la nervure saillante; à *bords latéraux symétriques*.

Chatons mâles axillaires, solitaires, globuleux, rouges, puis jaunes, disposés en dessous des rameaux de l'année précédente.

Chatons femelles apparents dès le mois d'août de l'année qui précède la floraison, placés sur les branches les plus élevées de la cime, et naissant de l'extrémité de rameaux latéraux qui ne se sont pas allongés.

Cônes oblongs-cylindriques, verts ou vert-brunâtres, mats, longs de 8 à 12 centimètres, *dressés* ordinairement au sommet de l'arbre et pourvus de *deux sortes d'appendices* :

1° *Bractées* minces, membraneuses, étroites et comme pétiolées dans le bas, élargies, arrondies et irrégulièrement denticulées dans le haut, à sommet longuement cuspidé, réfléchi ;

2° A l'aisselle des bractées, autant d'*écailles séminifères caduques*, ligneuses, plus larges que longues, inégalement épaissies, à *bord supérieur entier* ou vaguement mucroné, épais, à *angles latéraux*, amincis, scarieux, souvent auriculés ; à base brusquement atténuée, cunéiforme, à face externe gris-verdâtre mat en haut (partie découverte) et brun-rougeâtre en bas (partie cachée) ; à face interne rouge-noirâtre, portant à sa base les deux *graines* auxquelles elle fournit des *ailles* d'un *rouge-grenat*, adhérentes, assez larges et presque aussi longues que l'écaille. *Graines* relativement volumineuses, obovées-cunéiformes, irrégulières, d'un jaune-brunâtre luisant, contenant un réservoir plein de térébenthine liquide ; d'une conservation difficile ; dissémination, automne.

N.-B. — Nous donnerons à la 3^e partie (comparaison du Sapin avec les autres essences forestières, les caractères distinctifs du Sapin avec son proche parent l'Épicéa (*Picea excelsa* DC.)

Divers noms du Sapin. — Le Sapin porte une foule de noms : Sapin pectiné, S. vrai, S. commun. S. vulgaire, S. argenté, S. de Normandie, S. de Bretagne, S. à feuilles d'If, S. à cône dressé, S. de Lorraine, S. des Vosges, S. blanc, Avet (Duhamel du Monceau, etc.) etc. etc. Weiss Tanne (All.), Silver fir (Angl.), Pikhta (Russe), Pinabete (Esp.). La térébenthine qu'on en retire se nomme téréb. de Stasbourg, téréb. d'Alsace, téréb. au citron.

Sapin spontané, subsponané, planté ou introduit. — Le Sapin est dit spontané lorsque sa végétation provient de semis naturels, sans que l'homme ait jamais joué un rôle quelconque dans la formation de la station envisagée.

Le Sapin véritablement spontané est bien rare en France, car depuis des siècles, ainsi que nous le verrons, l'homme a pénétré jusqu'au cœur des plus grandes forêts pour les exploiter, les entretenir ou les dévaster ! Souvent donc, le sapin est seulement *subspontané*, ou d'introduction très ancienne sans qu'on puisse, dans la plupart des cas, préciser l'époque à laquelle l'homme a surtout exercé son action.

Enfin, dans les boisements récents, remontant tout au plus à 100 ou 150 ans, le Sapin est dit *planté* ou *introduit*. Et, en somme, on ne doit pas attacher autant d'importance que le font certains auteurs à la distinction du Sapin spontané (ou sauvage depuis 1000 ans par exemple) et du Sapin subspontané, c'est-à-dire redevenu sauvage, après plantation, depuis 500 ans ou même moins ; en définitive, on peut à la rigueur, selon nous, considérer comme spontanés tous les pieds de Sapin qui n'ont pas été plantés ou semés *directement* par l'homme (1). Le fait que le Sapin se resseme naturellement et prospère tout seul dans une station où il a pu toutefois être introduit par l'homme, démontre qu'il est dans des conditions convenables pour y végéter et s'y propager librement, comme à l'état sauvage. Ajoutons, enfin, qu'il n'est peut-être plus aujourd'hui dans l'Europe centrale une seule forêt de Sapins qui ne soit entretenue, aménagée et exploitée.

Age et dimensions du Sapin. — Placé dans bonnes conditions que nous chercherons à élucider, le Sapin devient un des plus beaux arbres de nos pays, est d'un bon rapport, et atteint âge et dimensions extraordinaires. Sa croissance est lente et régulière, mais pas de moyenne précise pour son accroissement annuel en diamètre ou en hauteur.

En général, cependant, un Sapin de 2 mètres de tour et de 25 à 30 m. de haut est déjà rare. A l'âge de 100 ans et plus, un Sapin qui a 20 m. de haut est d'un développement médiocre ; 25 m., passable ou moyen ; 30 m., beau ; 35 m., très beau ; 40 m., superbe ; 45 ou 50 m., géant. Le Sapin ne dépasse 35 m. que dans des replis ou vallonnements abrités, bien rarement sur les crêtes et sommets ou sur les versants trop exposés.

(1) Il en est un peu de même pour un certain nombre d'autres arbres, arbustes, lianes, etc., pour le *Vitis vinifera* par exemple, dont quelques auteurs n'admettent la spontanéité, dans certaines stations, qu'après de longues hésitations.

L'âge moyen du Sapin est d'environ 110 à 120 ans (de Burgsdorf, etc.); mais il peut vivre 200, 300, 400 ans et plus. Il existait encore il y a un siècle, dans les Pyrénées, des Sapins dont l'âge était de 700 à 800 ans environ (Willkomm).

Deux Sapins géants du *canton* de la Petite-Vache, dans forêts de la Grande-Chartreuse, ont 6 à 7 m. de tour à hauteur d'homme (6 m. 39 exactement), 50 m. de haut; âgés d'environ 850 ans, par comparaison avec deux Sapins analogues abattus vers 1860.

Dans sapinières de Levier, de Joux, de Gérardmer, etc., assez nombreux Sapins de 50 à 52 m. de haut, c'est-à-dire plus de 150 pieds. L'un des plus célèbres était « le Président » de la forêt de Levier (Doubs), abattu en 1903. Photographié et décrit dans *Bull. Soc. forest. de Franche-Comté* (t. VII). Il avait 50 m. de hauteur totale, 7 m. 20 de tour (2 m. 30 de diamètre) à la base, 4 m. 70 de tour à hauteur d'homme (1 m. 50 du sol); d'un volume total de 28 m³ 450, il fut vendu 745 francs, y compris houppier et branchages; en déduisant 26 francs d'abattage et 106 francs de transport, il resta 613 francs de bénéfice net. Age, 210 ans.

Dans forêt de la Joux (Jura), un Sapin géant a également 50 m. de haut, et 5 m. de circonférence à hauteur d'homme; âge, 220 ans.

Hochstetter a observé en Bohême un Sapin plus colossal encore; 63 m. de haut et 3 m. de diamètre.

En Beaujolais, on a abattu le « gros Sapin de Monsols » qui avait 38 m. de haut, 4 m. 35 de tour à 1 m. 30 du sol; 17 m³ de volume total (Seurre).

Alléon-Dulac parle de plusieurs Sapins du Mont-Pilat (Loire) ayant 100 à 110 pieds de haut et 15 pieds de circonférence à la base.

Enfin, d'après le *Petit forestier de l'Est*, le roi des Sapins se trouverait actuellement à Schwenningern, en pleine Forêt-Noire: il mesure 43 m. de haut, 2 m. de diamètre soit 6 m. de tour à 1 m. du sol; à la hauteur de 30 m., sa grosseur est encore de 3 m. 60. Son volume est d'environ 44 m³; son âge, d'environ 350 ans.

Le Sapin est donc le plus grand de nos conifères indigènes.

PREMIÈRE PARTIE

EXPOSÉ DES FAITS

LE DOMAINE DU SAPIN AUTREFOIS ET AUJOURD'HUI

CHAPITRE PREMIER

Origine des ABIES et de l'ABIES PECTINATA

D'après les résultats des recherches paléontologiques, les Conifères vivant actuellement dans l'hémisphère boréal ont eu pour berceau originel le continent circumpolaire paléarctique aujourd'hui démantelé et en partie submergé par l'eau et les glaces, où régnait alors un climat chaud, presque tropical, uniforme. C'est bien au nord du cercle polaire, dit Saporta, qu'il faut chercher la trace originaire du sapin à f. d'If. Effectivement, Heer a signalé dans un gisement miocène de la Terre de Grinnell ($81^{\circ} 46'$ de latit. nord), des rameaux, écailles dispersées et graines de cette espèce qui aurait ainsi habité les environs immédiats du pôle avant de gagner le sud et de pénétrer en Europe à la faveur du refroidissement graduel de notre hémisphère. Aujourd'hui, le Conifère le plus septentrional paraît être, dit Flahault, *Larix dahurica* ou mélèze de Sibérie qui s'avance à $72^{\circ} 50'$ lat. N., grâce à sa faculté de résister à froids atteignant -40° .

Voici d'ailleurs les grandes lignes de la généalogie du sapin et des genres voisins, établie par les travaux des paléontologistes Gæppert, Mantell, Heer, Potonié, Renault, Nathorst, de Saporta, Fliche, etc., et les ouvrages classiques de Saporta et Marion, F. Bernard, R. Zeiller, Ch. Flahault, etc.

Carbonifère moyen d'Angleterre : apparition des *Ginkgo-phyllum*, du groupe des Aciculariées ou plantes à feuilles étroites et plus ou moins acuminées, ancêtres et précurseurs des Conifères.

Carbonifère supérieur : apparition des vrais Conifères, par ex. *Walchia Grand'Euryi* du houiller de Saint-Etienne.

Permien : apparition des premières Abiétinées par 2 genres : *Pinites* (Gæppert) et *Abietites* (Mantell), signalés en 1893 par H. Potonié, dans le Rothliegende de Thuringe et en 1896 par Bernard Renault dans le permien du bassin d'Autun et Epinac.

Rhétien et Jurassique : Présence démontrée en Scanie dès 1875-1878, par Nathorst et Saporta, d'un *Protolarix*, « type que ses caractères ambigus rangent dans position intermédiaire aux Mélézes et Cèdres, et qui comble l'intervalle étroit qui sépare actuellement les 2 genres » (Saporta) dont il est la souche, et d'un véritable Pin, *Pinites Nilssoni*.

En 1897, Nathorst a découvert en Sibérie et au Groenland, dans le Jura, inférieur, des feuilles d'*Abies* et de *Pinus*. C'est à la même époque que se sont constitués les g. *Picea*, *Cedrus*, etc., avec les caractères qu'ils ont encore actuellement.

Les Abiétacées sont peut-être anciennes, mais ce n'est donc qu'à la base du terrain jurassique qu'on les constate d'une façon certaine (Flahault) et c'est donc bien entre 60° et 80° lat. N., en Scanie, en Sibérie, en Norwège, au Spitzberg, au Groenland, etc., qu'on trouve les vestiges de ces Abiétinées primitives.

Diverses Pinées et Abiétinées ont été trouvées dans le bajocien du Spitzberg.

Dès l'Infra-Crétacé, plusieurs *Abies* vivent en Europe, d'après documents recueillis en 1896 par Fliche, dans gisements de phosphates (favorables à bonne conservation des fossiles) de l'albien de l'Argonne.

Tertiaire. — Notre sapin actuel (*Abies pectinata*) a pris naissance, ainsi que l'Epicea (*Picea excelsa*) dans la région arctique, dès l'Eocène (F. Bernard). Notre *Pinus silvestris* serait dérivé du *Pinus palæo-strobis* de l'éocène d'Autriche (Flahault). Notre mélèze (*Larix europæa*) ne daterait que du miocène.

Nous compléterons ces notions, dans le chapitre suivant, par l'exposé de l'envahissement progressif des Conifères en Europe.

CHAPITRE SECOND

Envahissement de l'Europe par les Conifères.

Domaine préhistorique du Sapin

Les causes géologiques, dit Lecoq, interviennent de toute nécessité dans nos études de géographie botanique.

Ainsi que nous venons de le voir, tous les genres actuels de Conifères de l'hémisphère boréal sont originaires de la région polaire d'où ils ont peu à peu transporté leur domaine vers le sud ; depuis la fin des temps primaires jusqu'en plein tertiaire, les Conifères ont aussi constitué l'élément fondamental, en quelque sorte, de la végétation arborescente de l'hémisphère nord qui de tout temps, et aujourd'hui encore, en a possédé bien davantage que l'hémisphère austral. Actuellement, les Conifères ne remontent pas autant vers le pôle qu'à leur origine, mais néanmoins ils déterminent en latitude nord la limite extrême de la flore ligneuse, comme aussi en altitude (Alpes, par exemple).

Les phytogéographes et les paléontologistes sont parvenus à reconstituer à peu près les étapes successives, dans le temps et dans l'espace, de cette expansion, de cette migration lente et progressive des Conifères, et notamment des *Abies*, du pôle vers les régions méditerranéennes.

C'est au *jurassique* que les Abiétacées paraissent s'être répandues en Europe ; toutefois, avant le Crétacé, elles y étaient encore rares en dehors du cercle polaire. C'est dès les premiers étages de l'*infra-crétacé* (néocomien, gault, cénomanien) que l'invasion s'est rapidement accentuée (débris bien conservés trouvés par Fliche, 1896, dans phosphates albiens de l'Argonne, etc.)

On observe, dit Saporta, des formes très curieuses de Cèdres, Pins, Tsuga, Sapins, etc., dans la craie inférieure de Belgique, du Nord de la France (Normandie, etc.), et de l'Angleterre.

Le g. *Pinus* apparaît en Europe dans le néocomien du Havre. La craie inférieure marque donc, ajoute Saporta, une ère de diffusion pour la fam. des Abiétinées dont les *grands types*

(Pins, Sapins, Cèdres, Tsugas) ont relativement peu changé depuis lors.

Dès le début du tertiaire (*Eocène*), certaines formes spécifiques très voisines des formes actuellement vivantes sont déjà constituées. Des sapins très voisins d'*Abies pectinata* et de *Pinea excelsa*, sinon identiques, se propagent lentement dans l'Europe septentrionale.

A l'*Oligocène*, on trouve dans les couches lignitifères du nord de l'Allemagne une énorme quantité de Conifères parmi lesquels quelques *Abies*, mais surtout des Cupressinées, dont les débris accumulés ont formé des lits de lignite épais de 2 à 50 mètres. De même dans les sables glauconieux, à ambre, de l'oligocène du Samland, près Königsberg.

Au *miocène*, Sapins et Pins couvraient de forêts l'Europe et l'Asie du nord, Spitzberg (jusqu'au 78°), Islande, Sibérie, Alaska ; dans l'Europe moyenne, France et Allemagne par ex., ces arbres étaient aussi nombreux en formes, quoique moins abondants en individus, que plus tard. Ainsi, à Aix et à Armissan, dans midi de la France, on a trouvé une dizaine d'espèces de Pins, qui y étaient alors associées aux espèces encore indigènes actuellement et à celles qui ont émigré dans les régions plus chaudes (Bernard).

D'ailleurs, les formes d'*Abies*, *Picea*, *Pinus* et *Cedrus* étaient, dans tout le tertiaire moyen et supérieur, répandues depuis Sibérie jusqu'à Vivarais et Auvergne (abbé Boulay, 1887, 1892) et en Languedoc.

Au *pliocène*, plus de doute sur l'identité des formes avec les espèces actuelles. En plusieurs points d'Europe centrale et occidentale, en France notamment, on a trouvé de nombreux débris du Sapin pectiné, du Pin sylvestre, etc., dans sédiments pliocènes. Ainsi, dans les forêts vierges du pliocène du Cantal ensevelies brusquement sous les cinérites, Rames et Saporta (Session à Aurillac de Soc. bot. de France, 1884, etc.) ont reconnu une flore très curieuse par son identité avec les formes actuelles et par ses curieuses associations : *Abies pectinata*, *Fagus silvatica* var. *pliocenica*, *Populus tremula*, *Carpinus orientalis*, *Quercus robur* f. *pliocenica* et autres, *Corylus*, *Tilia expansa*, *Acer integrifolium* et *polymorphum*, *Hedera helix*, *Ruscus aculeatus*, etc., associés à plantes disparues ou reléguées aujourd'hui dans le midi de France ou d'Europe, comme *Vitis*

(*V. subintegra*), *Bambusa lugdunensis*, *Smilax mauritanica*, *Sassafras officinarum* et *Ferretianum*, etc.

A la même époque, qui précéda de peu la période glaciaire, de vastes forêts de Conifères couvraient le Norfolk et autres parties de l'Angleterre, encore réunie peut-être à l'Armorique française. Leurs débris, où on reconnaît Sapin, Epicea, Pin silvestre, *Taxus baccata*, etc., identiques aux types actuels (Saporta), ont formé le *forest bed* des géologues anglais.

Puis survint la phase d'extension des glaciers dont la nappe recouvrit une bonne partie de l'Europe sur plus de 6 millions de kilomètres carrés. Chassés par les glaces et le refroidissement de la température, une foule de végétaux et d'animaux disparurent ou émigrèrent vers le sud ; la persistance postglaciaire de l'abaissement de la température moyenne et la formation des sillons marins de la Manche et de la Baltique les empêchèrent, pour la plupart, de reprendre leur ancien domaine septentrional. Tel fut le cas de l'*Abies pectinata* qui, cependant, put remonter à l'époque des tourbières anciennes, jusqu'en Danemark (Ch. Pugaard, *Bull. soc. vaudoise des Sc. natur.*, 1853, cité par Alph. de Candolle), et même aux Orcades et aux Shetland (Edmondston, *Ann. and mag. of nat. Hist.*, 1841).

Mais ce retour au nord fut de courte durée, et le Sapin ne conserva définitivement que la partie sud de son aire de dispersion, si étendue primitivement vers le Nord d'où il est d'ailleurs venu.

Nous chercherons, dans la seconde partie de cette étude, à expliquer les causes de ces modifications successives dans l'aire de dispersion du Sapin ; auparavant, nous allons exposer l'état actuel de sa répartition en France, insistant spécialement sur le Plateau central et la Région lyonnaise, puis dans toute l'Europe.

CHAPITRE TROISIÈME

Domaine historique et actuel du Sapin en France

SECTION I

Le Sapin en France jusqu'au 19^e siècle

Il est absolument certain que les forêts de Conifères et de Feuillus étaient beaucoup plus étendues en France dans les siècles passés qu'à l'heure actuelle. Le Sapin n'échappe pas à cette constatation générale. Malheureusement, les documents certains nous manquent pour reconstituer avec précision son domaine historique ; il faut surtout se méfier des confusions de noms des essences forestières, les anciens historiens indiquent souvent le Pin pour le Sapin, et inversement ; dans la plupart des cas, les essences résineuses ne sont même pas distinguées des essences feuillues. Donc, impossibilité complète de trouver des données exemptes de doutes.

De plus, comme la diminution progressive du domaine du Sapin en France est essentiellement le fait de l'homme, nous étudierons mieux cette question au chapitre des déboisements.

SECTION II

Le Sapin en France à l'époque actuelle

§ 1. Généralités. Groupement. Tableau général

On manque de renseignements statistiques complets, car l'administration des Eaux et Forêts n'a pas d'action sur les forêts particulières, dont par conséquent il est difficile de connaître l'étendue, la situation, la pureté, etc. Cependant, une

statistique intéressante a été publiée en 1878 par le ministère. Depuis, peu de changements; cependant, les reboisements n'ont pas compensé les défrichements et déboisements.

Il y a environ 9 millions $1/2$ d'hectares de forêts en France dont 1.100.000 à l'Etat (dont environ 700 forêts domaniales couvrant 900.000 hectares), 2 millions aux communes et aux établissements publics et soumis au régime forestier, et 6 millions $1/2$ de forêts non soumises et appartenant aux communes et surtout aux particuliers.

Nous indiquerons à la III^e partie l'importance respective des diverses essences principales des forêts françaises. Sur l'ensemble, les feuillus occupent trois quarts, les résineux un quart. Parmi les résineux, le Sapin occupe le premier rang (si on excepte peut-être le pin maritime qu'on étend de plus en plus); en effet, il recouvre 640.000 hectares et, en proportion relative, 7 % de la superficie totale (v. tableau des essences forestières).

Groupements régionaux. — Ainsi qu'on peut le voir nettement sur la carte de France annexée à ce travail, l'aire du sapin est discontinue et se présente en groupements séparés, dont sept principaux :

Groupement du Plateau Central : Rhône, Loire, Haute-Loire, Ardèche, Puy-de-Dôme et Cantal en entier; Allier, Aveyron et Lozère en partie.

Groupement des Pyrénées : Ariège et Pyrénées-Orientales en entier; Aude, Haute-Garonne, Hautes-Pyrénées, Basses-Pyrénées et Tarn, en partie.

Groupement de Corse.

Groupement des Alpes : Haute-Savoie, Savoie et Hautes-Alpes en entier; Isère, Drôme, Vaucluse, Basses-Alpes, Alpes-Maritimes et Var, en entier.

Groupement du Jura-Franche-Comté : moitié du Jura et de l'Ain; grande partie du Doubs.

Groupement des Vosges : Belfort, Haute-Saône et Meurthe-et-Moselle, en partie; la moitié des Vosges.

Groupement Breton-Normand : Sapin très disséminé çà et là.

Le tableau général ci-joint indique, pour chacun de ces groupements, les départements qui le constituent, la nature chimique du sol, l'abondance ou la rareté de l'essence, les altitudes où elle végète, les principales forêts (surtout et presque toutes domaniales) avec leur étendue et les principales essences mélangées.

Au total, 33 départements où l'on observe le Sapin spontané ou subspontané.

Nous avons indiqué avec soin les forêts principales où le hêtre est $\pm$ mélangé au Sapin, entre 900 et 1600 mètres d'altitude, en concurrence $\pm$ accentuée, comme nous le verrons.

Nous allons décrire en détail, dans les paragraphes suivants, la distribution actuelle du Sapin, dans chacun de ces groupements. Toutefois, comme nous avons étudié personnellement la région lyonnaise, encore assez mal connue à ce point de vue, nous commencerons par elle, puis nous envisagerons l'ensemble du Plateau Central, et les groupements tout autour.

§ 2. Le Sapin dans la Région lyonnaise

Sous ce nom, nous comprendrons surtout deux départements, le Rhône et la Loire, auxquels nous adjoindrons quelques cantons limitrophes de Saône-et-Loire, Allier, etc. Nous y distinguerons les pays suivants : Mâconnais, Beaujolais, Tararais, Lyonnais, Pilat, Forez et Monts de la Madeleine.

Département du Rhône : un des moins boisés de France. Ses 285.900 hectares se décomposent en : 116.000 hect. terres labourables, 49.000 hect. prairies, 31.000 hect. vignes, 31.000 hect. bois, 27.000 hect. friches et landes, et 31.900 hect. jardins, bâtiments, routes, chemins de fer et divers. Sur les bois, l'arrondissement de Villefranche a 20.000 hect., l'arrondissement de Lyon 11.000 hect. Le taux de boisement est donc seulement 11 %; le taux moyen de France est 17 %. Le Rhône occupe à ce point de vue le 63^e rang.

En *Abies pectinata*, l'arrondissement de Villefranche en a environ 15 fois plus que celui de Lyon.

Département de la Loire. Ses 479.800 hect. renferment 66.000 hect. de bois et 32.000 hect. en friches $\pm$ reboisables.

L'arrondissement de Montbrison (194.245 hect.) a un taux de boisement de 13 %.

L'arrondissement de Roanne (177.969 hect.) a un taux de boisement de 13 %.

L'arrondissement de Saint-Etienne (101.523 hect.) a un taux de boisement de 17 %.

Taux général moyen 14 %. On est encore loin des 35 % du département des Vosges !

Dans ces données générales, il n'est guère possible de démêler ce qui concerne spécialement le Sapin. Impossible d'ailleurs d'inventorier tous les petits bois des particuliers.

Cependant, grâce à nos investigations personnelles, longs séjours en Lyonnais et en Tararais, courses nombreuses ailleurs, notamment en Beaujolais, et avec l'aide des renseignements déjà publiés (Seurre, Audin, Comte du Sablon, etc.) ou obtenus de diverses personnes compétentes (d'Alverny, Gros, etc.) nous pourrions indiquer avec précision les principales stations du Sapin spontané et subsponané, sans nous occuper des reboisements récents que nous examinerons plus loin (v. Influences biotiques : action de l'homme). Dans la plupart de ces reboisements, le Sapin manifeste une tendance à se propager par semis naturels, ce qui donne déjà des arbres subsponanés.

A. — *Le Sapin en Mâconnais-Charolais*

Il y a quelques Sapins dans la partie *méridionale* du département de Saône-et-Loire, aux confins du Rhône, c'est-à-dire du Beaujolais auquel ils se rattachent sans doute par leur origine. Stations principales (Gaudet, Seurre, etc.) :

Pierreclos, à l'ouest de Mâcon ; Germolles près Tramayes, petite sapinière du Clairon, 20 hect. environ, 500 m. d'altitude moy., exposition N.-E., sur rive gauche de la Petite Grosne ; puis dans massif de Dun, compris entre Matour et La Clayette, on en voit à Gibles, à Montmelard, à Saint-Racho, etc.

La station la plus septentrionale paraît être à Beaubery en Charolais, au lieu d'Artus, où existait un bouquet de très vieux Sapins dont quelques-uns sont peut-être encore vivants, à l'altitude d'environ 600 m.

Toutes ces stations, de 500 à 650 m. d'altitude, sont sans doute des témoins de l'ancienne extension des sapinières périphériques du Beaujolais.

B. — *Le Sapin en Beaujolais*

Sur les 20.000 hect. de bois de l'arrondissement de Villefranche, les sapinières occupent presque 7.000 hect. dont nous rangeons une partie en Tararais. En effet, sans discuter la

question controversée des limites $\pm$ naturelles du Beaujolais (1), nous le séparerons ici du massif Tararais proprement dit par une ligne théorique allant d'Amplepuis à Lozanne.

Pour nous, le Beaujolais comprendra donc les cantons de Monsols, Beaujeu, Lamure, Belleville, Villefranche, Anse, le Bois-d'Oingt, Thizy, Belmont et une partie d'Amplepuis.

Depuis 15 ans, au cours de nos excursions géologiques et botaniques, nous avons parcouru à maintes reprises et en tous sens ces belles montagnes beaujolaises encore recouvertes çà et là de quelques lambeaux de leur antique manteau de forêts. Dans les indications suivantes, nous utiliserons aussi les indications données par Seurre, Audin, etc.

La plupart des sapinières beaujolaises sont situées sur les flancs des hauts chaînons qui divergent autour du Mont Saint-Rigaud (1012 m.) point culminant du Beaujolais. Nous les énumérons par cantons (2).

Canton de Monsols. — Sapins abondants, en forêts étendues :

a) Sapinières de Cenves, à l'extrémité N.-E. du canton, sorte de cap avancé jusque dans Mâconnais. Altit. 700 à 785 m. Sapins rarement en massifs purs, le plus souvent mélangés à taillis de Chênes, Hêtres, Charmes, etc.

b) Petites sapinières, de 650 à 750 m., souvent mélangées de Pins sylvestres, feuillus divers, à Saint-Mamert et Ouroux.

c) Grandes sapinières du massif du Saint-Rigaud, de 700 à 960 m. d'altit., désignées par Seurre et Audin sous le nom de *forêts d'Ajoux*, avec raison car d'une part le hameau d'Ajoux est au milieu d'elles, dans vallée que suit route pittoresque du col de Champjuin à Proprières, d'autre part le Saint-Rigaud s'appelait au moyen âge sommet d'Ajoux. Très belles et pures, s'étendent sur 2000 hect. entre Monsols, Mussery, Saint-Igny-

(1) Voir les limites naturelles géologiques du Beaujolais précisées dans notre travail : *Contribution à l'étude des porphyres microgranulitiques de la Région lyonnaise*, dans les *Annales Soc. linnéenne de Lyon*, 1905, avec cartes; v. aussi articles de P. Privat-Deschanel, dans *Bull. Soc. des Sc. natur. de Tarare*.

(2) Le mot canton est pris ici dans son acception classique de division géographique et administrative; lorsque nous l'emploierons au sens forestier, indiquant les compartiments d'une forêt, nous l'écrirons en italique.

de-Vers et Proprières. A de nombreux propriétaires : de la Charme, Bertrand de la Farge, Dumoulin, Dumonteil, Durand, etc., tous forestiers distingués.

Région d'ailleurs très comparable, d'aspect et de végétation, aux Vosges (Perroud, Seurre, Audin, etc.)

Au pied des pentes sombres du versant N.-O. du massif se trouvent, dit Audin, des belles sapinières comparables à celles du Jura et des Vosges ; il y tombe 1250 mm. d'eau, alors que la moyenne générale du Beaujolais n'est que de 825 mm. Les plus beaux *cantons* de ces forêts sont les suivants : Tessonnière, Bois de la Farge, les Canots, Combe-Noire, Montaigut, la Bardonnière, Fond-Buzon ou Fontbuzon. Assez nombreux fûts atteignant 35 m. de haut et 3 m. de tour à la souche ; c'est là que vivait il y a 20 ans le gros Sapin de Monsols.

d) Petites sapinières assez peu homogènes, aux alentours d'Aigueperse, Saint-Bonnet-des-Bruyères, Saint-Clément-de-Vers et Azolette.

Canton de Beaujeu. — Sapins peu abondants.

a) Sapinière de Jullié, 20 hect. environ, altit. moy. 650 m. mais descend jusqu'à 580 m., placée sur versant exposé N.-E., renferme fûts très droits, de 60 à 100 ans ; au Comte de Monspey. Avoisinée de grandes clairières où, dit Seurre, le Sapin se resseme tout seul, avec quelques chênes ou Châtaigniers mélangés. On peut y rattacher petite parcelle de Sapins, au même propriétaire, située à proximité du col de Grande-Diane, vers limite du canton Monsols.

b) Sapinières des Aiguillettes. Sur flanc nord de la montagne des Aiguillettes on voit, à 800 m. d'altit. environ, quelques petites parcelles de Sapins.

c) Sapinières d'Avenas. Parcelles de Sapins dans les bois Callot, de Malval, etc., à 800 m. d'altit. environ.

d) Petites sapinières aux environs de Vernay (flanc oriental du Torvéon), Saint-Divier-sur-Beaujeu, Marchampt (bois du Fay), du Mont Tournissoud (820 m.), du sommet de Montclair (870 m.) au nord du col de Casse-Froide, sur route de Quincié à Claveisolles.

Canton de Lamure-sur-Azergues. — Sapins abondants (Seurre, Audin, Comte du Sablon, Servier, etc.).

a) Sapinières de Chênelette, recouvrent flanc nord du Mont Torvéon, sur la limite du canton de Beaujeu où elles vont d'ailleurs se prolonger pour se relier à celles de Vernay qui garnissent le flanc est; s'arrêtent au nord, juste à la grande route de Beaujeu à Chauffailles, 100 hect. environ. Altit. moy. 720 m. Au Comte Rémy de Chênelette.

Fûts moyens, de 60 à 90 ans, quelques-uns très vieux, de 110 à 120 ans, atteignant 30 m. de haut, 2 m. de tour à hauteur d'homme. et vol. de 7 m³.

Au S-E. du village de Chênelette, on voit une maigre Sapinière occupant le fond d'un vallon (Seurre).

b) Sapinières des Echarmeaux. Comprennent forêt du bois d'Ajoux située au N-E. des Echarmeaux et en partie sur canton de Monsols, et bois de Couroux qui borde grande route. Ensemble 250 hect. Altit. 670 à 950 m.

c) Sapinières de Favret-Favardy. La Sapinière du Fay, ou Favret, ou Favray, s'étend sur hauteurs (890 m. altit. envir.) comprises entre le hameau d'Orval et les cols des Escorbins et des Alliers ou Allets (entre Poule et Ranchal), au-dessus des hameaux du Pey, de Corcelette et du château de la Ronce. A nombreux propriétaires (baron de Growestein, etc.), 400 hect. Altit. 700 à 890 m. Arbres de 60 à 100 ans. Dans ces bois on trouve des petits gisements houillers. Sapins y sont $\pm$ mélangés à essences feuillues (chênes, etc.) comme au bois des Ceps ou Cèpes. Au dire des habitants, cette forêt aurait tendance à s'agrandir naturellement, mais exploitations abusives la détériorent. Les plus belles parties sont vers la « grotte des Fées » et sont aux familles Durand et Geoffray. Certains arbres y ont 32 m. de haut et 3 m. de tour (Seurre). Ça et là semis naturels abondants, comme au *canton* de Charbonnières.

Aux alentours du sommet (920 m.) et du col de Favardy, se trouve forêt de ce nom, suite directe de la précédente, 300 hect. Altit. 720 à 850 m. Sapins de 60 à 80 ans en moyenne. A nombreux propriétaires. C'est dans « creux ou combe d'Orval » que sont les plus beaux Sapins, près de 2 m. de tour (Seurre). En redescendant d'Orval à la vallée d'Azergues on passe vers petite sapinière nommée bois d'Enfer, de 100 hect. environ.

d) Sapinière de Pramenoux. Entre col que franchit route de Grandris à Cublize et col de la Croix-Nicelle, route de Lamure

à Saint-Vincent-de-Rhins. Vaste forêt, célèbre au XVIII^e siècle mais ravagée à plusieurs reprises par ouragans, et surtout dévastée vers 1820, et récemment par coupes à blanc lors de la construction de la ligne Lozanne à Paray-le-Monial, 300 hect. environ. Altit. 650 à 912 m. Majeure partie sur Saint-Nizier-d'Azergues, le reste sur Lamure. Appartient à Baure, Welter, Ruffier, Grandjean, etc. Contient encore quelques arbres de 30 m. de haut et 0 m. 70 de diamètre.

Se relie au Nord avec sapinière de Favardy par série de petites sapinières sur Saint-Nizier et Saint-Bonnet-le-Troncy ; bois de Saint-Nizier, de l'Assiette au-dessus du hameau de la Roche, de Fayolles, etc.

e) Petites sapinières à Ranchal, à Thel, dans chaînon séparant le Rhins de la Trambouze.

f) Sapinières de Claveisolles.

Sur versant de la rive gauche de l'Azergues, et sur flancs du vallon de Claveisolles parallèle à vallée d'Azergues, s'étendent des boisements discontinus de feuillus avec nombreux Sapins. Plusieurs appartiennent aux Comtes du Sablon qui, depuis près d'un siècle, ont fait aussi d'importants reboisements.

Sur route de Claveisolles à Chênelette, on voit à l'Est de Longefay, sur pentes occidentales du Montclair, des taillis de hêtres et sapins mélangés.

À l'Est de Claveisolles, dans massif du Soubrant (898 m.), sur hauteurs des cols de Casse-Froide, de Croix-Marchampt et de Croix-Rozier, il y a de vieilles sapinières mais de faible étendue.

Enfin, en descendant la rivière de Claveisolles vers Lamure, on voit une sapinière au site de « Pont-Gaillard » (Seurre).

Canton de Belleville. — Aucune sapinière spontanée dans ce canton ; quelques spécimens isolés ou en bouquet plantés dans parcs et domaines particuliers.

Canton de Villefranche. — Sapins assez rares.

Sapinière de Montmelas. À la famille de Tournon. 100 hect. env. ; altit. moy. 680 m. À peu près la seule du canton.

Canton d'Anse. — Sapin à peu près absent. Cependant le D^r Balbis (*Flore lyonnaise*, t. I, 2^e partie, p. 671) signale petit bois de sapins à Liergues. Sans doute planté ?

Canton du Bois-d'Oingt. — Sapins assez abondants.

a) Sapinières des Mollières. Etendues (plus de 300 hect.) sur chaînon des Mollières, au-dessus de St-Just-d'Avray, à la limite des cantons de Lamure, Amplepuis, Bois-d'Oingt et Tarare sur chacun desquels elles empiètent $\pm$. Sapins très abondants, mais cependant mélangés à feuillus : beaux massifs de chênes notamment à la Croix des Fourches.

b) Sapinière de Chalosset, 100 hect., sur rive droite de l'Azergues.

c) Quelques sapins dans massif de Bois-Grange, 100 hect. env., au-dessus de Chamelet et de Ste-Paule.

Canton d'Amplepuis (pr. p.). — Sapins peu abondants :

Sapinières de Meaux et Cublize, ce sont les derniers sapins des bois des Mollières.

Quelques sapins à Ronno, indépendamment des reboisements de la famille de St-Victor.

Canton de Thizy. — Quelques petites sapinières au-dessus de Cours et de Mardore, du côté de Thel, 100 à 150 hect. en tout.

Canton de Belmont (Loire). — Contigu aux cantons de Monsols, Lamure, Amplepuis et Thizy. Renferme quelques peuplements de sapins, 400 hect env. en tout, dont 300 pour sapinières de Mont Pinay (900 m.) et de Belieroché, assez impures d'ailleurs.

C. — Le Sapin dans les Monts Tararais

Le Tararais comprend le massif montagneux intermédiaire entre monts Beaujolais (St-Rigaud, 1012 m., point culminant) et monts Lyonnais proprement dits (950 m. au crêt des Loives). Point culminant, mont Boussivre ou Tour Matagrin (1004 m.), près Violay. Peu d'auteurs distinguent le Tararais, qu'ils rattachent partie au Beaujolais, partie au Lyonnais. C'est un tort, le massif de Tarare est bien indépendant, surtout entre Turdine et Brevenne.

Comprend cantons de Tarare et Saint-Laurent-de-Chamousset en entier, la moitié du canton de l'Arbresle situées sur la rive gauche de Brevenne et partie des cantons d'Amplepuis, Feurs, Néronde, St-Symphorien-de-Lay, ces trois derniers dans département de la Loire.

Sapins abondants surtout au Boussivre ; mais en outre, Monts Tararais offrent un certain nombre de stations du sapin que nous avons visitées et que nous allons énumérer. Ensemble 800 à 900 hectares environ, donc bien moins étendues que celles du Beaujolais.

Canton de Tarare. — Renferme plus de 350 hect. de sapins dont principaux massifs sont : sapinières de la Véterine ou Vétrine, près Joux, 100 hect. env., altit. 650 m., non loin du barrage des eaux de Tarare ; du Mont Boussivre ou Tour Matagrín, 100 hect. env., alt. 800 à 1000 m. ; de Longenève près Valsonne, 150 hect., alt. 650 m. Ça et là quelques petits bois et bosquets isolés, notamment sur flanc nord du mont Crépier d'Affoux, à 900 m. d'altit. env. ; entre Tarare et Pontcharra, au-dessus du chemin de fer ; aux environs du Goutail près Saint-Forgeux ; au bois d'Arjoux ; au mont Pélerat, etc.

Canton de Saint-Laurent-de-Chamoussel. — Renferme certain nombre de petits bois de sapins, en tout 150 hect. env., mais aucune forêt, sauf la belle sapinière du bois d'Azole, à 850 m. d'altit. env., sur versant nord oriental de la montagne de ce nom (Bois d'Azole, 900 m.), entre Villechenève et Affoux, à la lisière du canton de Tarare ; quelques sapins y dépassent 25 m. de haut, cette sapinière appartient à M. Froget, d'Affoux. Quelques sapins disséminés en outre au milieu des taillis du bois d'Azole (v. au chapitre des Déboisements).

On observe petits bois sapins, parfois purs, parfois en mélange avec épicéas ou autres essences, aux lieux suivants : au sommet de Montgirard (765 m.) sur rive droite du Torranchin ; aux Haléryrs ou Zaléris (600 m. env.) au-dessous de la route, entre Villechenève et Chambost-Longessaigne ; à la montagne des Bottières (853 m.) et près de la Croix du Fol (780 m.) entre Villechenève et Montrottier ; au-dessus du château de La Roullière à Montrottier ; aux environs de la Roche, de la Quillona. etc., près Longessaigne ; en divers points aux alentours de St-Clément-les-Places, notamment vers chez Robert, Lapra, chez Denis au-dessus des « mines », au crêt de l'Ermite ; dans la forêt de Chamoussel (60 hect. env.) ; enfin quelques petits bosquets sur communes des Halles et d'Haute-Rivoire, notamment aux lieux dits Les Thoranches (bois ayant 4 ou 5 hect. il y a quelques années, mais réduit aujourd'hui de plus de la moitié ; très ancien, au moins subsponsané, au

voisinage d'un prieuré disparu bien avant 1789), Le Bravarel (petit bois ou bosquet, planté il y a un siècle), et à Combron (plantés 50 à 60 ans et mélangés à des pins sur 1 hect. env.). Nous citons ces dernières stations de sapins *plantés*, parce que malgré basse altitude l'essence y prospère bien.

Canton de l'Arbresle (pr. p.). — Peu de sapins. 80 hect. env. en tout, dont 30 sur pentes orientales du mont Arjoux et 25 au bois des Brosses près Savigny (Gros).

Canton d'Amplepuis (pr. p.). — Nous rangeons dans massif tararais les petites sapinières de Thivard et du château de Rochefort, situées entre le Pin Bouchain et Amplepuis, au-dessus de la ligne de Roanne. D'autre part, cette région est le siège, comme nous le verrons, de reboisements assez importants.

Canton de Saint-Symphorien-de-Lay. — Renferme peu de sapins, sauf la commune de Fourneaux qui en possède env. 30 hect. distribués en plusieurs petits massifs. Quelques minces bouquets sur Machézal et Chirassimont.

Canton de Néronde. — Quelques sapins sur St-Cyr-de-Valorges (850 m. env.) et sur Violay.

Canton de Feurs. — Ne contient que rares sapins, mais en stations doublement intéressantes parce qu'elles représentent les derniers vestiges de l'ancienne extension de l'essence, puis parce que ce sont les stations actuelles les plus avancées vers la plaine du Forez, à des altitudes parfois très basses. Telles sont stations des versants du vallon de Fontbonne entre Montchal et la Croix-de-Signy, des env. de Ste-Agathe-en-Donzy et Panisières, à 750 m. d'altit. env. ; de Jas et de Salt-en-Donzy, au pied de la nouvelle route de Feurs à Tarare ; enfin de St-Cyr-les-Vignes, entre Feurs et Saint-Galmier, à 400-500 m. seulement d'altit. Ces trois dernières stations signalées par Legrand (*Statist. botan. du Forez*).

D. — Le Sapin dans les Monts Lyonnais

La région dite des Monts Lyonnais (s. str.) comprend une sorte de vaste parallélogramme limité entre Brevenne et Gier d'une part, entre plaine de St-Galmier et Plateau Lyonnais

d'autre part (1). Elle comprend cantons de Saint-Symphorien-sur-Coise, Vaugneray, l'Arbresle (partie sur la rive droite de la Brevenne), Saint-Genis-Laval, Mornant, Rive-de-Gier (pr. p.), St-Chamond (pr. p.), St-Héand et Saint-Galmier.

Par nos recherches personnelles et par une enquête détaillée dans chaque commune, nous avons pu relever quelques rares et maigres stations du sapin dans les Monts Lyonnais, où le Pin silvestre règne en maître à peu près exclusif. Plusieurs sommets dépassent cependant 900 m. d'altitude : Les Loives (950 m.), Crêt de Saint-André-la-Côte (937 m.), Signal des Verrières (921 m.) à Yzeron, etc.

Canton de Vaugneray. — Rares et petits bois de Pins, mais pas de sapins spontanés, sauf à Saint-Bonnet-le-Froid, où on en observe quelques pieds subspontanés.

Canton de Mornant. — Pas de sapins spontanés. Il existe cependant 2 bouquets de sapins sur le versant de la colline de Chantaloy, près Saint-André-la-Côte, mais introduits il y a 25 à 30 ans par un propriétaire au moyen de plants fournis par l'Etat.

Canton de Saint-Symphorien-sur-Coise. — Pas de sapins vraiment spontanés. Quelques-uns subspontanés à la Machillière (commune de Larajasse-L'Aubépin) où ils forment un bois assez étendu, avec quelques très gros arbres (plantés il y a plus de 100 ans par famille de Jerphanion) qui se ressèment naturellement, donnant de nombreux jeunes plants subspontanés ; un bouquet à l'Etang et quelques pieds isolés au bois de Pinpéneon (même commune).

Quelques sapins isolés (et plantés probablement) vers Montbray et les Loives, à la limite du Rhône et de la Loire.

Canton de Saint-Galmier. — Legrand avait signalé (*loc. cit.*) dans les gorges sauvages de la Coise, à Saint-Médard, l'existence du sapin spontané, à l'altit. de 450 m. environ, en mélange avec Hêtre, Orme, Érable faux-platane, etc.; mais, au dire du frère Anthelme, botaniste ayant résidé dans cette commune, cette station aurait aujourd'hui disparu ; on peut cepen-

(1) V. à cet égard, Cl. Roux : *Etudes géologiques sur les Monts Lyonnais* (Annales Soc. linnéenne de Lyon, 1895, 1896, 1898 et 1900).

dant l'admettre comme certaine. D'ailleurs, aux lieux dits La Brou et Les Palles, il existe actuellement trois bouquets de sapins qui peut-être ont été plantés, mais qui sont entourés maintenant d'autres petits sapins et qui par conséquent se multiplient spontanément. Au lieu du Buyet existait un vieux sapin que la foudre a abattu.

En définitive, le sapin est fort rare, presque absent, dans les Monts Lyonnais d'ailleurs affreusement déboisés et ne possédant plus que quelques petits bois ou bosquets de Pins sylvestres. Nous verrons par la suite les raisons de cette rareté du sapin.

En tout cas, la station de Saint-Médard, ainsi que celles de St-Cyr-les-Vignes et de Salt-en-Donzy suffisent à établir une liaison naturelle entre les sapinières du massif Tararais et celles du Mont Pilat.

E. — *Le Sapin au Mont Pilat*

Le sapin a toujours existé dans le massif du Pilat. Mais les sapinières actuelles, très étendues, 2 à 3000 hectares au total, sont toutes le résultat de plantations effectuées pour remplacer peu à peu les anciennes forêts dévastées; ce sont donc, en réalité, ici comme en beaucoup d'autres points, des sapins subspontanés et même plantés. Sur contreforts du Pilat qui surplombent Saint-Etienne et la rive droite du Gier, le sapin se montre dès l'altit. de 850 m. environ, par ex. au-dessus du Planil, et se maintient jusqu'aux alentours de la Grange (1400 m.) non loin du point culminant (Crêt de la Perdrix, 1434 m.), et sur les territoires de Doizieux, le Bessat, Saint-Genest-Malifaux, Pélussin, etc.

Plus au sud, nous le retrouverons dans les montagnes d'Annonay, en Ardèche-Vivaraïs.

F. — *Lé Sapin dans les Monts du Forez*

Le massif du Forez ou de Pierre-sur-Haute (1640 m.) est assez dénudé, surtout dans ses parties supérieures; les bois forment sorte de ceinture ou bourrelet sombre, mais très discontinu, tout autour du massif, entre 900 et 1400 m.

Selon renseignements de M. d'Alverny (*in litt.*), le sapin se trouve sur tout le versant oriental de ce massif, depuis le canton de Saint-Bonnet-le-Château au sud duquel il est moins abondant, jusqu'à l'extrémité nord du massif, en passant par les cantons de St-Jean-Soleymieux, Montbrison, St-Georges-en-Couzan.

Canton de Saint-Bonnet-le-Château. — Quelques stations dans les montagnes d'Estivareille, Usson, etc. Altit. moyenne 950 m.

Canton de Saint-Jean-Soleymieux. — Sapin y est abondant notamment à Montarcher, La Chapelle-en-Faye, Gumières, sur les sommets du côté de Saint-Anthème, à 1000-1100 m. d'altit.

Canton de Montbrison. — Assez pauvre en sapins; cependant quelques-uns au-dessus de Verrières, de Lérigneux et à Roche. Près de ce dernier village sapin descend à 750 m. d'altit., exposition nord, près du confluent du ruisseau de Roche avec le Vizézy (Legrand, *loc. cit.*)

Canton de Saint-Georges-en-Couzan. — Riche en sapins, notamment aux environs de Saint-Bonnet-de-Coureaux (bois de Regardière, 150 hect.; de Chorsin, 400 hect.; de l'Oulle); de Sauvain (bois des Clats, de la Morte, d'en Garin, de Coleigne; quelques sapins y montent, d'après observations de d'Alverny, à plus de 1500 m. dans la direction de la cime de Pierre-sur-Haute); de Chalmazel (bois de Font Noire et Baillet, de Chapouilloux, de l'Olme, de Bozonnan); de Jensièrre (bois de l'Eversin et de Migoy, 5 à 600 hectares); de Saint-Just-en-Bas, de La Valla.

Canton de Noirétable. — Riche aussi en sapins, surtout sur Saint-Jean-la-Vêtre (bois de la Piaure, 50 hect. etc.), La Chamba (bois Malatray), Noirétable (bois de l'Ermitage, 6 à 700 hect.) etc.

D'Alverny (*in litt.*) évalue, sous réserves toutefois, à plus de 5000 hect. l'étendue totale des sapinières de la grande chaîne de Pierre-sur-Haute, versant de la Loire.

G. — Le Sapin dans les Monts de la Madeleine

Massif du Forez se prolonge directement au nord, sur rive droite de la Durolle, par les Bois-Noirs, au massif du Puy de

Montoncel (1292 m.) aux limites du Puy-de-Dôme, et par les montagnes de la Madeleine (1165 m.) qui vont jusqu'à La Pacaudière et La Palisse.

Sapin y est encore assez abondant.

D'abord, belles forêts d'Arconsat (au-dessus de Chabreloche, limite du Puy-de-Dôme et d'Allier), de Cervières, les Salles, du Puy de Montoncel (Migout, *Flore de l'Allier*, etc.) Dans le canton de Saint-Just-en-Chevalet, on en observe beaux massifs de 1000 à 1500 hect., en très bel état parce que possédés en grandes surfaces par trois riches propriétaires principaux sur Saint-Romain-d'Urfé et Saint-Priest-la-Prugne, entre les Bois-Noirs et la Madeleine. Dans monts de la Madeleine proprement dits, sapin se fait déjà plus rare, quelques centaines d'hectares, notamment belle forêt domaniale de l'Assise (en Allier, communes de la Prugne et environs). Toujours d'après d'Alvernny, toutes ces sapinières sont spontanées. Un peu partout aussi, on y observe, comme dans le département du Rhône, le Pin sylvestre, envahissant quoique maltraité, occupant au total une surface énorme, mais très disséminé par bois et boqueteaux épars; beau et bien traité dans région de Saint-Bonnet-le-Château. Nous en reparlerons d'ailleurs aux reboisements et aux essences forestières diverses.

§ 3. Le Sapin dans l'ensemble du Plateau central

Le centre de la France est occupé par un immense plateau de 800-900 m. d'altit. moyenne, formé de granites, granulites, porphyres et gneiss, sur lesquels se sont superposés, aux tertiaire et quaternaire, les volcans de l'Auvergne (Monts Dôme, 1465 m. au Puy-de-Dôme; Mont Dore, 1886 m. au Puy-de-Sancy; Montagne du Cantal, 1858 m. au Plomb), de l'Aubrac (1471 m.), du Velay-Vivaraïs (Mont Mézenc, 1754 m.; Mont Gerbier des Jones, 1551 m.). Le Plateau Central se prolonge au nord par Morvan, et au sud par Cévennes (1704 m. au Mont Lozère, 1587 m. à l'Aigoual) par lesquelles il se rattache à la Montagne-Noire (1210 m.) et aux Pyrénées. Profondément découpé en compartiments distincts qu'on peut grouper en 2 catégories, de part et d'autre de longue dépression de l'Allier :

1° Sur la rive droite de l'Allier, on trouve successivement :

(a, entre Loire et Rhône, les Monts du Charolais, Mâconnais, Beaujolais, Tararais, Lyonnais, Pilat, Vivarais; (b, entre Loire et Allier, les Monts du Forez prolongés au nord par Bois-Noirs de Montoncelle et par monts de la Madeleine, les monts de Barbézy ou du Livradois entre Ambert et Issoire, et au sud les monts du Velay.

2° Sur la rive gauche de l'Allier, les monts Dômes, le mont Dore, les monts du Cézallier entre Issoire et Murat, le Cantal, les monts de la Margeride, d'Aubrac et du Gévaudan, puis au sud les Cévennes proprement dites avec la Lozère et l'Aigoual.

Le Plateau Central est très peu boisé relativement au reste de la France, quelles que soient d'ailleurs les altitudes, bien moins boisé notamment que le bassin de Paris, aussi l'a-t-on justement appelé *Tête chauve* de la France.

Cependant, on y observe çà et là de belles forêts de Hêtres, Chênes, Châtaigner, Sapins et Pins silvestres.

Abies pectinata y est l'essence dominante des stations élevées; il forme une ceinture très irrégulière et très discontinue, sur la plupart des montagnes, entre 900 et 1.500 mètres (Lecoq et Lamotte, *Catal. rais. des pl. vascul. du Pl. centr.*, 1848.)

Nous l'étudierons par départements, pour plus de commodité.

A. — Le Sapin en Saône-et-Loire, Rhône, Loire, Allier

Saône-et-Loire. — Avons constaté ci-dessus rareté du Sapin en Saône-et-Loire : localisé dans le sud du Charolais et dans quelques points du Mâconnais, vers limites de Rhône et Loire.

Rhône. — Sapin très répandu en Beaujolais, très disséminé en Tararais; très rare, presque absent dans monts Lyonnais.

Loire. — Sapin abondant, sauf en plaine du Forez et sur les hauts sommets de Pierre-sur-Haute. Répandu au Pilat, assez rare dans les montagnes du versant ligérien du Beaujolais et Tararais.

Allier. — N'existe que dans le sud du département, aux Bois-Noirs et Madeleine (L'Assise, près la Prugne).

B. — Le Sapin en Puy-de-Dôme

Rare ou absent dans partie basse centrale (env. de Clermont), mais $\pm$ répandu à l'est (Ambert, versant occidental de Pierre-sur-

Haute), au sud (entre la Dore à Ambert et l'Allier à Issoire, c'est-à-dire dans monts du Livradois ou de Barbézy, surtout aux env. de Saint-Germain-l'Herm), et à l'ouest (région des monts Dômes et Dore, cantonnements de Pontaumur et Rochefort).

Dans monts Dômes, Sapin assez rare cependant; parfois on l'observe à basses altitudes, comme à la chartreuse de Pontgibaud, sur les bords de la Sioule, au milieu des gorges resserrées de cette rivière (Lecoq).

Au mont Dore (Fr. Morel, Lecoq, J. Gay, etc.), *Abies pectinata* forme seul (peu ou pas d'Epicéas), des forêts étendues, atteignant plateau de Bozat, plateau entre la Bourboule et la Tour-d'Auvergne, revêtent pentes comme le versant sud de la vallée de la Bourboule, et occupent de sombres vallées.

On peut citer : forêt de la Roche (entre Bourboule et Tour-d'Auvergne), forêts du Capucin, etc. Ces dernières, comprenant Sapins et Hêtres, recouvrent complètement, au-dessus de 1.000 mètres, le flanc nord de la vallée de la Dordogne, et contiennent la célèbre clairière nommée « Salon du Capucin ».

Aux env. du Plat-à-Barbe notamment, près de la cascade, on voit des Sapins atteignant une prodigieuse élévation (Fr. Morel). Autre sapinière près de la double source de la Dordogne (Dore et Dogne), au pied du Sancy.

Belle sapinière de Chaneau, entre Issoire et le mont Dore, sur flanc occidental de la haute croupe séparant le bassin de la Corrèze de celui de la Dordogne.

Quelques sapins au mont Luguet, dans le massif ou plateau du Cézallier entre mont Dore et Cantal. Peut-être Sapin existe-t-il en quelques points du plateau de Millevaches en Limousin (Corrèze), mais nous n'avons pu avoir confirmation de ce fait.

C. — Le Sapin dans le Cantal

Sapin assez abondant au Cantal : conservation d'Aurillac, cantonnements de Mauriac, Murat, Saint-Flour. Toutefois, Cantal a des sapinières moins étendues que mont Dore; de plus, moins pures, c'est-à-dire mélangées non seulement au hêtre, mais à l'épicéa.

Belles sapinières sur les pentes du Plomb-du-Cantal, surtout au Lioran.

Sapin forme aussi la plus grande partie des Bois-Noirs de vallée du Falgoux, où forêt de ce nom (809 hect.), sur pentes de Puy-Mary, est en Hêtres et Sapins mélangés ; dans ses gorges sauvages, on observe vieux sapins de plus de 3 mètres de tour, tombant de vétusté (Lecoq, Bouquet de la Grye, etc.).

Parfois sapin végète à altitudes inférieures, comme à Champs où forêt située à 7-800 mètres et composée de Sapins, Epicéas, Hêtres.

D. — *Le Sapin en Haute-Loire*

Assez abondant : inspection du Puy, cantonnement de Langeac.

Dans partie sud du Livradois et dans monts du Velay, on observe belles sapinières, comme aux env. de la Chaise-Dieu, au Cratère de Bar, près Allègre, aux env. de Fix, entre Le Puy et Monistrol-sur-Allier, au Bois-de-l'Hôpital (1.423 m.), etc.

Quelques Sapins dans montagnes de Fay-le-Froid, sur pentes occidentales de la chaîne des Boutières.

E. — *Le Sapin dans l'Ardèche*

Assez commun, sauf le long du Rhône ; inspection de Privas, cantonnements de Saint-Etienne-de-Lugdarès et de Largentière.

La chaîne des Boutières et les monts du Vivarais qui réunissent le mont Pilat au massif Mézenc-Gerbier forment toute la partie montagneuse du département (1.150 à 1.300 m. d'altit. moyenne).

Dans le nord, chaîne des Boutières, mont. d'Annonay, Satalieu, La Louvesc, on observe çà et là des Sapins vers les sommets.

Dans le sud, monts du Vivarais, on trouve les belles forêts domaniales de Mazan (1.100 hect.) dans vallée supérieure de la Fontollière, et des Chambons ou du Tanargue (1.400 hect.) près Valgorge, dans vallée supérieure du Lignon.

Quelques autres moins importantes (Cuze, Don, etc.) sur versants escarpés de hautes vallées descendent vers le Rhône.

F. — *Le Sapin en Lozère, Aveyron, Hérault et Tarn*

Lozère. — Sapin y est très rare ; inspection de Mende, cantonnements de Langogne, Le Malzieu, Marvejols et Florac.

Lecoq fait erreur en donnant le Sapin comme « couvrant les croupes de la Margeride ». Au contraire, d'après la plupart des auteurs (M. Boule, etc.), il manque presque complètement, il est remplacé par Pin sylvestre. De même J. Gay (1) dit n'avoir vu aucun Sapin ni Pin (2), mais seulement des hêtres, dans l'Aubrac qui pourtant a des sommets élevés (Les Moussous, 1.405 m.; las Truques, 1.441 m.). En effet, forêt d'Aubrac (2.370 hect.) est surtout une ancienne forêt de hêtres, dévastée aujourd'hui.

Dans les Hautes-Cévennes, aux limites d'Ardèche et Gard, Sapin ne se rencontre plus que rarement, ainsi au mont Lozère, de 1.200 à 1.500 m. d'altit. et seulement aux expositions sud (Boule, etc.). Quant à l'Aigoual, les sapinières qui se voyaient sur ses flancs sont à peu près détruites aujourd'hui (Martel, *Les Cévennes*).

Aveyron. — Sapin absent; signalé cependant à Lacalm, cantonnement d'Espalion, à l'extrémité nord des monts d'Aubrac.

Hérault et Tarn. — Pas de Sapins spontanés dans l'Espérou, la Sésanne, l'Espinouse. Quelques-uns, très rares, en Montagne-Noire, partie sud de l'inspection de Castres.

Deux pieds cités comme rareté près de Bédarrioux (Loret et Barrandon, *Flore de l'Hérault*).

§ 4. Le Sapin dans les Pyrénées

Abies pectinata existe dans toute la région pyrénéenne française, sauf à l'extrémité occidentale; passe à peine en Espagne en quelques points. Nous l'étudierons aussi par départements.

A. — Le Sapin dans l'Aude

Sapin assez rare (excepté reboisements récents) dans région

(1) *Une excursion à l'Aubrac et au Mont-Dore*, dans *Bull. Soc. bot. France*, 1861-1862.

(2) Assertion erronée aussi, car Pin Sylvestre abonde dans Margeride, de 700 à 1200 et même 1300 m. d'altitude (M. Boule, *Guides*).

de Monthoumet; dominant, au contraire, dans partie occidentale, région de Quillan et Belcaire.

Les immenses sapinières de Quillan (6000 hect. env. ; v. tableau général) renferment sapins les plus estimés de France pour qualité et grosseur moyenne des troncs.

B. — *Le Sapin en Pyrénées-Orientales*

Sapin rare dans partie Est (Céret), dominant dans partie centrale (Prades, Mont Canigou), rare dans partie ouest (Montlouis).

C. — *Le Sapin dans l'Ariège*

Assez abondant (subordonné) dans partie nord (Foix). Dominant dans partie sud, montagneuse (St-Girons, Castillon, Seix, Tarascon, Ax).

D. — *Le Sapin en Haute-Garonne*

Rare dans la plus grande partie (région de Toulouse), assez abondant dans partie méridionale (St-Gaudens, Aspet), dominant à St-Béat.

E. — *Le Sapin en Hautes-Pyrénées*

Sapin nul dans partie nord ; rare dans partie centrale (Lourdes, Bagnères-de-Bigorre, Lourdes); dominant au sud (Argelès, Arreau, Bagnères-de-Luchon).

F. — *Le Sapin en Basses-Pyrénées*

Sapin manque dans une bonne partie ; rare dans région d'Oloron ; assez abondant dans partie sud (Laruns, Bedous, Tardet, St-Jean-Pied-de-Port).

§ 5. *Le Sapin en Corse*

Sapin existe un peu partout en Corse mais n'est assez abondant que dans cantonnements de Calvi, Solenzara et Sartène ;

rare dans régions d'Ajaccio, de Corte, dans cantonnements de Vivario, Vico et Ghisoni ; très rare au sud (cantonement de Porto-Vecchio).

La plus grande sapinière domaniale de l'île est à Punte-niello, 300 hect., où sapin mélangé au hêtre.

§ 6. Le Sapin dans les Alpes françaises

Passons en revue *Abies pectinata* dans chaque département.

A. — Le Sapin dans Var et Alpes-Maritimes

Var. — Sapin absent dans Maures et Estérel, mais assez abondant à l'extrémité orientale du département, entre Draguignan et les Alpes-Maritimes.

Alpes-Maritimes. — Sapin manque dans région de Nice ; rare dans région de Grasse et Roquesteron ; dominant dans partie montagneuse, vers frontière d'Italie (Sospel, Puget-Théniers, St-Martin-de-Lantosque, St-Sauveur).

B. — Le Sapin en Basses-Alpes et Vaucluse

Basses-Alpes. — Sapin manque au nord (La Motte du Caire) et au sud du département. Rare dans région de Forcalquier ; assez abondant dans région de Digne et Castellanne ; dominant dans région de Barcelonnette.

Vaucluse. — Manque dans majeure partie. Cependant quelques sapins au sud de Vaison, sur le Ventoux, vers 1200 m. d'altitude, surmontés de quelques épicéas.

C. — Le Sapin en Hautes-Alpes

Sapin assez abondant dans région de Serres, au sud du département ; de même à Briançon, au nord. Rare dans région de Guillestre, très rare dans région d'Aiguilles, dominant dans le reste : Embrun, Gap, Veynes. Dans forêt de Durbon, beaux massifs de sapins de la combe de Rioufroid (1400 m. d'altit.)

D. — *Le Sapin dans Drôme et Isère*

Drôme. — Sapin manque dans partie basse, vers le Rhône. Très rare au sud (Nyons), dominant dans partie montagneuse moyenne (Die, La Chapelle-en-Vercors, Lus).

Isère. — Sapin abondant dans sud et est (Grenoble, Villars-de-Lans, Vizille, Bourg-d'Oisans, La Mure, Mens, St-Laurent-du-Pont où massifs de Grande-Chartreuse, Allevard) ; rare à St-Marcellin ; presque absent ailleurs.

E. — *Le Sapin en Savoie et Haute-Savoie*

Savoie. — Sapin abondant partout : Chambéry, Pont-de-Beauvoisin, Le Châtelard, St-Pierre, Albertville, Moutiers, St-Jean-de-Maurienne, Modane.

Haute-Savoie. — Sapin abondant presque partout : Annecy, Thônes, Faverges, St-Gervais, Bonneville, Cluses, Taninges, Le Biot, Evian, Thonon. N'est rare que le long du Rhône (St-Julien).

N.-B. — Dans les Savoies, le sapin tend à être supplanté par l'épicéa qui y réussit admirablement et s'y propage de plus en plus.

§ 7. *Le Sapin dans le Jura*

A. — *Le Sapin dans l'Ain*

Sapin manque dans la moitié occidentale en plaine ; dans le reste, partie montagneuse, rare dans région de Belley et Ambérieux, assez abondant à Gex, abondant à Nantua, Châtillon, Brenod, Hauteville, Yon-Artemare.

B. — *Le Sapin dans le Jura*

Sapin rare à l'ouest (Moirans, Lons-le-Saulnier) ; assez abondant au sud, à Orgelet, St-Claude (1), Arinthod, Oyonnax, Champagnole, La Joux, Salins ; rare au nord (Arbois).

(1) A St-Claude il y a aussi de belles pessières (Epicéas).

C. — *Le Sapin dans le Doubs*

Sapin spontané très rare ou absent en quelques points du Doubs (St-Vit, Baume-les-Dames); rare dans région de Quingey, Besançon; abondant dans région montagneuse, Mouthe, Levier, Pontarlier, Morteau, Ornans, Vercel, Le Russey, Pierrefontaine, St-Hippolyte; assez rare au nord, Montbéliard.

Les plus belles sapinières de tout le Jura qui sont peut-être aussi les plus belles de l'Europe (Hüffel) sont: la forêt de la Joux (Jura), 2620 hect., altit. 630 à 900 m.; et la forêt contigüe de Levier (Doubs), 2690 hect.

§ 3. *Le Sapin dans les Vosges*

L'ensemble des forêts vosgiennes constitue essentiellement, dit Hüffel, une sapinière immense de 80 kilom. de long sur 8 à 15 km. de large, ensemble près de 80.000 hect., presque d'un seul tenant, surtout sur le grès vosgien (le taux de boisement du grès vosgien est de 72 % en Meurthe-et-Moselle), entre 350 et 1000 m. d'altitude. Les sapinières les plus productives (7 m. cubes) sont en effet sur le grès vosgien; celles, moins nombreuses, sur granite, rapporteraient moins.

A. — *Le Sapin en Haute-Saône et Belfort*

Sapin assez rare sur territoire de Belfort. De même en Haute-Saône, où il ne se trouve que dans région montagneuse, aux environs de Champagny.

B. — *Le Sapin dans les Vosges*

Sapin très rare dans partie ouest du département; assez abondant dans région de Bains, le Tillot, Bruyères; abondant dans le reste, Cornimont, Remiremont, Gérardmer, Corcieux, Brouvelieures, Fraize, St-Dié, Senones, Raon-l'Étape, Rambervilliers, etc. Dans les 27 forêts domaniales (et autant à peu près de non domaniales) du département des Vosges (38,900 hect.), échelonnées du Ballon d'Alsace au Donon, on trouve

24,000 hect. de sapins, 11,000 hect. de hêtres, 3000 d'épicéas et 1000 de pins silvestres.

Les plus belles et plus grandes sapinières sont celles de Senones (3.500 hect.), de Gérardmer (2.470 hect., repeuplée depuis 1830 partiellement en épicéas), de Bruyères-Est (2.270 hect.).

C. — *Le Sapin en Meurthe-et-Moselle*

Sapin abonde dans sud-est, vers les Vosges, dans régions de Baccarat, Badonville, Cirey. Manque ailleurs ou à peu près.

Au bois de Donmartemont, sur plateau de Malzéville près Nancy, *Abies pectinata* descend à altitude assez faible.

§ 9. *Le Sapin en Normandie et Bretagne*

Dans provinces normande et bretonne, le sapin a acquis, ou plutôt conservé en certains points, droit de cité, surtout aux expositions nord et ouest, recevant les vents frais et humides, malgré faible altitude (250 à 400 m. en moyenne).

On trouve, en effet, *Abies pectinata* en plusieurs points des collines du Perche (400 m.), dans l'Orne où il est assez répandu (Hüffel); signalé notamment aux env. de Bagnoles (Albert Fron, *Sylviculture*, 1903) et de Laigle ou l'Aigle. En cette dernière station, les sapinières actuelles sont dérivées spontanément des anciennes sapinières qui y existaient déjà bien avant la Révolution, car Aubry (*Flore de Bretagne*) les y signalait vers 1801 et Delamarre (*Traité de la culture des Pins et autres Conifères*) dit les avoir visitées en 1818.

Cannon (*Semer et Planter*) dit avoir vu en Normandie et Bretagne des sapins de 35 m. de haut.

Le Gall (*Flore du Morbihan*, 1852) signale aussi le sapin en Bretagne et fait remonter son introduction (si introduction il y a eu) à une époque très éloignée.

On trouve encore quelques sapins, fort rares à la vérité, et probablement introduits, dans les départements des Côtes-du-Nord, Eure, Finistère, Ile-et-Vilaine, Loire-Inférieure, Maine-et-Loire et Manche, c'est-à-dire dans toute la région humide et pas trop froide de l'Armorique et Normandie.

CHAPITRE QUATRIÈME

Le Domaine actuel du Sapin hors de France.

Aire d'extension en Europe

Hors de France, *Abies pectinata* n'existe guère, à l'état spontané, formant forêts, que dans l'Europe centrale et méridionale. S'avance cependant jusqu'au Caucase, et peut-être plus loin en Asie ?

D'ailleurs, dans les limites de son aire de dispersion, son abondance est très variable selon les régions. Voici le résumé général, d'après Alph. de Candolle, Nymann, Lecoq, etc.

A. — Le Sapin en Luxembourg et Belgique

En *Luxembourg*, assez rare ; existe cependant en plusieurs localités.

En *Belgique*, presque absent, isolé çà et là. Cependant, un massif de sapins, pouvant être considérés comme subspontanés, existe dans une forêt particulière à Anthée-Miavoye près d'Hastières, province de Namur, dans l'Ardenne belge, non loin de la frontière française (cité par de Kirwan, *Rev. des quest. scientif.* 1904).

B. — Le Sapin en Alsace-Lorraine et Allemagne

Sapin ne paraît pas être spontané en Alsace-Lorraine, ou du moins il n'y est pas abondant. Mais il existe $\pm$ abondamment en Schwarzwald (Forêt-Noire), en Palatinat, dans les provinces rhénanes à Trèves, à Bonn, dans les états de Hesse, Nassau ? principauté de Waldeck et Itter, en Thuringe, en Saxe (à basses altitudes, 120 m. près Dresde et Leipzig), en Silésie même en plaine (Breslau, 140 m.). Manque seulement dans grandes plaines du Nord.

C. — *Le Sapin en Suisse et Italie*

En Suisse, le sapin est relativement peu abondant, mais il existe néanmoins un peu partout sauf en basse Suisse du nord ; l'épicéa tend à le supplanter en beaucoup de points des hautes régions.

En Italie, le sapin existe dans Alpes de Lombardie et du Piémont ; dans Apennins, jusqu'au sud de la péninsule.

Existe aussi en Sicile (Monts Madonie et Nébroses, massif d'Etna).

Manque en Sardaigne.

D. — *Le Sapin en Autriche-Hongrie*

En Autriche-Hongrie, sapin répandu un peu partout, notamment en Galicie et dans toute la chaîne des Karpathes, en Hongrie, Croatie, Transylvanie, Bosnie, etc.

E. — *Le Sapin en Russie et Roumanie*

Abies pectinata s'avance relativement peu en Russie, ne dépasse pas la Podolie, quoique cité par Nymann en Lithuanie, près de la Baltique.

Existe dans les montagnes de Roumanie.

F. — *Le Sapin en Grèce et en Turquie d'Europe*

Sapin assez répandu et signalé par nombreux auteurs en Macédoine, en Thrace, et çà et là dans toute la péninsule des Balkans ; en Péloponèse et dans Iles Ioniennes.

G. — *Le Sapin en Asie Mineure et Caucase*

Sapin existe en Asie Mineure septentrionale, notamment au Mont Olympe de Bithynie, etc. et jusque dans le Caucase (surtout dans la partie occidentale, moins sèche que la partie orientale) où sapin est mélangé à Epicea, Hêtre, Pins, Chênes, etc., jusqu'à 1800 et même 2100 m.

CHAPITRE CINQUIÈME

Résumé. Aire de dépression actuelle du Sapin

Dans cet immense périmètre, le sapin manque çà et là.

En France on ne le trouve pas dans les plaines et dans les grandes vallées ou bassins fluviaux d'Aquitaine, Loire, Seine, couloir ararien-rhodanien. Il manque aussi dans Asturies, dans Brunswick, régions de Göttingue, Francfort, Spa, ainsi que dans les plaines du Volga, la Bessarabie et la Crimée.

En dehors de son aire d'extension, il paraît manquer dans toute l'Asie et, en Europe, dans les pays baltiques, et dans les pays riverains de la mer du Nord (Iles Britanniques, Scandinavie, Hollande, Danemark, etc.

En *latitude*, la limite *nord* du sapin passe donc par le flanc nord des Pyrénées, le Cantal, le Mont Dore, Pontgibaud, l'Assise en Allier, Artus en Charolais, puis franchit la plaine bressanne pour atteindre le bord du Jura à Arinthod et le suivre jusque vers Besançon, puis Belfort, les Vosges, le Luxembourg, l'Ardenne belge ? (50°), puis les provinces rhénanes (51°), Waldeck et Itter (51° 1/4), la Silésie (52°), la Lithuanie (55°), puis la limite s'infléchit vers le sud en englobant la Galicie, les Karpathes, la Transylvanie, la Roumanie, la Thrace et l'Asie Mineure jusqu'au Caucase. La limite *sud* repasse en Asie Mineure, puis en pleine Méditerranée par le Péloponèse, les Iles Ioniennes, la Sicile, la Corse, et revient enfin aux Pyrénées.

Les latitudes extrêmes sont donc, au nord la Lithuanie (55°), au sud la Grèce (37°).

En *longitude* le sapin s'étend depuis les Pyrénées occidentales (5° long. O.) jusqu'au Caucase (46° long. E.).

L'ensemble a la forme d'une *ellipse irrégulière*, embrassant toute l'Europe centrale et méridionale (c'est-à-dire à peu près toute la zone des *plissements alpins tertiaires* qui paraissent avoir influé beaucoup sur cette fixation du sapin), et dont le grand axe va des Pyrénées au Caucase et le petit axe de la Grèce à la Lithuanie.

DEUXIÈME PARTIE

INTERPRÉTATION DES FAITS

Influences écologiques d'où résulte l'aire actuelle du Sapin

CHAPITRE PREMIER

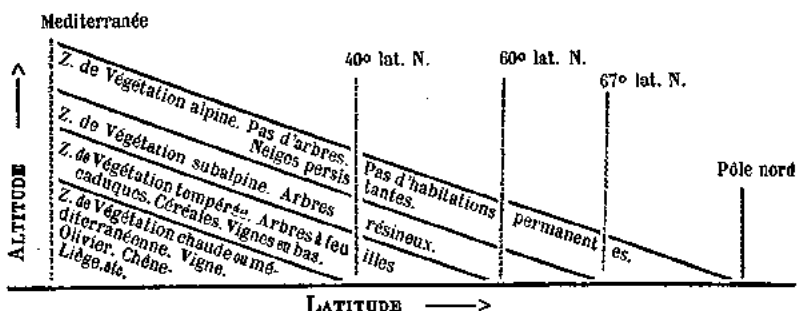
Les Facteurs phytécologiques

La plante, comme tous les êtres vivants, est sensible, elle réagit, elle est excitée par les variations brusques ou même lentes du milieu ambiant.

Un très grand nombre de savants, en tous pays, ont recherché et déjà discerné partiellement les lois de la géographie botanique ou phytécologie. La bibliographie de cette question est considérable. Aussi n'essaierons-nous pas d'en donner ici même un simple aperçu ; résumons seulement les données les plus importantes (travaux de Flahault, Magnin, etc., en France, et de nombreux Allemands). Longtemps, dit Flahault, on s'est borné à ne tenir compte que de la *température* ; on en faisait la seule cause de l'élimination de certaines espèces et on divisait la terre en zones chaudes, tempérées et froides ; il y a du vrai dans cette considération, mais en réalité les causes sont multiples, comme l'observation le démontre. Ainsi que l'a formulé ce même savant, « la répartition des espèces est la *résultante* d'une série de conditions physiques et chimiques agissant sous nos yeux, ou de conditions géologiques antérieures à l'état

actuel de notre globe. La part individuelle de chacune de ces conditions n'est déterminée avec certitude dans aucun cas, croyons-nous ».

La latitude a une influence en ce sens que, sous la même longitude, le niveau de chaque zone végétative s'abaisse à mesure qu'on s'approche du pôle, comme l'indique le schéma ci-après, mais n'en a pas en ce sens que, sous des longitudes différentes, de même latitude, ces zones varient beaucoup selon l'altitude, l'éloignement de la mer, etc., etc.



Les facteurs phytécologiques peuvent se grouper en trois catégories :

1° Facteurs *climatiques* (climatériques, climatologiques) ou météorologiques : température, humidité, lumière, air ; ce sont des facteurs *géographiques*, c'est-à-dire exerçant leur action sur de grandes étendues continentales à la fois.

2° Les Facteurs *édaphiques* (1) ou *gèiques* (2), c'est-à-dire la configuration du sol (relief, altitude, exposition), sa composition chimique minérale (plantes calcifuges ou calcicoles) ou organique (plantes humicoles), sa constitution physique (compacité, perméabilité, etc.) ; ce sont des facteurs *topographiques*, c'est-à-dire variant brusquement d'une localité à une autre.

3° Les facteurs *biotiques* ou *animés*, action des autres végétaux, des animaux et de l'homme sur la plante ; en dendrécologie, l'influence de l'homme acquiert une importance spéciale et de plus en plus grande.

(1) *edaphos*, sol (Schimper, 1898).

(2) Le Dr Saint-Lager, savant botaniste et phytogéographe lyonnais, est le principal promoteur de ce terme, qu'il emploie depuis plus de 25 ans.

Le tableau synoptique ci-après présente la classification résumée des facteurs phytécologiques :

Facteurs phytécologiques	I. <i>Climatiques</i> ou <i>Météorologiques</i>	a. <i>Chaleur</i> (Température). b. <i>Eau</i> (Pluie). c. <i>Lumière</i>. d. <i>Air</i> (Etat hygrométrique, Vent, etc.)	agents géographiques agissant sur de grandes étendues.
	II. <i>Edaphiques</i> ou <i>Géiques</i>	a. <i>Relief</i> (Altitude, Exposition). b. <i>Composition chimique</i> (minérale, organique). c. <i>Constitution physique</i> (Perméabilité, Epaisseur, etc.	agents topographiques variant beaucoup d'une localité à l'autre.
	III. <i>Biotiques</i> ou <i>Animés</i>	α. Intrinsèques - Plasticité spécifique. - Tempérament. - Hérédité. β. Extrinsèques - Végétaux - Mycotrophisme (Symbiose). - Commensalisme. - Concurrence vitale. - Parasitisme. - Animaux - agent destructeur. — conservateur. — propagateur. - Homme	

Dans chacun de ces groupes, il y a lieu de distinguer deux phases, époques ou périodes : la phase ancienne, préhistorique, géologique ou paléontologique, et la phase actuelle ou historique ou moderne.

Trop d'auteurs oublient ou étudient insuffisamment les conditions et influences qui ont agi sur les végétaux aux époques géologiques antérieures à la nôtre. « Les flores actuelles, dit à ce sujet le professeur Flahault, ne représentent qu'un moment dans l'histoire du monde. Le monde vit, donc il évolue, et nous pouvons suivre, par les fossiles, l'histoire de la végétation à travers les âges. Une foule de termes ont disparu, il y a même des flores éteintes (flore carbonifère, etc.), mais ces flores n'ont pas été détruites brusquement, elles se sont succédé, s'éteignant peu à peu, laissant derrière elles des survivants ; elles se sont déplacées lentement vers le sud sous l'influence des modifications de climat... Un certain nombre des végétaux actuels sont donc des survivants. Ces survivants ont des propriétés acquises par une longue hérédité, aussi leurs caractères sont-ils d'autant plus fixes qu'ils sont plus anciens ; certains autres sont plus ou

moins malléables, plus ou moins susceptibles de s'adapter aux conditions extérieures (1). »

Ainsi, outre beaucoup de genres, et même d'espèces, de Cryptogames vasculaires et de Gymnospermes (c'est le cas pour *Abies pectinata*, *Picea excelsa*, *Pinus silvestris*, etc.), on peut, avec Flahault, Saporta, etc., etc., considérer par exemple les végétaux suivants comme étant sûrement quelques-uns des survivants des flores tertiaires :

Le Hêtre (*Fagus silvatica*), plusieurs Chênes (*Quercus*), Platanes (*Platanus*), Erables (*Acer*), le Noyer (*Juglans regia*), le Châtaigner (*Castanea*), le Marronnier (*Æsculus*), les Frênes (*Fraxinus ornus*), etc.), le Lierre (*Hedera helix*), le Fusain (*Evonymus europæus*), l'Épine-Vinette (*Berberis vulgaris*), le Houx (*Ilex aquifolium*), le Buis (*Buxus sempervirens*), plusieurs Vignes (*Vitis vinifera*, etc.), le Figuier (*Ficus carica*), le Laurier (*Laurus nobilis*), le Laurier-rose (*Nerium oleander*), une foule d'autres arbres et arbustes, *Myrica gale*, *Cercis siliquastrum*, *Rhus cotinus* et *R. coriaria*, *Myrtus communis*, *Jasminum fruticans*, *Pistacia terebinthus*, *Capparis*, *Olea*, *Phyllirea*, *Celtis*, *Ligustrum vulgare*, *Anagyris fœtida*, *Vitex agnus-castus*, *Capparis*, *Paliurus australis*, *Osyris alba*, *Ostrya carpinifolia*, *Coriaria myrtifolia*, *Smilax aspera*, *Diospyros*, *Ceratonía siliqua*, etc., des parasites comme le Gui (*Viscum album*), l'*Arceuthobium* de l'Oxy-cède, etc., et enfin des centaines d'espèces herbacées.

Nous allons étudier successivement, dans les chapitres suivants, les différents agents ou facteurs écologiques qui ont influencé autrefois la végétation du Sapin ou qui l'influencent aujourd'hui.

(1) Les mêmes faits s'observent aussi dans tous les groupes du règne animal. Ainsi, à côté de formes qui sont en perpétuelle évolution, on connaît des espèces d'oursins, par exemple, qui se sont maintenues jusqu'à nos jours, sans variation, depuis le crétacé supérieur ! Il est vrai que le milieu marin est constant et que, dès lors, ses habitants ont moins de raisons de varier que les êtres qui vivent sur terre. C'est ce que perdent trop de vue ceux qui nient encore la variabilité de certains types.

CHAPITRE DEUXIÈME

Influence des Facteurs climatiques ou météorologiques sur le Sapin

§ 1. Généralités sur les Climats

On peut nommer *climat* d'un lieu l'ensemble des conditions biologiques dépendant du milieu ambiant aérien. Chaque pays, chaque province, chaque localité même, jouit d'un climat particulier. D'autre part, suivant la latitude, les mêmes conditions se retrouvent à des altitudes diverses, et le niveau de chaque zone de végétation s'abaisse à mesure qu'on s'avance vers le nord; il y a donc un lien étroit entre le climat et la végétation. Mais le climat est, disons-nous, chose très complexe, c'est aussi une *résultante*. Les éléments principaux du climat, ses données fondamentales sont : la température, la pression barométrique, la quantité de pluie, le régime des vents, le nombre et la direction des orages et ouragans, la constitution (état hygrométrique, etc.) de l'atmosphère.

Posons d'abord, avec Flahault (1), quelques axiomes importants :

« 1° A latitude et altitude égales, la moyenne des températures, la fréquence, la quantité et la durée des pluies diminuent rapidement des rivages vers l'intérieur des continents en hiver ; en été, la moyenne des températures s'accroît, au contraire, des rivages vers l'intérieur ; mais la quantité des pluies diminue en été comme en hiver, elles deviennent de courtes et violentes averses.

« 2° Les vents de mer ordinairement humides, favorisent, les vents de terre ordinairement secs, empêchent les précipitations

(1) *Eléments de géographie botanique*, 1901. V. aussi les autres travaux du même savant, et les travaux de Humboldt, Grisebach, Martins, E. Reclus, De Candolle, Dr Magnin, Köppen, Privat-Deschanel, etc.

atmosphériques. Ce sont les vents supérieurs à 500 mètres qui agissent surtout.

« 3° Les courants marins chauds élèvent et égalisent la température sur les côtes qu'ils baignent, et y déterminent des tendances aux averse. Les courants marins froids tendent à abaisser la température, et déterminent des brouillards, mais peu de pluie. »

Tous les facteurs interviennent pour déterminer les caractères de la végétation, aucun n'est exclusif. Cependant, il en est de plus importants les uns que les autres. On peut les classer, en général, suivant leur importance, dans l'ordre suivant :

1° Chaleur ou température ; 2° Humidité ou pluies ; 3° Succession des saisons plus ou moins marquée.

Köppen (*Versuch einer klassifikation der Klimate*, 1900), s'est efforcé de tenir compte, mieux que ces devanciers, de tous les facteurs climatiques, en les subordonnant ; voici, à titre documentaire intéressant, le résumé de sa classification :

A. *Climats mégathermes* ou des plaines tropicales (bois d'œuvre et bois précieux).

1° Climat des Lianes.

2° Climat des savanes tropicales ou du Baobab.

B. *Climats xérophiles*.

α. Climat des déserts sans froid hivernal.

1° Climat du Dattier.

2° Climat des Acacias.

3° Climat de l'Adragante et de l'Alfa.

4° Climat de la Patagonie orientale.

β. Climats des steppes et déserts à hivers rigoureux.

1° Climat du Saxaoub.

2° Climat des prairies-steppes.

C. *Climats mésothermes* ou tempérés chauds. Forêts. Céréales. Fruits.

« Les plus favorables à l'expansion de l'humanité ; ce sont des climats confortables. L'individu, la famille, la communauté, sous ses diverses formes, y trouvent la vie saine, facile, l'aliment abondant, le travail facile en toute saison. Ils semblent représenter le cadre où l'humanité a évolué pendant longtemps.

C'est sous ces climats que se sont développées, sans doute, les plus vieilles civilisations de l'ancien continent. En dehors de l'Eurasie, ils ont attiré les peuples européens à mesure que ceux-ci se sont trouvés à l'étroit chez eux. Les colonies, sous ces climats, marchent vers l'indépendance. » (Flahault).

α. Climats mésothermes à étés chauds et pluvieux, à pluies abondantes en toute saison. Thé, Blé, Maïs, Riz, Coton, Oranger, Citronnier.

1° Climat du Camellia.

2° Climat du Carya.

3° Climat du Maïs.

β. Climats mésothermes à étés secs, à hivers doux et humides (climats *subtropicaux* classiques). Vigne, Olivier, Figuier, Amandier, Châtaignier, Mûrier, céréales diverses.

4° Climat de l'Olivier.

5° Climat des Bruyères.

γ. Climats mésothermes à températures modérées en toutes saisons. Pommes de terre, Céréales.

6° Climat des Fuchsias.

7° Climat des hautes savanes.

D. Climats *microthermes* ou *tempérés froids*. Domaine propre des grandes forêts de feuillus (Chênes...) ou de résineux (Sapins...). Céréales, Chanvre, Betterave, Colza, Tabac, etc., Fourrages permettant élevage intensif.

1° Climat des Chênes à feuilles caduques.

2° Climat du Bouleau.

3° Climat des Hêtres antarctiques.

E. Climats *hékistothermes* ou *froids*. Pas de forêts. Pâturages d'été. Pas d'habitations permanentes des sociétés humaines.

1° Climat du Renard blanc ou des toundras arctiques.

2° Climat des Pingouins ou antarctique.

3° Climat du Yack ou du Pamir.

4° Climat du Chamois ou alpin.

F. Climat du *froid éternel*. Inhabitable.

Ces généralités sur les climats nous ont parues intéressantes et instructives à rappeler avant d'entrer dans l'étude spéciale des influences climatériques sur le Sapin.

§ 2. Les climats anciens en France et en Europe

Dans la première partie, nous avons constaté le fait de l'émigration et de l'expansion simultanées et progressives de l'*Abies pectinata* depuis son berceau près du pôle jusqu'à son aire actuelle.

Evidemment ce fait est en rapport direct avec le refroidissement lent du globe terrestre, en même temps que les saisons, dues surtout à la diminution progressive du diamètre solaire, se sont de plus en plus précisées. Non seulement le Sapin, mais beaucoup d'autres végétaux se sont déplacés lentement vers le sud, sous l'influence des modifications de climat. Ainsi la flore du Groënland qui, au début du tertiaire, ressemblait à la flore actuelle de Madère (palmiers, lauriers, camellias, encalyptus, magnolias, platanes, myrtes etc.) a passé par nos régions et n'a laissé, dit Flahault, dans nos climats que quelques espèces réfugiées (laurier, myrte, vigne). Le même phénomène s'observe aussi pour beaucoup d'espèces animales. Un signe bien caractéristique des temps jurassiques, dit De Lapparent (*Abrégé de géologie*, 1903), est le recul progressif vers le sud des constructions coralliennes qui, après s'être édifiées sans difficultés jusqu'à la latitude du nord de l'Angleterre, seront, à la fin de la période jurassique, reléguées au sud du parallèle de Lyon.

Jusqu'à la fin de la période jurassique cependant, la température moyenne était partout très élevée et les saisons n'existaient pas. Aussi le domaine des Conifères n'avait-il guère varié encore.

A l'époque *infra-crétacée*, « les mêmes associations de types tropicaux avec des Sapins et des Cèdres se retrouvent à la fois dans l'Europe centrale et près du pôle, au Groënland. Cependant, les peupliers apparaissent dans cette dernière contrée, comme indice d'une différenciation des climats, déjà prononcée dans la zone arctique. » (De Lapparent, *loc. cit.*)

A l'époque *crétacée*, le caractère de la flore, dit encore ce savant, consiste dans l'épanouissement définitif des plantes dicotylédones angiospermes, ou à feuilles caduques, qui annoncent le jeu des saisons. Dès lors, la flore de nos contrées présente la juxtaposition de deux catégories de types, les uns destinés à disparaître ou à être refoulés vers le sud, les autres devant for-

mer le fond de notre végétation indigène ; en effet, peupliers, hêtres, châtaigniers, platanes, sapins, pins, etc. se trouvaient associés aux palmiers, lauriers, pandanées ; et la flore crétacée du Groënland (platanes, chênes, diospyros, etc.) démontre la douceur du climat qui régnait alors aux plus hautes latitudes.

Au moment où s'ouvre la *période éocène*, la température moyenne des pôles est encore supérieure d'environ 20° à celle qui y règne aujourd'hui. En Europe, l'hiver est encore presque nul ; la température moyenne s'y élève, grâce aux courants chauds et aux vents apparus avec les nouvelles mers nummulitiques, jusqu'à 25°, et la flore de France et d'Angleterre a un caractère tropical, reléguant sur les montagnes les arbres à feuilles caduques et la plupart des conifères.

A l'*oligocène*, la surrection alpine modifie le relief et les mers de l'Europe, et fait apparaître des courants froids qui abaissent légèrement la température. Dans nos régions, de grands lacs se forment sous un régime d'humidité avec température égale et encore élevée (20 à 22°).

Au *miocène*, l'hiver est très doux, ne suspendant pas la végétation, à peu près comme aujourd'hui à Madère ; l'été est pluvieux ; la température moyenne, tout en continuant à s'abaisser lentement, est encore d'à peu près 20°.

Le refroidissement lent de la zone tempérée commence à se manifester par la marche envahissante des arbres à feuilles caduques et des conifères (Sapin), et par la rareté plus grande des palmiers.

Donc, élimination graduelle des types les plus tropicaux et introduction graduelle de formes affines aux formes actuelles. Mais, ajoute de Lapparent, la proportion encore considérable de plantes à feuilles persistantes montre que l'hiver n'amenait pas le repos complet.

Au *pliocène*, la température moyenne, dans nos régions, n'est plus, pendant la première partie de la période, que de 17° environ, comme le prouve la présence de l'*Abies Pinsapo* dans les cinérites du Cantal : cet arbre, en effet, vit aujourd'hui en Espagne, à la température moyenne de 17 à 18°.

Ce Sapin coexistait au Cantal avec *Bambusa lugdunensis*, *Smilax mauritanica*, *Sassafras officinarum*, *Vitis subintegra*, etc., plantes également thermophiles. Or, dans ces mêmes cinérites, on rencontre aussi *Abies pectinata*, (var. *pliocenica*),

Ruscus aculeatus, *Populus tremula*, *Carpinus orientalis*, *Fagus silvatica* (var. *pliocenica*), *Quercus*, *Hedera helix* (f. *reptans*), *Corylus*, *Tilia*, *Acer*, etc. beaucoup moins thermophiles.

Ce mélange était-il réel ? Non, il n'est qu'apparent ; les feuilles ont été mélangées pêle-mêle par le vent violent qui a transporté aussi les cendres à de grandes distances, mais en réalité, les arbres étaient *étagés* sur les flancs de la montagne comme ils le sont d'ailleurs aujourd'hui (en espèces différentes), selon leurs exigences calorifiques.

L'exode vers le sud des types thermophiles, animaux et plantes, s'accroît au pliocène, en même temps que le nombre est croissant d'espèces dont beaucoup persistent actuellement. Ce sont donc bien, comme le dit Rames (*Bull. Soc. géolog. de France*, Session à Aurillac, 1884), des changements dans les conditions climatiques qui ont opéré le *sarclage* absolu de certaines espèces qui, primitivement étaient répandues dans toute la zone tempérée boréale, jouissant d'un climat doux, égal et humide.

Le refroidissement, dont cet exode vers le sud est la preuve manifeste, s'accroît rapidement et, s'accompagnant d'un régime de pluies et de neiges, c'est-à-dire de grande humidité, dont la cause exacte n'a pas encore été élucidée, il amena les grandes extensions glaciaires de la fin du pliocène et du quaternaire.

Au quaternaire, le Sapin vivait encore un peu partout en Europe, et pendant les phases interglaciaires, il reprenait une partie de son ancien domaine vers le Nord ; c'est ainsi qu'il remontait jusqu'aux îles Orcades et Shetland, au nord de l'Angleterre.

Ce fait, joint à celui que cet arbre non seulement peut encore vivre en Angleterre actuellement, y mûrir ses graines et même s'y semer et s'y propager naturellement, quoique n'y étant plus à l'état véritablement spontané, prouve que l'espèce a été chassée à une époque reculée, dit De Candolle, par une cause commune à tout le nord de l'Europe, cause qui aurait cessé d'agir depuis quelques milliers d'années. Cette cause générale, c'est bien le refroidissement progressif des régions du nord, accentué surtout à partir de la période glaciaire qui cependant était caractérisée plutôt par une humidité excessive que par une très

basse température. Mais cette cause n'est pas la seule, en ce qui concerne l'Angleterre, il faut aussi faire intervenir le creusement définitif de l'Atlantique nord, de la Manche, de la mer du Nord et de la Baltique, c'est-à-dire la formation de ce fossé marin qui sépare définitivement les Îles Britanniques et la Scandinavie de l'Europe centrale.

Le retour du sapin vers le nord aurait peut-être été possible au moins en certains points, si ces mers n'avaient mis obstacle à sa propagation naturelle.

Il est même probable que, pendant la période glaciaire, le sapin dut se réfugier dans les continents qui occupaient l'emplacement de la Méditerranée actuelle. Ces continents s'effondrèrent aussi à une époque relativement récente, pour former le Golfe du Lion, la Mer Ligurienne, la Mer Tyrrhénienne, la Mer Egée, l'Adriatique, la Mer Ionienne, etc. et dans les îles (Corse, Sicile, Îles Ioniennes, etc.) qui sont les derniers vestiges de ces anciens continents en grande partie effondrés, on retrouve effectivement le Sapin, comme nous l'avons vu dans l'étude de son aire de dispersion actuelle.

Nous arrivons ainsi à la période climatérique historique : Après l'époque glaciaire, l'humidité diminua de plus en plus, la température se radoucit et permit au sapin d'envahir à nouveau vers le nord, après la fonte des glaces, les pentes de toutes les montagnes de l'Europe centrale, où nous le trouvons encore aujourd'hui. Il n'est même pas impossible que dans l'avenir le Sapin remontera de plus en plus au nord et reconquerra une bonne partie de son ancien domaine ; le mouvement semble se dessiner déjà, car on observe sinon un certain réchauffement de la température moyenne générale, surtout aux pôles, mais encore une diminution lente de l'humidité et des précipitations atmosphériques que les uns attribuent précisément au déboisement exagéré de l'Europe, et que d'autres croient devoir rapporter à des causes plus générales (sorte de période interglaciaire, pouvant durer 15 à 20.000 ans). Le fait est que les glaciers des Alpes diminuent, beaucoup même ont déjà disparu ou sont en voie de disparition. Les explorateurs des pôles remarquent aussi le recul progressif des glaces et la diminution des banquises : au pôle sud, le recul de la grande banquise serait, d'après les récentes explorations, de 1 kilomètre par an. Mais ne nous aventurons pas trop, car nul ne peut prévoir l'avenir.

§ 3. Les climats actuels en France

Nous empruntons au chapitre *Climat et végétation de la France* des *Eléments de géographie physique* du professeur Flahault la plupart des données qui suivent :

La France appartient pour la majeure partie, au groupe des climats tempérés froids.

1° *Les plaines et les basses montagnes de la France appartiennent au climat des chênes à feuilles caduques* qui détermine en Europe la *région tempérée des forêts de l'Europe occidentale*, caractérisée par des étés tempérés et pluvieux, des hivers humides et froids. Température moyenne du mois le plus chaud, 13 à 22°; du mois le plus froid + 6° à — 26°. Température moyenne supérieure à + 10° pendant 4 mois au moins. Chênes et arbres similaires, en forêts : Hêtre, Charme, Orme, Frêne, Tilleul.

La région tempérée des forêts de l'Europe occidentale comprend trois domaines :

A. *Domaine atlantique*, divisé en deux secteurs :

a) *Secteur aquitain* (climat *gironдин* d'E. Reclus). Tempér. annuelle 12°. Moyenne de l'été 21 à 22°; de l'hiver + 5 à + 6°. Pluies abondantes, 1 mètre à 1 m. 50.

Plaine de Toulouse et Lauragais; forêts des Landes et Périgord. Vins bordelais et des Charentes. Bocages de Vendée et du Poitou.

b) *Secteur armorico-ligérien* (climat *armoricain*). Tempér. ann. 12°; de l'été, 17°; de l'hiver + 5°. Pluies abondantes, 1 mètre à 1 m. 50.

Iles bretonnes et anglo-normandes. Ceinture dorée de Bretagne. Anjou, Touraine, Berry, bois de la Sologne.

B. *Domaine des plaines et collines du Nord européen continental*. En France en font partie les hauteurs de Bretagne, du Bocage normand, du Cotentin; Perche, Bray, Boulonnais, Flandre, Beauce, Brie, Picardie, Artois, Ile-de-France et Champagne. C'est le climat *séquanien*. Tempér. ann. 11°. Eté, 18°. Hiver, 3°. Pluies modérées en toute saison 500 à 750 millimètres.

C. *Domainé des plaines et basses montagnes de l'Europe occidentale.* Son niveau supérieur est fixé par la limite inférieure des forêts de la zone subalpine. Pays de forêts.

Comprend, en France, les trois secteurs suivants :

a) *Secteur des basses montagnes au nord des Alpes (climat vosgien)* : Ardenne, plateau de Lorraine et de Langres, Côte-d'Or, Vosges.

Hiver rude, été court et souvent pluvieux. Temp. ann. 9°. Été, 20°. Hiver, 2°. Pluie de 750 mm. à 1 m. 50. Forêts des Ardennes, de Lorraine, des Vosges.

b) *Secteur des Préalpes occidentales et des plaines rhodaniennes (climat rhodanien)* : Préalpes, Jura, Bourgogne, vallée moyenne du Rhône. Été chaud et sec, hiver glacé par les vents descendant des hautes vallées. Tempér. ann. 11 à 13°. Pluie 500 mm. à 1 mètre.

Forêts et pâturages du Jura. Industries du bois. Fromages, laiteries. Forêts de la Grande-Chartreuse et du Vercors. Montagnes dénudées de Provence, transhumance.

c) *Secteur du Massif Central (climat auvergnat)*. Les sommets volcaniques appartiennent à la zone subalpine. Été chaud, hiver rude. Tempér. moy. 9 à 10°. Été 17-18°. Hiver 3°. Pluies, 900 mm. à 2 mètres. Forêts de hêtres, pins sylvestres, sapins dans la partie supérieure.

Terres granitiques froides : Limousin, Rouergue (Ségala), Cévennes, etc.

Terres volcaniques chaudes (présence de calcaire) : pâturages du Cantal, de l'Aubrac, des Puys, du Mont Dore, du Mézenc.

Riches alluvions des vallées : Limagne, Bourbonnais, plaines du Roannais et du Forez.

2° *Les hautes montagnes de la France appartiennent au climat tempéré-froid du Bouleau ou climat des forêts de Conifères, et au climat froid du chamois ou alpin.* Ces deux zones climatiques superposées constituent respectivement la zone subalpine et la zone alpine de la région des hautes montagnes de l'Europe.

a *Zône subalpine ou des forêts de résineux avec pâturages.* S'étend de la limite supérieure des arbres à feuilles caduques jusqu'à la limite supérieure de la végétation arborescente. Mieux caractérisée par les Conifères que par le Bouleau ; en

effet, les forêts de résineux la couvrent partout où elles n'ont pas encore été détruites : Epicéa, Mélèze, Pin de montagne, Pin cembro. Le Pin sylvestre et le Sapin s'y élèvent çà et là assez fréquemment. Dans nos montagnes, cette zone est située depuis 1400-1600 mètres (sommets du Massif central, Jura, Corse), jusqu'à 2300-2500 m. (Alpes, Pyrénées).

β. *Zône alpine.* — Plus d'arbres, prairies alpines. Habitable 3 mois seulement.

Ainsi qu'il est facile de s'en rendre compte par ce tableau, on peut prévoir déjà ce que nous préciserons plus loin, à savoir que le sapin végète à la limite de la région tempérée froide des forêts de l'Europe occidentale et de la zone subalpine des hautes montagnes ; il élit domicile, selon le cas, dans l'une ou l'autre ou dans les deux ensemble, plus souvent toutefois dans la première (à la partie supérieure). Il n'y a d'ailleurs, on le conçoit, aucune limite nette entre ces deux régions climatiques qui passent l'une à l'autre et chevauchent l'une sur l'autre par des passages insensibles. De plus, leurs limites altitudinales varient selon la latitude, l'éloignement de la mer, l'exposition, etc. Ainsi, la zone des feuillus qui s'élève à 1100-1400 m. dans le Massif central et les Préalpes, monte à 1800 m. en certains points des Pyrénées, etc.

3° *La région méditerranéenne de la France appartient au climat tempéré-chaud de l'olivier.*

4° *Le rivage océanien français* constitue un territoire spécial sous l'influence directe du sel marin.

Cherchons maintenant, en ce qui concerne le sapin, surtout dans le Plateau central et la Région lyonnaise, à préciser l'influence respective de chacun des principaux éléments du climat : température, eau, lumière, air.

Mais, avant d'aborder cet examen, joignons-nous à Privat-Deschanel pour constater et déplorer le manque de données précises sur ces éléments du climat. Dans le Plateau central et dans la Région lyonnaise en particulier, le peu de durée des observations climatologiques dans chaque station (2, 3, 5, 20 ans au plus) ne permet guère l'établissement de moyennes sérieuses ; les interruptions sont d'ailleurs fréquentes et suffisent à fausser les moyennes. En général, ajoute ce géographe, le travail est mal fait ; ainsi, la moyenne réelle ne coïncide pas

souvent, comme on pourrait le croire, avec la moyenne mathématique des minimums et maximums journaliers ; donc, nous n'avons presque pas de données suffisantes pouvant servir de base solide à une étude complète. Aussi resterons-nous le plus souvent dans les grandes lignes, sans chercher trop de détails.

§ 4. Influence de la température sur le Sapin

Il y a lieu d'admettre pour la végétation du sapin comme pour celle de tous les autres végétaux, un minimum et un maximum de chaleur, c'est-à-dire deux limites extrêmes de température en dehors desquelles il meurt, et, entre ces deux termes opposés, une certaine quantité ou somme annuelle de calorique qui lui est nécessaire et qui correspond à peu près, à ce que les observations déjà faites semblent indiquer approximativement, à une température moyenne de 7 à 11°.

Plusieurs savants (De Candolle ; Grandeaun, *la Nutrition de la Plante*, 1879, etc.) ont bien mis en relief cette exigence par chaque espèce végétale d'une certaine *somme de chaleur annuelle*. Il serait donc inexact de dire du sapin, parce qu'il vit ordinairement sur les montagnes, qu'il *recherche le froid*, ce que semblerait indiquer en effet l'aphorisme de Linné ; c'est plutôt parce que, sur ces montagnes et parfois aussi dans les plaines, il trouve à la fois des limites extrêmes convenables et une somme annuelle de chaleur nécessaire et suffisante pour sa végétation. En d'autres termes, la végétation de l'*Abies pectinata* s'effectue le mieux dans les stations où, toutes autres conditions réalisées et convenables d'ailleurs, règne une température moyenne correspondant à une certaine somme annuelle de calorique, et comprise entre deux extrêmes à peu près déterminés.

L'action de la chaleur sur les plantes, dit à ce sujet le Dr Magnin dans son *Cours de géographie botanique*, se subordonne dans son effet utile à ce qu'on peut appeler la *loi de l'optimum* ; une élévation de température est utile si elle ne dépasse pas une certaine limite ; si, en même temps que la température s'élève, les autres facteurs de la vie (lumière, matières nutritives du sol, eau, etc.) restent constants, une nouvelle quantité de chaleur ne sert plus à rien ou est nuisible. La même règle peut s'appliquer à l'humidité de l'air, du sol, etc.

Pour le sapin, nous venons de dire que la température moyenne qu'il semble préférer est comprise entre 7 et 11°. Quant aux extrêmes qu'il peut supporter, l'observation de ses stations dans toute l'étendue de son aire de dispersion montre qu'il supporte rarement d'une part un hiver dont la température moyenne est inférieure à -4° ou dont le mois le plus froid (janvier) a une température moyenne inférieure à -6° , et d'autre part un été dont la température moyenne dépasse 18 à 20°.

Cependant il supporte encore mieux, croyons-nous, pourvu que les autres conditions soient bonnes, des périodes de chaleur (sans sécheresse) que des hivers trop rigoureux ; ses origines, ses migrations et même sa distribution actuelle le prouvent. Christ (*Flore de la Suisse*) ne craint même pas de traduire ce fait en disant que le sapin est un arbre des régions méridionales. De Candolle également avait déjà bien reconnu que non seulement le sapin, mais le Houx, le Hêtre et le Frêne, la Coronille, le Jasmin, le Rhododendron, sont arrêtés du côté du nord-est et de l'est de l'Europe au moins autant par les froids excessifs de l'hiver que par la sécheresse trop grande de l'été. Le sapin en particulier est, dit cet auteur, arrêté sur le flanc des montagnes par les froids rigoureux d'environ -4° à -6° de moyenne hivernale, ou $-4^{\circ}5$ à $-6^{\circ}5$ de moyenne du mois de janvier, par une sécheresse trop grande des régions supérieures agissant concurremment avec les froids trop rigoureux de l'hiver, et par un défaut de chaleur qui se présente rarement parce que les causes précédentes l'emportent presque toujours.

Si l'on considère séparément les stations actuelles du sapin en France, particulièrement dans le Plateau central et la région lyonnaise, on voit se confirmer à peu près partout, indépendamment des autres conditions, les données que nous venons de résumer. Ainsi en Beaujolais, Tararais, Forez, Pilat, etc., l'*Abies pectinata* s'observe toujours dans les lieux à température moyenne de 8 à 10°, qui se trouvent compris entre 700 et 1300 mètres d'altitude.

§ 5. Influence de l'humidité sur le Sapin

On a beaucoup discuté sur la quantité d'eau exigée par certaines plantes, et par le sapin en particulier. Il est de fait que le

sapin ne prospère bien que dans les localités où il pleut assez abondamment. Mais qu'en conclure ? Est-ce la quantité de pluie qui attire la forêt de sapins, ou est-ce la forêt de sapins qui attire la pluie ? Cercle vicieux dont il est facile de sortir lorsqu'on ne s'y enferme pas volontairement.

D'abord, il est bien vrai que les pentes des montagnes sont couvertes de forêts d'autant plus épaisses que les précipitations atmosphériques y sont plus abondantes : partout une zone de forêts marque le niveau des condensations atmosphériques (Flahault). D'autre part, l'Europe occidentale, relativement étroite et échancrée de toutes parts par des bras de mer, est à climat plus égal et plus humide que l'Europe orientale dont l'éloignement de la mer rend le climat plus extrême et plus sec (cl. continental).

Depuis longtemps, De Candolle et autres ont remarqué que le sapin est arrêté dans l'est de l'Europe par la sécheresse trop grande des étés, tandis qu'au contraire c'est plutôt l'excès d'humidité qui l'arrête dans l'ouest et dans le nord-ouest, ainsi que dans le nord de l'Allemagne. De même la sécheresse est souvent trop grande en été sur les hautes montagnes; ce qui empêche le sapin de monter trop haut.

« Il semble, disait un forestier au Congrès de sylviculture de 1900, que le sapin ne peut se maintenir que là où la chute d'eau annuelle atteint au moins *un mètre*, dont le cinquième revenant aux trois mois d'été ; c'est cette exigence, la plus nette qu'il manifeste, qui arrête son extension vers les plaines à climat sec de presque toute l'Europe ; elle l'exclut aussi des régions supérieures de la montagne où la sécheresse de l'air est souvent excessive et où les pluies sont moins abondantes qu'aux altitudes moyennes. »

Dans la région lyonnaise, Legrand (*loc. cit.*) et le D^r Magnin ont également indiqué cette exigence du sapin.

Voici un tableau, d'après le service des Ponts-et-Chaussées, des quantités moyennes de pluie dans les massifs montagneux de la région lyonnaise (1) :

(1) Ce tableau est extrait du mémoire de M. Vessiot sur les Reboisements dans la Loire.

**TABEAU des moyennes des pluies, en millimètres,
dans les massifs montagneux de la Région lyonnaise**

MASSIFS MONTAGNEUX	Hiver	Printemps	Été	Automne	Demi-année froide	Demi-année chaude	Moyenne annuelle
Monts Lyonnais.....	145,5	221,6	207,3	259,8	400,1	434,1	834,2
Monts du Beaujolais..	181,5	229,3	263,3	261,8	444,8	491,1	935,9
Mont Pilat.....	190,9	297,7	299,9	335,7	560	584,2	1144,2
Monts du Forez.....	111,5	156,1	163,3	201,8	328,9	320	648,9
Monts de la Madeleine	179	191,2	235,6	292,8	416,9	481,7	898,6

Le massif du Pilat (1434 m.) est celui qui reçoit le plus de pluie ; puis viennent les monts du Beaujolais (1012 m.), de la Madeleine (1290 m.), du Lyonnais (950 m.), et enfin le massif du Forez (1640 m.). En général la saison sèche est l'hiver, la saison pluvieuse est l'automne.

Mais il ne faut pas trop se fier aux statistiques et aux moyennes mathématiques. D'abord, parce que dans un même massif montagneux les moyennes varient en un même lieu selon les périodes d'années prises comme éléments ; la moyenne annuelle varie aussi selon les années considérées isolément ; enfin et surtout, la moyenne peut être très différente en deux localités très voisines. Ainsi, dit Audin, il tombe 1250 mm. d'eau sur les grandes forêts d'Ajoux, tandis que la moyenne générale du Beaujolais n'est que de 825 mm. (le tableau ci-dessus donne 935 mm.) Cela prouve en tout cas que la forêt attire la pluie, (v. ci-après) En prenant la moyenne dans deux années isolément ; on a des chiffres encore plus disparates. A Tarare, on a trouvé 560 mm. pour une année et 1085 pour une autre ; à Villefranche 466 et 939 ; à Saint-Laurent-d'Oingt, 388 et 781 ; à l'Arbresle 490 et 1039 !

De même la moyenne de chaque saison peut varier de 70 % selon les années ; ainsi par exemple, à Tarare, en trois ans, on a vu un été de 86 mm. 9 et un autre de 317 mm. ; aux Sauvages l'automne a varié de 90 à 315 mm. (Privat-Deschanel).

La moyenne des pluies reste donc toujours très relative. Pour la France entière, elle est de 770 mm.

Les localités très encaissées sont relativement peu arrosées ; ainsi en est-il pour Tarare par rapport aux sommets voisins

(Les Sauvages, etc.); enfin, sur chaque massif montagneux et même sur chaque montagne du Plateau Central, les pentes les plus arrosées sont celles qui regardent le sud-ouest et le nord.

Il n'existe toutefois qu'un rapport relatif, et non constant, entre l'altitude et la quantité d'eau tombée, car cette dernière varie aussi selon la proximité plus ou moins grande de la mer, et selon..... l'étendue et la nature des forêts qui les recouvrent. S'il est vrai que, sur les pentes des montagnes, la zone des forêts coïncide avec la zone de condensation maxima, et que ces pentes soient d'autant plus garnies de forêts que les précipitations atmosphériques y sont plus abondantes et plus régulières, il est vrai également que les forêts attirent les pluies. Comme le dit Flahault, si la forêt est l'expression du climat, elle *retient aussi sur lui*. Si donc, par exemple, le Beaujolais se montre très boisé, surtout en Sapins, tandis que le Lyonnais est très peu boisé, surtout en Sapins, ce n'est peut-être pas parce qu'il pleut davantage en Beaujolais qu'en Lyonnais.

La preuve en est dans cette énorme différence, relevée par Audin, en deux points différents du même Beaujolais : s'il tombe 1250 mm. d'eau sur les grandes sapinières d'Ajoux c'est parce qu'elles condensent les nuages et *font pleuvoir*, tandis que dans le reste du Beaujolais, comme en Lyonnais, il tombe d'autant moins d'eau que les forêts sont plus disséminées et plus petites.

Le fait que les forêts attirent les pluies est confirmé par toutes les recherches et observations faites non seulement en France, mais en Russie, en Allemagne, et jusque dans les Indes. Mathieu de Nancy a trouvé que la tranche pluviale est souvent de 15 centimètres plus épaisse en forêt qu'en terrain découvert. Ebermayer en Allemagne, Blanford aux Indes, etc., ont constaté que la hauteur de pluie est en moyenne de 12 0/0 plus grande en forêt qu'en plein champ. « Les forêts jouent donc bien, dit Jolyet, *le rôle de condensateurs, comme les montagnes*, et peuvent, jusqu'à un certain point, *suppléer celles-ci* dans les régions de plaines. *Ce sont des montagnes artificielles de 1500 mètres de hauteur.* »

A Lamure-sur-Azergues, en Beaujolais, Servier a même entrepris des reboisements « avec la préoccupation constante d'améliorer le régime météorologique de ses propriétés » ; d'après ses observations, il pleut même davantage sur les aspinières, et

sur les forêts de résineux en général, que sur les forêts de feuillus : 110 sur les résineux, 105 sur les feuillus, pour 100 en terrain nu.

Ce n'est donc pas *uniquement* parce que les nuages se condensent surtout sur les flancs des montagnes que les forêts s'y installent de préférence, mais c'est parce que là, elles trouvent *l'ensemble des conditions* de température diurne ou nocturne, d'humidité, d'état de l'air, etc. qui leur convient le mieux.

Le sapin peut même prospérer aussi bien dans les plaines ou sur les basses collines (Normandie, Perche, Bretagne, Saxe, Silésie, etc.) que sur les montagnes, pourvu qu'il y trouve les conditions convenables à sa végétation. L'aphorisme de Virgile, *Abies in montibus altis*, ne doit donc pas être cité comme un axiome. Si l'on reboisait le Lyonnais, dont la surface boisée actuelle est à peine le dixième de celle du Beaujolais, il y pleuvrait autant que dans ce dernier pays, et le sapin y vivrait aussi bien, sans doute. Donc, il est tout aussi vrai de dire qu'il pleut davantage en Beaujolais et au Pilat parce que ces montagnes sont encore relativement très boisées, ou qu'il pleut moins en monts Lyonnais parce qu'ils sont trop déboisés, que de dire que le sapin n'existe pas en Lyonnais et abonde en Beaujolais et au Pilat parce qu'il y pleut davantage. Mais nous parlons de déboisement et de reboisement; l'homme entre ici en cause, n'anticipons pas.

Enfin, est-il bien vrai que le Sapin *absorbe beaucoup d'eau*? C'est douteux, car en tout cas il en exige beaucoup moins que les feuillus et beaucoup moins aussi que d'autres conifères tels que l'Épicéa et même le Pin sylvestre. Cela peut paraître paradoxal pour cette dernière essence qui, on le sait, résiste pourtant mieux que le Sapin à la sécheresse. Pour expliquer cela, il faut avoir recours aux données physiologiques, ainsi que nous le verrons au chapitre des mycorhizes; les expériences de Nobbe ont parfaitement démontré que, pendant le même espace de temps (six mois de végétation), le Pin sylvestre absorbe beaucoup plus d'eau que l'Épicéa, et ce dernier davantage que le Sapin.

N'exagérons rien cependant, et admettons pour notre *Abies pectinata* une hygrophilie très faible, mais réelle, et concluons : dans la nature, le Sapin s'installe sur les flancs des montagnes ou bien dans les plaines lorsque l'ensemble de ses exigences biologiques y est réalisé, parmi lesquelles une quantité assez élevée (800 mm. à 1 m.) d'eau.

§ 6. Influence de la lumière sur le Sapin

Pendant toute l'ère *primaire* de la vie du globe, la lumière du soleil n'arrivait à la terre que tamisée et voilée par des nuées et des vapeurs épaisses ; ce fut le règne des cryptogames vasculaires, des muscinées et de certaines thallophytes.

Dès la fin des temps primaires, coïncidant avec l'apparition des principaux types primitifs de Conifères, la purification de l'atmosphère, accentuée peu à peu depuis le carbonifère, devint à peu près complète ; toutefois la transparence de l'air ne fut bien effectuée que dans le cours de l'époque jurassique, c'est pourquoi les conifères, qui se développèrent dans une atmosphère quelque peu terne, acquirent la faculté de végéter dans l'ombre des forêts, tandis que les autres phanérogames (Angiospermes) ont eu, au contraire, dès leur origine et leur épanouissement, au milieu des temps secondaires, besoin de lumière *directe* du soleil. C'est un fait connu depuis longtemps des botanistes que les graines de Conifères, germées à l'obscurité, donnent néanmoins des plantules *vertes* ; c'est un fait non moins connu que les Conifères peuvent végéter dans des conditions d'insolation défectueuses, faculté que ne possèdent pas les essences feuillues.

Les Conifères, et le Sapin en particulier, n'exigent donc pas, pour prospérer, une lumière solaire bien continue.

C'est pourquoi le Sapin prospère très bien à l'exposition nord, où l'insolation est moins intense et moins longue qu'aux autres expositions.

Le Sapin résiste mieux que les Pins et que l'Epicéa à un *couvert* prolongé, c'est ce qui fait son avantage pour la transformation des taillis de feuillus en futaies résineuses. Ce fait paraît être aussi en rapport avec la mycotrophie très constante des Sapins. Toutefois, il ne faut pas oublier que la forme conique des Conifères permet à toutes leurs branches, même lorsque les arbres sont serrés, de recevoir la lumière ; et dans les massifs mélangés, les essences caduques se dépouillent de leurs feuilles de novembre à avril, et pendant ce temps, les conifères et les plantes herbacées « silvicoles » peuvent « faire provision de lumière ».

§ 7. Influence des états de l'air sur le Sapin

Les variations de l'état de l'atmosphère aux divers points de vue (nébulosité, brouillards, brumes, état hygroscopique, évaporation, gelées de printemps ou d'automne, vents, orages, etc.) ont été jusqu'ici fort mal étudiées, dans le plateau central et la région lyonnaise. On ne peut se fier sur les racontars des paysans ni se baser sur des enquêtes ou recherches rapides ; il faudrait, dans chaque commune, des observations précises et suivies.

Sur les montagnes, l'air devient de plus en plus pur sous tous les rapports, surtout à partir de 700 à 800 mètres. Cette pureté est très favorable à l'insolation diurne (grande chaleur du jour, en été, malgré l'altitude) et au rayonnement nocturne (grande fraîcheur de la nuit) ; aussi, sur la fin de la nuit et à l'aurore, une brise froide descend souvent dans les vallées, agissant sur la végétation, produisant parfois certaines gelées, et expliquant, entre autres causes, le phénomène de l'inversion des températures si fréquent dans les régions de montagnes de moyenne altitude. En tout cas, la température et l'état général de l'air sont plus constants, plus uniformes, à écarts moins brusques et moins grands sur les flancs des montagnes, où s'installe généralement le Sapin, que sur les sommets et dans les bas-fonds, où on ne l'observe que plus rarement.

Quand à l'humidité de l'air, on sait qu'elle diminue beaucoup sur les hautes montagnes ; au-dessus de 2.000 mètres, l'air est ordinairement très sec, c'est une des causes qui contribuent à l'arrêt de la végétation, et la végétation arborescente disparaît avant la végétation herbacée. C'est encore une des causes qui arrêtent le sapin en altitude.

Les vents, quoi qu'on en dise, sont très incomplètement étudiés encore, surtout les vents de montagne ou supérieurs (au-dessus de 500 m.), les plus importants à notre point de vue ; de plus, les calmes ne sont pas notés dans les observations. Il faut en outre distinguer les vents *généraux* (les plus communs, dans les montagnes ligériennes, sont ceux du S.-O. et du N.) dus à des causes générales, périodiques, parfois accidentelles, et les vents *locaux*, moins forts, moins constants, moins con-

nus que les premiers. Les Sapins trop exposés aux vents sont toujours moins beaux que les autres.

Les ouragans ou tempêtes renversent souvent les Sapins, plus souvent encore les Epicéas, plus rarement les Pins. Le terrible ouragan de l'hiver 1879-80 dévasta une bonne partie des sapinières du Beaujolais.

Quant aux orages, ils suivent généralement, dans chaque région, des directions à peu près constantes ; ils sont bien étudiés dans le département du Rhône, grâce aux recherches suivies de Fournet, André, etc. On pourra consulter aussi les travaux signalés à l'index bibliographique et concernant la météorologie agricole. Ajoutons que selon plusieurs auteurs et observateurs consciencieux, les forêts, et notamment les sapinières et autres forêts résineuses, ont la propriété de diminuer la fréquence et la violence des chutes de grêle dans leurs environs immédiats.

CHAPITRE TROISIÈME

Influence des facteurs édaphiques ou géiques sur le Sapin

Le sol exerce sur tous les végétaux une influence directe et puissante, indépendante de celle du climat, et non moins importante : il agit à la fois indirectement par sa configuration, son relief (altitude, pente, exposition), et directement par sa composition chimique et par sa constitution physique. Toutefois ces facteurs édaphiques ont toujours une action localisée, car, le plus souvent, la configuration, la composition et la constitution du terrain varient d'une station à une autre, tandis que les facteurs climatiques ont, pour la plupart du moins, une influence s'étendant à un territoire plus ou moins vaste.

§ 1. Influence du relief du sol sur le Sapin

L'altitude, la pente, l'exposition, tels sont les principaux éléments du relief.

a) *Influence de l'altitude.* — L'altitude est en quelque sorte un « trompe-l'œil », elle ne signifie rien par elle-même, si l'on considère l'ensemble de l'aire de dispersion du Sapin, puisqu'on trouve, en effet, cet arbre à toutes les altitudes, depuis les plaines saxonnes et silésiennes (120 à 140 m.), jusqu'à plus de 2.000 mètres dans les Pyrénées. Elle n'a de valeur relative que dans une région considérée isolément, parce que la température, la pluie, l'état de l'air, etc., varient dans chaque région selon l'altitude. Les montagnes arrêtent et condensent les nuages, rafraîchissent l'air, etc., mais cette influence de l'altitude est souvent masquée ou annihilée par des influences plus fortes (prédominance des vents humides ou des vents secs, des vents chauds ou des vents froids, voisinage ou éloignement de la mer, etc.). En France même, il fut sans doute un temps, quand la surface boisée, plus considérable, conservait plus d'humidité, attirait mieux la pluie et régularisait la température, où le sapin descendait bien plus bas qu'aujourd'hui et croissait même dans certaines plaines, pêle-mêle avec d'autres essences forestières (Michalet, *Bot. du Jura*).

Le tableau synoptique ci-joint montre bien les grandes variations altitudinales de la végétation du Sapin selon les régions considérées. Nous donnons, autant que possible, les altitudes maximum, minimum et moyenne, et nous y ajoutons pour quelques pays, d'après Broilliard et Kirwan, les altitudes inférieures auxquelles il est possible d'introduire artificiellement le Sapin, toutes autres conditions bien réalisées d'autre part. Ce tableau est dressé d'après nos recherches et d'après les données d'une foule d'auteurs qui d'ailleurs souvent ont entre eux des divergences notables, notamment Mathieu, De Candolle, Lecoq, Schouw, Wahlenberg, Magnin, Gurnaud, Michalet, etc., etc.

b. *Influence de la pente et de l'exposition.* — La pente du terrain a une certaine influence en ce sens qu'elle est un des éléments de l'exposition et que, suivant qu'elle est plus ou moins prononcée, elle aura plus ou moins d'influence sur le ruissellement des eaux de pluie. Le sapin préfère les terrains en pente, pourvu qu'elle ne soit pas exagérée, parce que le sol s'égoutte mieux (il redoute précisément l'excès d'eau dans le sol), tandis que l'Epicéa paraît s'accommoder mieux, au contraire, des terrains plats ou à très faible pente, et même des ter-

Tableau des limites altitudinales du Sapin (*Abies pectinata*)

RÉGIONS	PLANTATIONS	VÉGÉTATION SPONTANÉE			RÉGIONS	PLANTATIONS	VÉGÉTATION SPONTANÉE		
	Limite inférieure	Limite inférieure	Altitude moyenne	Limite supérieure		Limite inférieure	Limite inférieure	Altitude moyenne	Limite supérieure
1° D'après nos recherches et les données des auteurs									
Beaujolais	450	550	800		Alpes-Maritimes	800			
Tararais	450	500	750		Alpes dauphinoises	700	250		1830
Lyonnais	450	450			Alpes bernoises				1625
Pilat	500	650	900	1400	Suisse centrale		700		1470
Forez	600	750	1100	1500	Suisse septentrionale				1300
Auvergne	650	750	1200	1500	Alpes { versant nord		350	700-1300	1500
Cévennes (Lozère)		1200		1500	orientales { versant sud		700	900-1400	1800
Vivaraïs	750	800	1000	1400	Lombardie				1400
Pyrénées	900			2000	Apennins		800		1785
Normandie		250	350		Karpathes		970		1170
Ardennes	200				Saxe		120		
Vosges	300	300		1250	Riesengebirge			750	
Franche-Comté	500	600	800	1200	Palatinat		200		
Jura	500	550	900	1500	Sicile				2000
Ain	600	700	900	1300	Macédoine et Bythinie		500		1700
Savoie	600				Caucase			?	
Corse		800		1700					
2° D'après la statistique forestière officielle de 1878									
Vosges		253		1200	Plateau central		260		1700
Jura		400		1500	Pyrénées		300		2100
Alpes de l'Isère et du Sud		230		2200	Corse		800		2100

rains très humides. Mais tout ceci est encore subordonné, pour l'*Abies pectinata*, à l'exposition, dont l'influence n'est pas la même, d'ailleurs, suivant la latitude. On ne peut, à ce sujet, généraliser, comme le font quelques auteurs, et dire que le Sapin préfère partout l'exposition nord; en réalité, on peut établir la règle suivante : dans les pays les plus septentrionaux de son aire de dispersion, le Sapin semble mieux prospérer aux expositions sud; dans les pays méridionaux, au contraire, il ne peut prospérer qu'aux expositions nord. Quant aux expositions E. et O., cela varie selon la région des vents humides dominants; ainsi, dans le Plateau central, le flanc occidental des montagnes, exposé aux vents humides océaniques, reçoit plus d'eau et est plus humide que le flanc oriental.

Dans la région lyonnaise, l'influence de l'exposition se manifeste en grand et d'une façon très nette et très curieuse par la disposition des deux couloirs ou vallées nord-sud du Rhône et de la Loire, qui forment comme deux *golfs thermiques* étroits et parallèles, inverses l'un de l'autre comme leur pente générale; la vallée du Rhône dont la pente est vers le sud, et qui est resserrée vers le nord, forme un golfe chaud où s'engouffrent facilement, en effet, les vents du sud qui élèvent la température moyenne de Lyon à 13°; au contraire, la vallée de la Loire, ouverte vers le nord et fermée au sud, forme un golfe froid où s'engagent constamment les vents du nord qui y abaissent la température moyenne, sous le parallèle de Lyon, jusqu'à 9 à 10°. C'est pourquoi les massifs montagneux de la région lyonnaise qui sont à proximité du couloir ligérien sont assez bien boisés en résineux et notamment en sapins (montagnes du Beaujolais, Tararais, Forez, Madeleine, bordant la plaine roannaise et forézienne), tandis que les montagnes situées à proximité du couloir rhodanien en sont très pauvres (monts du Lyonnais et contre-forts du Plateau central bordant le Rhône de Givors au Teil), sauf le Pilat, dont l'altitude lui permet de se soustraire à cette influence de l'exposition générale et qui peut recevoir directement les courants frais supérieurs.

Les monts du Beaujolais, du Tararais et du Lyonnais, qui sont pour ainsi dire pris entre les deux vallées du Rhône et de la Loire, subissent d'ailleurs l'influence combinée des deux grands golfs thermiques inverses, et cela se traduit par des vents locaux qui tourbillonnent en spirale sur ces montagnes et qui rendent les faits moins nets.

Aussi les sapinières s'y observent-elles un peu à toutes les expositions. En voici des exemples : la forêt de Couroux est entièrement exposée au midi et s'abaisse même, aux abords du village de Poule, jusqu'à 650 m. d'altitude ; les bois qui recouvrent vers 620-650 m. le flanc occidental de la chaîne de Marchampt, de Lamure au Torvéon, sont exposés franchement à l'ouest ; l'ancienne sapinière de Malval, détruite en 1880, était nettement exposée au sud-ouest (Audin, Seurre, etc.)

Cependant, dans l'ensemble du Plateau Central, les sapinières prospèrent de préférence aux expositions N. et N.-E. ou N.-O.

Dans le sud du Plateau Central, l'association du sapin, dit Flahault, est caractéristique des versants tout à fait abrités contre le soleil entre 600 et 1500 mètres dans nos montagnes méridionales ; il est rare qu'autour du bassin méditerranéen français le sapin apparaisse au midi ; s'il y existe, aux hautes altitudes, c'est à l'état isolé ou à peu près, égaré pour ainsi dire au milieu d'une association différente.

L'influence de l'exposition se manifeste d'ailleurs sur la plupart des végétaux. Prenons par exemple le Hêtre, rival du Sapin. Dans les Cévennes, les Corbières et les Alpes, dit le même auteur, l'association du hêtre occupe tous les versants exposés au nord jusqu'à des altitudes très faibles, 300 mètres parfois ; dans les mêmes montagnes, au midi, l'association du hêtre descend rarement au-dessous de l'altitude de 1000 mètres. N'y a-t-il pas là un fait qui peut contribuer à expliquer la lutte du Sapin et du Hêtre, dont nous parlerons plus loin ?

§ 2. Influence de la composition chimique du sol sur le Sapin

Etudions successivement l'influence du sol minéral et du sol organique (humus).

a) *Influence chimique des éléments minéraux du sol.* — Le sapin est-il sensible à la composition chimique des éléments minéraux du sol ? Est-il calcifuge ou calcicole ? Cette question a été beaucoup discutée, mais comme nous allons le voir, elle a perdu, depuis quelques années, son importance et son intérêt.

Pour les uns, le sapin serait calcifuge. Ainsi, au XVIII^e siècle, Lehmann avait cru remarquer que le sapin « ne se plaît que dans les montagnes primitives et à filons ». D'après Hüffel,

les plus belles et les plus productives des sapinières vosgiennes sont celles de la région siliceuse du grès vosgien, qui surpasseraient celles établies sur le granite ; or, le grès vosgien est encore, si possible, plus *siliceux* que le granite ; mais cet auteur ne les compare pas aux sapinières des régions calcaires, il ne se prononce donc pas sur la calcifugie ou la calcicole de l'essence.

Pour d'autres, le sapin serait calcicole. Ainsi, Claret de la Tourrette répondait en ces termes à l'assertion de Lehmann : « Je ne crois pas qu'on doive étendre ce principe trop loin ; je connois plusieurs grandes et belles forêts de sapins qui croissent sur des montagnes à couches calcaires. »

Bouquet de la Grye, entre autres, a remarqué que la végétation des essences forestières est plus belle sur les terrains volcaniques (à chaux) du Plateau Central, que sur les sols granitiques (sans chaux). Enfin, on cite souvent, comme preuve de la calcicole du sapin, l'exemple des magnifiques sapinières de Levier, de la Joux et de la Fresse, qui comptent parmi les plus belles de l'Europe et qui sont établies sur des couches calcaires.

Pour d'autres, enfin, le sapin serait indifférent à la nature minéralogique du sol.

Th. de Saussure a bien donné une analyse comparative de la teneur en chaux des feuilles de sapin en sol calcaire et en sol siliceux :

	Carbonate terreux	Silice
Feuilles de Sapin sur sol calcaire.....	43,5	2,5
— — — siliceux.....	22,0	5,0

Mais cette analyse ne prouve pas grand chose relativement à l'appétence géique de l'arbre ; elle montre simplement, ce qui est évident *a priori*, que les feuilles sont pauvres en chaux sur sol siliceux parce que ce sol en est à peu près dépourvu et que, dès lors, la plante n'a pu en absorber.

En réalité, le Sapin peut croître sur des sols très variés, pourvu cependant qu'ils ne soient pas trop riches en calcaire (craie de Champagne, par exemple), auquel cas l'*excès d'absorption* de ce sel produirait en lui, comme en beaucoup d'autres plantes, des troubles dystrophiques (chlorose, etc.).

Il importe d'ailleurs de remarquer que dans les régions calcaires où s'observent des sapinières, le Jura par exemple, le sol

n'est jamais labouré, défoncé, comme dans les terres arables ; aussi a-t-il le temps, pendant la révolution plus que séculaire de ces forêts, de se *décalcifier* (1) jusqu'à des profondeurs où les racines du sapin ne parviennent même pas. Si donc parfois le sapin « atteint son maximum d'ampleur et d'élévation dans les régions calcaires » (Audin), le fait n'est « hors de doute » qu'en apparence, car en réalité le calcaire n'y est pour rien, d'autant plus que, dans toutes les sapinières spontanées qui sont des *vieilles* sapinières, il y a par-dessus les assises calcaires (qui dès lors deviennent un *sous-sol*) un sol en quelque sorte artificiel, de *néo-formation*, qui s'épaissit constamment, c'est l'*humus*, résultant de la décomposition sur place des détritux végétaux sans cesse accumulés et renouvelés. Nous touchons là au point capital de la question.

b) *Influence des éléments organiques du sol (humus)*. — L'épaisseur de la couche humique, dans les vieilles sapinières, est parfois considérable. Elle atteint et dépasse fréquemment 1 mètre, et peut être parfois de 2 m. 50 (Ogérien, *Hist. nat. du Jura*) ; de plus, une partie de ces matières humiques, solubilisées ou entraînées mécaniquement par les eaux d'infiltration, pénètre dans les calcaires poreux et décalcifiés sous-jacents. En définitive, les racines des sapins, dans les régions calcaires, sont donc en réalité toutes plongées dans un terrain plutôt siliceux et riche en humus. C'est dans cet humus que le Sapin, par le moyen de ses mycorhizes, puise la plus grande partie de sa nourriture (azote, sels minéraux, eau, etc.). Toutefois, les sels de chaux lui sont nécessaires comme à tous les autres végétaux. Sans sels de chaux la plante ne peut pas vivre et c'est dans les feuilles (v. *ante*, analyses de feuilles de sapin par De Saussure) que la chaux se trouve en plus grande quantité.

Læw et Honda ont essayé précisément d'élever des jeunes Pins dans un sable quartzeux, en les arrosant avec des liquides exempts de chaux ; les feuilles sont restées naines, et les arbres sont morts. Ces sels calciques paraissent nécessaires en parti-

(1) Le Dr Magnin, entre autres, a bien mis en relief, dans plusieurs de ses travaux, l'influence de cette *décalcification* complète des sols du Jura et de la Franche-Comté, pour expliquer les prétendues exceptions à la calcifugie de certaines espèces.

culier pour la construction des membranes cellulaires (pectates, etc.) des parenchymes foliaires, comme ils sont nécessaires à la Poule pour la confection de l'enveloppe de ses œufs, à l'escargot pour sa coquille, etc.

Mais ces sels de chaux existent en quantité largement suffisante et sous des formes parfaitement assimilables (humates, etc.) dans l'humus. D'ailleurs le rôle prépondérant de l'humus dans la végétation du sapin nous apparaîtra mieux lorsque nous aurons étudié la mycotrophie de cette essence. Mais nous pouvons dès maintenant établir ce principe, que la présence de l'humus dans le sol constitue (avec une humidité et une température convenables) l'une des trois conditions nécessaires et suffisantes à la vie du Sapin. Le sapin étant un végétal mycotrophe, et la composition chimique du sol minéral n'ayant beaucoup d'influence que sur les végétaux autotrophes, il nous est donc permis de conclure qu'il est indifférent, ou à peu près, à la nature du substratum minéral, mais qu'il est au contraire intimement lié à la richesse du sol en matières organiques.

§ 3. Influence de la constitution physique du sol sur le Sapin

Le sol influe sur la végétation par sa constitution et ses propriétés physiques : épaisseur, compacité, perméabilité, pouvoir absorbant, pouvoir calorifique, etc.

Un forestier qui a particulièrement bien étudié la végétation des Abiétinées, E. Guinier, a établi que la régénération naturelle *directe* ou *immédiate* (celle qui s'effectue dès les premières années de semence, et avant que le sol se soit sensiblement modifié à la surface par suite du découvert partiel dû aux coupes) des futaies de sapin et épicéa est propre aux sols dits *eugéogènes*, c'est-à-dire d'une décomposition facile et donnant lieu à des débris terreux ou sableux très légers ; tandis que la régénération naturelle *indirecte* ou *médiate* (celle qui s'effectue quand les semis ne se produisent que successivement, lentement, pendant une période de temps $\pm$ longue, et sous l'abri des broussailles et feuillus divers qui viennent occuper le sol $\pm$ découvert) s'observe à peu près infailliblement sur les sols

dysgéogènes, c'est-à-dire peu décomposables par les agents atmosphériques.

D'ailleurs l'humus, qui forme une couche $\pm$ épaisse sur le sol des forêts, fonctionne comme une sorte d'éponge qui restera plus ou moins imbibé d'eau et plus ou moins fraîche selon que le sous-sol sera imperméable (roches siliceuses massives, assises marno-argileuses, etc.) ou perméable (calcaires, roches siliceuses désagrégées).

D'où, dans les deux cas, des différences très notables de végétation selon les conditions climatiques ambiantes. Dans certains endroits (où il pleut très peu), l'imperméabilité du sous-sol sera favorable au sapin en empêchant la déperdition trop rapide de l'eau dont l'humus restera suffisamment imbibé ; c'est ce qui a lieu en beaucoup de stations du Plateau Central où la pluie ne dépasse pas 800 mm. par an ; dans d'autres endroits (où il pleut beaucoup), la perméabilité du sous-sol sera favorable car que l'humus pourra égoutter son excès d'eau ; c'est ce qui a lieu dans les calcaires fissurés et poreux du Jura et des Alpes.

En tout cas, le sous-sol où le sapin envoie ses racines fixatrices (ses racines nourricières sont surtout abondantes dans la couche superficielle toujours $\pm$ riche en humus) ne doit jamais être trop compacte parce que l'humidité qu'il retient à sa surface nuit à l'arbre qui, de plus, dans ce cas, ne peut pas facilement enfoncer ses racines fixatrices.

Enfin, l'épaisseur du sol et du sous-sol meubles doit être considérable (2 mètres au moins) pour que le système racinaire et le pivot puissent s'étaler et s'enfoncer convenablement. A ce point de vue, le sapin est moins rustique que beaucoup d'autres conifères, telles que l'Epicéa, le Pin sylvestre, etc. Ce dernier s'accommode à la rigueur, on le sait, de mauvais terrains rocheux où la terre est réduite à quelques poignées de sable accumulées dans les fentes de la roche, ce qui en fait une excellente essence de reboisement pour les terrains *pauvres*, tandis que le sapin demande des terrains *assez riches*.

CHAPITRE QUATRIÈME

Influence des facteurs biotiques ou animés sur le Sapin

1° Influences intrinsèques, spécifiques ou individuelles

Nous en dirons fort peu de chose, pour ce motif probant qu'elles nous sont encore presque inconnues. Nous ignorons encore, ou à peu près, en quoi consiste ce qu'on a appelé le tempérament spécifique, l'hérédité, la faculté d'adaptation et d'acclimatation, la plasticité organique, etc. Ce sont des phénomènes inhérents à la *vie* sur laquelle nous n'avons jusqu'ici aucune explication ou compréhension scientifique. Nous savons seulement que l'hérédité spécifique n'est pas rigoureusement absolue, que le tempérament spécifique est en rapport avec le mode de vie et de station de la plante, que la plasticité organique peut devenir nulle chez certaines formes, et que la faculté d'adaptation ou d'acclimatation est en raison directe du temps que la plante peut y consacrer. C'est peu et c'est beaucoup, tout à la fois. Ainsi, quand on veut obliger une plante à changer brusquement de climat ou de terrain, on constate que sa faculté d'acclimatation est à peu près nulle. Une espèce dont on fait varier trop rapidement le milieu périt infailliblement ou, en tout cas, ne peut se propager. Si le changement de milieu est très lent, comme ç'a été le cas pour les grandes modifications climatiques aux diverses époques géologiques, l'espèce émigre, ou bien se transforme, ou bien elle périt; elle peut même se transformer sur place, ou en émigrant, ou émigrer sans se transformer. C'est ce que nous démontre surabondamment la paléontologie. Notre sapin a émigré en se transformant d'abord (depuis ses formes ancestrales jusqu'à sa variété *pliocenica* des cinérites du Cantal) puis, ayant suffisamment fixé ses caractères, il a émigré, sans plus se transformer, dans le cours de l'époque quaternaire et jusqu'à nos jours.

2^e Influences biotiques extrinsèques

§ 1. Influence des autres végétaux sur le Sapin

Nous envisagerons successivement, à ce point de vue, les rapports de voisinage du Sapin avec les autres plantes (commensalisme, concurrence vitale), puis les rapports plus directs, plus intimes qu'il est obligé de subir et qui lui sont utiles (mycotrophie) ou nuisibles (parasitisme).

A. — Commensalisme (Association du Sapin)

Les forêts de sapins donnent asile à une foule de plantes qui, pour des raisons diverses, vivent pour ainsi dire toujours en compagnie de l'*Abies pectinata*, arbres d'abord, puis arbustes et arbrisseaux que les forestiers nomment en général *morts-bois*, et enfin une cohorte de plantes herbacées silvicoles, qui forment ensemble, avec le Sapin, des sortes d'associations végétales que Lecoq entre autres, a distinguées, dès 1854, sous le nom d'*association des forêts de sapins*.

Il est évident, dit Flahault, que quand on parle de forêts de sapins, de hêtres, etc., on entend par là non seulement l'essence principale, mais tout un ensemble, une association de végétaux accompagnant partout l'espèce nommée. L'existence de ces associations est liée d'une manière rigoureuse à l'ensemble des conditions de milieu.

1^o Parmi les *plantes herbacées commensales* du Sapin, notamment dans le Plateau central et la région lyonnaise, citons les suivantes, parmi les principales :

<i>Aconitum lycoctonum</i> .	<i>Asplenium Halleri</i> .
— <i>napellus</i> et var.	<i>Blechnum spicant</i> .
<i>Adenostyles albifrons</i> .	<i>Braya pinnatifida</i> .
<i>Angelica silvestris</i> .	<i>Chosorophyllum hirsutum</i> .
<i>Arnica montana</i> .	<i>Calamintha grandiflora</i> .
<i>Arabis cebennensis</i> .	<i>Campanula latifolia</i> .
<i>Asarum europaeum</i> .	<i>Carex teretiuscula</i> .
<i>Aspidium aculeatum</i> .	<i>Cardamine resedifolia</i> .
— — var. <i>Plukenetii</i>	<i>Carduus personata</i> .
<i>Asplenium filix-foemina</i> (<i>A. fimbriatum</i>).	<i>Circea alpina</i> .
	— <i>intermedia</i> .

<i>Corydalis claviculata.</i>	<i>Oxalis acetosella.</i>
<i>Dentaria pinnata.</i>	<i>Petasites albus.</i>
<i>Digitalis purpurea.</i>	<i>Pirola rotundifolia.</i>
<i>Doronicum austriacum.</i>	— <i>secunda.</i>
— <i>pardalianches</i> (D. corda-	<i>Polystichum spinulosum.</i>
tum).	— var. <i>tana-</i>
<i>Gentiana lutea.</i>	<i>— cetifolium.</i>
<i>Geranium silvaticum.</i>	<i>Polystichum obtusum</i> (P. <i>filix-mas</i>).
<i>Glyceria airoides.</i>	<i>Pulmonaria angustifolia.</i>
<i>Gyrophora cylindrica.</i>	<i>Ramondia pyrenaica.</i>
<i>Listera cordata.</i>	<i>Ranunculus aconitifolius.</i>
<i>Luzula maxima.</i>	— <i>platanifolius.</i>
<i>Luzula nivea.</i>	<i>Rumex arifolius.</i>
— <i>silvatica.</i>	<i>Senecio adonidifolius.</i>
<i>Lycopodium chamæcyparissus</i> (1).	— <i>cacaliaster.</i>
<i>Lysimachia nemoralis.</i>	— <i>Fuchsii.</i>
<i>Maconopsis cambrica.</i>	— <i>silvaticus.</i>
<i>Melampyrum silvaticum.</i>	<i>Sonchus alpinus.</i>
<i>Mœhringia trinervia.</i>	— <i>Plumieri.</i>
<i>Monotropa hypopitys.</i>	<i>Stachys alpina.</i>
<i>Mulgedium alpinum.</i>	<i>Streptopus amplexifolius.</i>
<i>Myosotis silvatica.</i>	<i>Tetraphis pellucida</i> (Jungermanne).
<i>Neottia nidus-avis.</i>	Etc.

2° Parmi les *arbustes et arbrisseaux* (morts-bois) des forêts desapins, citons les suivants :

Genêts, Clématites, Epine-vinette, Ronces (*Rubus glandulosus*, *hirtus*, *idæus*, *umbrosus*, etc.), Eglantiers, Prunellier, Aubépine, Lierre, Chèvrefeuilles (*Lonicera nigra*, etc.), Bruyères (*Erica decipiens*, *vulgaris*, etc.), Cytise, Buis, Coronille, Fusain, Nerprun, Viorne, Coudrier, Genévrier, Groseillers (*Ribes petraeum*, etc.), Airelles (*Vaccinium myrtillus*, *vilis-idæa*), Ajoncs (*Ulex europæus*, *nanus*), etc. etc.

Plusieurs de ces morts-bois, surtout les épineux, rendent service à l'*Abies pectinata*, sur les lisières des sapinières, en le protégeant contre les déprédations des bestiaux et de l'homme.

3° Peu d'arbres vivent en société avec le Sapin, qui aime à être seul ; cependant, on observe quelquefois, à la lisière ou

(1) Rare espèce : Usseil en Corrèze ; Lacalm, sur la lisière du Cantal et de l'Aveyron ; Chalmazel, près Pierre-sur-Haute (il a été détruit de sa localité classique première, mais les botanistes en ont retrouvé d'autres stations dans le même massif) ; sapinières des Vosges et de la Haute-Saône (ballon de Giromagny).

dans les clairières des sapinières, les arbres suivants : Aulne, Bouleau blanc, Frêne élevé, Chênes, Sorbier (*Sorbus aucuparia*), Sureau (*Sambucus racemosa*), Saules (*Salix aurita*, *caprea*, *pentandra*), Houx (1), Pins (*Pinus silvestris*, *laricio*), Mélèze, Epicea, etc., et enfin le Hêtre, arbre avec lequel le Sapin entre en concurrence ; nous relaterons plus loin cette lutte entre le Sapin et le Hêtre.

Parmi les plantes composant cette association complexe et variable des sapinières, il en est qui suivent le Sapin pour s'abriter sous son ombre épaisse (Lycopodes, *Rubus umbrosus* et *hirtus*, *Polystichum tanacetifolium*, *Aspidium*, *Asplenium*, *Asarum*, *Circea*, *Pirola*, *Mœhringia*, etc.); d'autres sont garanties, dans ses clairières, des atteintes de la dent des bestiaux (*Rubus idæus*, *Lonicera nigra*, etc.); d'autres y trouvent, outre l'ombre, la fraîcheur et l'humidité (*Veronica*, *Blechnum*, *Arabis*, *Mulgedium*, *Doronicum*, *Adenostyles*, Ombellifères, mousses, lichens, jungermannes, etc.); d'autres, pour partager avec lui les principes nutritifs de l'humus, ou même pour s'attacher à lui comme épiphytes, saprophytes, demi-parasites, (*Vaccinium*, *Melampyrum*, *Neottia nidus-avis*, *Listera cordata*, *Monotropa hypopythis*, *Goodyera repens* (2), etc.).

Ainsi les grands et les puissants de ce monde sont toujours entourés d'une nuée de courtisans et de commensaux et, parfois aussi, de parasites !

B. — Concurrence vitale (Lutte du Sapin et du Hêtre)

De toutes les plantes avec lesquelles le Sapin peut se disputer le terrain, le Hêtre est, sans contredit, le plus redoutable pour lui ; et, selon les circonstances et conditions de station ou de climat, c'est, comme nous l'allons voir, tantôt l'un, tantôt l'autre de ces deux géants des forêts qui est le vainqueur. Tous deux,

(1) Le Houx devient énorme en certaines localités de moyenne altitude (800-900 m.), comme par exemple en plusieurs points du Tararais (entre Affoux et Saint-Marcel-l'Éclairé), etc.

(2) Qui se propage dans les reboisements par plantations, amenée avec la terre et les racines des jeunes plants expédiés de Suisse, d'Allemagne, etc. Toutefois *Goodyera* n'a pas encore été vue, que nous sachions, dans les sapinières ou pineraies du Plateau Central, sauf dans le Puy-de-Dôme.

d'ailleurs, sont des mycotrophes déclarés, et, à ce premier caractère commun, ils joignent à peu près les mêmes exigences au point de vue de la chaleur, de l'humidité, de l'exposition. C'est donc bien la lutte, la concurrence, du feuillu et du résineux ; ce sont deux athlètes également armés pour la lutte ! De nombreux auteurs, Lecoq, Seurre, Audin, Joly de Sailly, etc., ont observé et décrit cette concurrence vitale, sur les causes et les effets de laquelle ils sont loin de s'accorder complètement.

Sur les 706 forêts domaniales de France, couvrant 923.000 hectares, il y en a 100, dit Joly de Sailly, où le sapin et le hêtre sont en concurrence. Dans 69 d'entre elles, couvrant 67.665 hect., c'est le sapin qui domine, et dans les 31 autres, couvrant 47.223 hectares, le hêtre est prédominant. Il semble donc que c'est le plus souvent le résineux qui prévaut, où il paraîtrait cependant que ce dût être le contraire, car le hêtre couvre en France 1.745.000 hectares, c'est-à-dire 19 % de la superficie boisée, tandis que le sapin n'occupe que 642.080 hectares, soit 7 % ; le hêtre est donc plus envahissant et plus rustique que le sapin.

C'est principalement dans les Vosges, le Jura, le Beaujolais et les Pyrénées que le sapin est vainqueur. Dans les Alpes, les Pyrénées, l'ensemble du Plateau central, c'est au contraire, le hêtre. Il est vrai de dire qu'aujourd'hui l'homme intervient directement dans cette lutte, car il pourchasse un peu partout le hêtre dans les sapinières, sans cela, le hêtre serait peut-être vainqueur partout ; ainsi, au congrès de sylviculture de 1900, à Paris, le forestier Mer n'a pas craint de conseiller à ses collègues d'extirper le hêtre des sapinières des Hautes-Vosges, dans le but de faciliter l'aménagement des sapinières et surtout pour un motif économique (le sapin rapporte, en effet, plus que le hêtre) ; en outre, le reboisement en sapin est beaucoup plus commode dans les taillis de hêtres (qu'on supprime ensuite) parce que le jeune sapineau y trouve à la fois un abri contre les coups de soleil ou de gelée et un terrain humifère éminemment favorable à sa végétation mycotrophique.

On s'explique ainsi comment l'homme a réussi à introduire le sapin là où il ne s'était jamais montré (v. plus loin aux Reboisements) et pourquoi ça et là le sapin succède au hêtre, se substitue à lui... Mais, encore une fois, n'anticipons pas, l'influence de l'homme sera exposée plus loin.

De nombreux forestiers ont effectivement constaté ce fait que le sapin peut même naturellement, sans l'action de l'homme, s'introduire de lui-même *au-dessous* de la zone des sapinières, mais toujours *dans les taillis* (hêtres, chênes) ; c'est encore ce que traduit Gaudet, en disant que le sapin a une grande tendance à l'expansion.

Il est plus que probable, enfin, que l'extension progressive du sapin vers le sud, au cours des dernières périodes géologiques, a été déterminée non seulement par un abaissement général de température, mais aussi et en même temps par les conditions très favorables (abri, humus, etc.), qu'il rencontrait dans les grandes forêts de feuillus qui recouvraient l'Europe dès le début de l'époque pliocène, alors que le sapin y était encore très peu disséminé (en Plateau central notamment).

Nous étudierons la concurrence du sapin et du hêtre successivement dans la région lyonnaise, dans l'ensemble du Plateau central, dans les Pyrénées, les Alpes, le Jura, les Vosges, la Normandie, l'Europe centrale et orientale.

1° *Concurrence Sapin-Hêtre dans la région lyonnaise.* — Dans les montagnes du Beaujolais, Tararais, Lyonnais, Forez, Pilat, le hêtre devient de plus en plus rare, depuis quelques siècles, au profit des résineux. Cependant, il est probable que dans ces régions, en Beaujolais notamment, le hêtre était autrefois de beaucoup plus abondant que le sapin.

Ainsi, d'après l'historien Nicolay, au xvi^e siècle, « la montagne de Haultioz (Roche-d'Ajoux) consistait quasi toute en grandz bois et foretz d'haulte futaye, et la plupart en bois de fang ou fousteaux (hêtres)... Et sont ces bois en divers endroictz si espais de menus bois, buissons et tailliz qu'à peine peut-on apercevoir un homme le long d'une lance, et mesme en esté que les bois sont feuilluz, en ce qui cause qu'on fait souvent de grands meurdres et volleries... » Il est donc certain que les sapins n'étaient alors ni si abondants ni si beaux qu'aujourd'hui et que, s'ils s'y sont peu à peu multipliés, c'est à la faveur du couvert des feuillus, et de l'humus accumulé par la chute annuelle des feuilles des hêtres.

Les sapinières du Beaujolais, dit également Seurre, s'agrandissent d'année en année, car le sapin tend à s'implanter naturellement dans les terrains jadis en friches, incultes, couverts de genêts et fougères, et aussi dans les taillis et broussailles.

C'est au point, ajoute cet auteur, que les anciens du pays de Poule prétendent que la forêt du Fay aurait ainsi doublé son étendue depuis le commencement du XIX^e siècle. En plusieurs autres points du Beaujolais (Cenves, etc.), le sapin envahit naturellement les bois feuillus (hêtres, et même chênes).

Cependant, il est des localités où les peuplements de hêtres restent purs ou à peu près, comme au bois du Tour, au pied du Saint-Rigaud, ainsi que dans les bois du vallon de Longefay près Chênelette, qui cependant se continuent vers l'est par des taillis où les vieux sapins se mélangent au hêtre (Audin).

Le même fait du retrait du hêtre s'est produit sur les sommets du Tararais et sur les chaînes du Forez et du Pilat, où le hêtre a beaucoup régressé, tandis que les résineux, sapin et pin sylvestre, couvrent encore, malgré les dévastations, de grandes étendues.

2° Concurrence Sapin-Hêtre dans l'ensemble du Plateau central. — Dans le reste du Plateau central, il semble qu'au contraire ce soit le hêtre qui tende à prédominer; toutefois, les auteurs ne paraissent pas être tous d'accord à ce sujet.

Ainsi, d'après Lecoq, « le sapin vit ordinairement seul et constitue de très grandes forêts; s'il admet quelques espèces arborescentes, ce sont des hêtres, et seulement sur les lisières inférieures et, dès qu'il grandit, il les étouffe. Dès qu'il s'élève, le hêtre ne le suit plus, en sorte que, dans les hautes futaies, on ne trouve absolument que le sapin.... Le sapin est presque toujours plus élevé que le hêtre; cependant on voit ce dernier atteindre une grande élévation dans les gorges du Cantal, sur le volcan de Barre, dans le canton d'Allègre, et sur plusieurs cônes des environs de Clermont, tels que Laschamps, Côme, le Tartaret près Murois, etc. Le sapin, au contraire, descend quelquefois plus bas que le hêtre, comme aux environs de Fix (Haute-Loire), et surtout dans les bois de la Chartreuse, près Pontgibaud... A 1.200 mètres, commence la lutte entre les derniers hêtres, qui peuvent encore s'élever, et les premiers sapins, qui ne peuvent guère descendre (1). Au-dessus, ces derniers prédominent entièrement, et terminent, sur tout le plateau central, la végétation forestière à 1.500 mètres ».

(1) Lecoq semble, dans ce passage, se contredire avec le passage précédent.

Ce mélange du hêtre et du sapin dans le Plateau central est d'ailleurs beaucoup plus fréquent que semble le dire Lecoq. Dans tout le mont Dore (forêts de la Bourboule et du Capucin, etc.), au Cantal (forêt du Falgoux, etc.), dans les monts du Vivarais (ancienne forêt de Bauzon, aujourd'hui démembrée), le hêtre et le sapin vivent ensemble $\pm$ intimement mélangés.

Mais laissons la parole à un distingué botaniste et arboriculteur lyonnais, Francisque Morel : « Le rival du sapin dans ces montagnes (du massif central), c'est le Hêtre : il constitue des forêts entières et se montre encore plus exclusif que le sapin sur les terrains dont il a fait son domaine, n'y souffrant aucune autre espèce d'arbre et refoulant même le sapin devant sa marche envahissante. Le climat humide de la Haute-Auvergne lui convient à merveille, et il est, avec le *Juniperus alpina* (1), le végétal ligneux qui vit le plus haut, au-dessus de la région des forêts. On le trouve rabougri, roussi par les froids de ces hauteurs, réduit à l'état d'arbuscule, ses premières frondaisons souvent détruites par les gelées de printemps, mais se maintenant envers et contre tous dans ce rigoureux climat. Cependant les habitants du mont Dore prétendent que le hêtre ne se serait introduit que récemment dans la contrée, mais que depuis cette époque il tend toujours à gagner sur le sapin. » Nous savons qu'au contraire le Hêtre existait déjà en forêt dans l'Auvergne à l'époque pliocène et que, par conséquent, c'est donc plutôt le sapin qui a gagné sur le hêtre ; mais c'est bien le contraire qui se produit actuellement, nous avons dit plus haut pourquoi.

Au Mont Dore, l'*Abies pectinata* est seul, sans mélange d'Epicéa, et il descendait autrefois, d'après Legendre, la vallée de la Dordogne jusqu'à Port-Dieu, mais le hêtre, ayant peu à peu triomphé de lui, l'a relégué dans les altitudes supérieures.

Il en est de même au Cantal, où l'Epicéa est mélangé au Sapin et au Hêtre. Ainsi, J. de Saily cite les forêts de Champs (Cantal) à 700-800 m. d'altit., dans lesquelles le Hêtre, dit-il, chasse peu à peu le Sapin et l'Epicéa. Dans certaines régions

(1) Qui végète au-dessus de la zone des forêts, à plus de 1500 m. d'altit., sur les sommets et les plateaux dénudés où il se rabougrit et prend une orme aplatie formant à 30 ou 40 centimètres du sol un réseau inextricable de branches.

qui, comme la Margeride et l'Aubrac, sont trop exposées aux vents, à la sécheresse et aux excès de température, le hêtre est même demeuré à peu près seul, comme dans les grandes forêts de l'Aubrac (2370 hect.) où se trouvent pourtant des sommets élevés (las Truques, 1441 m.) : J. Gay disait, en 1862, n'y avoir vu nulle part ni Pins ni Sapins, mais seulement des hêtres qui se maintiennent, quelques-uns même à l'état buissonnant, dit-il, malgré les dégâts qui leur sont causés par les intempéries et par les usagers.

Dans tout l'ensemble du Plateau Central, dit également Beille, le sapin se mélange au hêtre à partir de 1100 m., et aux expositions N. et N.-E. ; et cet auteur souligne aussi l'envahissement du hêtre au détriment du sapin, fait qui d'ailleurs avait été remarqué déjà en 1848 (lors de la réunion de la Société botanique à Clermont-Ferrand) par le botaniste danois Vaupell, entre autres. Les deux arbres montent ensemble jusqu'à une limite extrême variant de 1490 à 1550 mètres ; à cette hauteur, les derniers sapins deviennent assez brusquement rabougris et les derniers hêtres prennent, comme les genévriers, la forme buissonnante et étalée, puis il disparaissent.

3^e Concurrence Sapin-Hêtre dans les Pyrénées. — Dans les Pyrénées, le hêtre tend à prédominer dans la moitié occidentale de la chaîne, et notamment dans l'Ariège et la Haute-Garonne, d'après J. de Sailly ; tandis que dans la moitié orientale, et particulièrement dans l'Aude, c'est l'inverse. Or, si l'on consulte les cartes des isothermes et des pluies de la région pyrénéenne, on voit nettement que, dans la moitié occidentale où règne le hêtre, il pleut davantage (plus de 1 mètre d'eau) et il fait moins chaud que dans la moitié orientale, où le sapin semble donc être favorisé par une humidité moins forte quoique encore assez abondante, et par une température moyenne un peu plus élevée. Voici d'ailleurs les faits, d'après l'auteur susnommé.

Dans les célèbres sapinières de Quillan (Aude) qui comptent parmi celles possédant les arbres les plus estimés par leur qualité et leur grosseur, on constate que le hêtre est refoulé par le sapin, d'une part vers le haut, d'autre part et surtout vers le bas.

C'est surtout depuis deux siècles que le hêtre semble, dans cette région pyrénéenne, reculer devant le sapin. Voici le tableau résumé d'après J. de Sailly :

NOMS DES FORÊTS	SURFACE	ALTITUDES	OBSERVATIONS
Les Fanges.....	1120 hect.	700-1050	Le Sapin a exclu le Hêtre.
En-Malo.....	640 h.	600-1500	Le Hêtre est confiné aux escarpements exposés au Nord. Dès 1100 m. le Sapin est seul. Au-dessus de 1400 m. le Hêtre reprend la prédominance.
Callong.....	220 h.	900-1200	Rares Hêtres sur la lisière des Sapins.
Combefroide....	680 h.	860-1100	
Bonague.....	318 h.	1000	Forêts aujourd'hui exclusivement peuplées en Sapins.
Comus.....	660 h.	1100-1600	
Niave.....	250 h.	1200-1700	
La Fajole.....	726 h.	1100-1700	Le nom seul rappellera bientôt qu'il y a eu autrefois des Hêtres.
La Plaine.....	550 h.	1000-1400	Mince bordure de Hêtres autour des Sapins.
Boucheville....	1500 h.	800-1300	Sapins en haut, Hêtres en bas.

Il y aurait peut-être lieu aussi d'étudier si les deux agents climatiques que nous indiquons ci-dessus pour expliquer la prédominance du sapin, n'auraient pas également une influence sur la germination des graines des deux arbres, germination qui ne se fait sans doute pas à la même époque et qui exige des conditions différentes de température et d'humidité. Mais on manque de données précises à cet égard, aussi bien qu'en ce qui concerne l'action que pourraient exercer la direction et la force des vents dominants sur le transport $\pm$ facile des faînes et des graines de sapins. Ces observations sont d'ailleurs applicables aux autres régions, bien entendu.

4° *Concurrence Sapin-Hêtre dans les Alpes.* — Ici, un nouvel élément de concurrence intervient : dans toutes les forêts alpines, le sapin est plus ou moins mélangé à l'*Epicéa* et au hêtre, et aussi, mais accessoirement et dans quelques cantonnements (Briançon, etc.) au mélèze, aux pins, etc.

Dans les forêts du Vercors, les sapins et les hêtres sont mélangés ; il en est de même dans les montagnes de Lus-la-Croix-Haute, le Dévoluy, le Gapençais, etc., de même aussi dans la chaîne de Belledonne et notamment dans les forêts d'Allevard ; dans les Bauges, comme par exemple sur les montagnes de Saint-François-de-Sales ; dans le Chablais, comme sur les flancs du mont Pellouaz, dans la vallée de l'Eau-Noire, sur les pentes d'Entre-deux-Pertuis, etc.

Mais nulle part, à notre connaissance, les forestiers alpins

n'ont remarqué que le sapin soit $\pm$ envahissant ou $\pm$ envahi dans son commensalisme avec les autres essences. Dans les Alpes, en effet, étant donné le mélange des essences, et surtout le partage du sol entre plusieurs résineux très différents, la concurrence du Sapin et du Hêtre est à la fois moins nette et moins vive.

5° *Concurrence Sapin-Hêtre dans le Jura.* — C'est dans le Jura qu'on observe à la fois les plus pures et les plus belles sapinières. Mais si le Hêtre et les autres résineux n'y sont pas plus abondants ($1/5$ environ contre $4/5$ de sapins) c'est parce que ces forêts sont, depuis plusieurs siècles, admirablement entretenues et aménagées par les forestiers de l'Etat, par les communes et par les propriétaires particuliers.

Toutefois, on a remarqué, surtout en Franche-Comté, que depuis deux ou trois siècles le sapin envahit peu à peu, en se substituant naturellement aux bois feuillus (Gurnaud). Gerdil a fait la même remarque par rapport au chêne.

Sur les sols calcaires les feuillus s'établissent d'abord, puis, lorsque la couche d'humus que leurs débris forment chaque année est devenue suffisamment épaisse, les sapins profitent alors et de l'abri et de l'aliment, et chassent peu à peu les feuillus.

6° *Concurrence Sapin-Hêtre dans les Vosges.* — Dans les Vosges, nous l'avons dit, certains forestiers vont jusqu'à extirper volontairement le hêtre des sapinières, surtout aux altitudes élevées. Toutefois, on observe encore les deux arbres mélangés çà et là, comme au ballon d'Alsace, jusqu'à 1.300 mètres. Mais toujours le sapin domine de beaucoup. Dans les sapinières de l'Etat, la proportion volumétrique du sapin et de l'épicéa réunis, purs ou en mélange est, d'après de Liocourt, de 80 % au minimum; le reste, c'est-à-dire le cinquième, est en hêtre, puis accessoirement en pin sylvestre, chêne et essences diverses.

7° *Concurrence Sapin-Hêtre en Normandie.* — La concurrence a à peu près disparu aujourd'hui par suite des déboisements séculaires, mais il est certain que le sapin y était autrefois plus répandu qu'aujourd'hui.

8° *Concurrence Sapin-Hêtre en dehors de la France.* — Le sapin existait autrefois en Angleterre, il y végète encore très

bien lorsqu'on l'y plante dans de bonnes conditions, mais il ne s'y trouve plus à l'état spontané, tandis que le hêtre existe, au moins dans la partie sud, jusqu'au Northumberland. Il semble donc que l'humidité et la basse température ont chassé le sapin, tandis que le hêtre a persisté. Les conditions climatiques ont décidé, plus nettement encore ici qu'ailleurs, du sort des concurrents.

Il en est de même en Danemark et en Hollande, où la disparition du sapin devant le hêtre a été signalée dès 1848 par Vaupell de Copenhague. Or, le hêtre n'existe dans ces deux pays que depuis 2.000 ans, car on n'en retrouve pas trace, ni feuilles, ni fruits, dans les tourbières anciennes; toutes les anciennes forêts étaient composées de Pins silvestres. Depuis cette époque assez rapprochée, le hêtre s'est si bien substitué au *Pinus silvestris* qu'on a pu dire sans exagération qu'il n'existe plus actuellement dans ces deux pays un seul pied spontané de cette dernière essence (Fr. Morel).

En Allemagne également, d'après Schaal (1898), le sapin tend aussi à disparaître de certaines régions, telles que le nord et le centre. Ainsi, en Saxe, les massifs de sapins purs sont de plus en plus rares et de moins en moins étendus; mais cela tient davantage au fait de l'homme qu'à la concurrence vitale, en ce sens, dit de Kirwan, que le mode d'exploitation et les procédés de régénération du sapin usités par les forestiers de cette contrée sont défectueux.

Dans toute l'Europe sud-orientale, Russie, Karpathes, etc., la tendance à l'envahissement du hêtre au détriment du sapin est plus ou moins évidente, et avait atteint, au milieu du siècle dernier, les limites de la Russie d'Europe (Fr. Morel).

C. — Symbiose mycotrophique du Sapin

De tout temps on a remarqué la préférence, l'exigence même de certains végétaux pour l'humus, le terreau, la terre de bruyère, et ces plantes *humicoles* étaient très justement considérées comme ayant une nutrition intermédiaire entre celle des plantes à alimentation purement minérale et celle des plantes se nourrissant exclusivement de matières organiques (parasites et saprophytes).

Duhamel du Montceau disait déjà en 1755 : « On remarque

que les sapins viennent mieux qu'ailleurs dans les endroits où d'autres sapins ont déjà pourri ; et il ne manque jamais de lever beaucoup de sapins sur les grosses souches ou sur les grosses racines qui sont réduites en terreau. »

Depuis longtemps aussi les forestiers ont remarqué combien la pratique de la feuillée, c'est-à-dire l'enlèvement, à la main ou au râteau, des feuilles mortes dans les forêts, est nuisible à la végétation des essences.

« Le sapin, a dit Lecoq (*La Vie des Fleurs, Mém. Acad. Clermont*, 1860) est, avec le hêtre, l'arbre le plus fertilisant, celui qui, par la chute de ses feuilles, produit la plus grande quantité de terreau noir ou d'humus. »

Comme l'expérience l'a souvent démontré, et les forestiers reboiseurs le savent bien, on ne peut reboiser directement les terrains trop dénudés, c'est-à-dire où l'érosion a enlevé la couche superficielle $\pm$ riche en humus. Et « il faut environ un quart de siècle pour reconstituer l'humus et refaire le sol frais, nécessaires à la prospérité de la forêt » (Flahault).

Ainsi que nous l'avons dit antérieurement, ce qui peut expliquer la tendance à l'expansion du sapin dans les feuillus c'est, entre autres causes, l'action favorable que l'épaisse couche humique accumulée dans ces feuillus exerce sur la végétation et la vigueur des sapins.

Nous avons admis cette influence en particulier pour le Beaujolais, pays où les feuillus, qui prédominaient encore au 16^e siècle (comme le prouve la citation que nous avons faite d'un passage de la description de Nicolas de Nicolay), ont accumulé des matériaux humiques constituant un sol d'élection éminemment favorable à l'expansion du sapin qui s'y manifeste encore de nos jours.

Mais pourquoi et comment l'humus est-il donc si utile à certains végétaux ?

C'est ce qu'est venue préciser et expliquer clairement la découverte récente de la mycotrophie, ou mode de nutrition s'effectuant par l'intermédiaire d'une curieuse association symbiotique des racines avec des champignons (mycorhizes).

Voici d'ailleurs le résumé de la question, avec nos observations personnelles concernant spécialement le Sapin.

Ce sont les recherches de Boudier (1876), Pfeffer (1878), Gibelli (1883), Frank (1885, 1887, 1892, 1895, etc.), Warlich (1886),

Reess (1885), E. Müller (1886), Fisch (1887), Mattiolo (1888), Schlicht (1888), Woronin, Janse (1896), Göppert, Wiesner, Stahl (1901), etc., qui ont démontré l'existence de ces associations symbiotiques entre les racines de nombreuses espèces végétales et certains champignons filamenteux appartenant soit au groupe des Ascomycètes (*Entorrhiza*, *Elaphomyces*, *Tuber*, *Nectria*, etc., se sont alors des *ascorhizes* ou *ascomycorhizes*) soit aux Basidiomycètes (*Geaster*, divers Agaricinées, Bolets, etc., se sont alors des *basidiorrhizes* ou *basidiomycorhizes*).

D'après les travaux de Boudier, Reess, Fisch, etc., les *Elaphomyces* ou truffes de cerf seraient les fructifications sporigènes des *ascomycorhizes* des Pins et des Sapins. Dès 1888, Mattiolo constata la continuité des *mycorhizes* des Cupulifères avec les jeunes fruits de plusieurs truffes.

Parmi les *basidiomycorhizes*, on trouve le *Geaster* sur les Conifères, divers agarics sur le chêne, le hêtre, le sapin. Peut-être même, d'après Woronin, les Bolets seraient-ils aussi *mycorhizants*.

Un même champignon peut d'ailleurs *mycorhizer* plusieurs espèces de plantes, et inversement une même espèce peut être *mycorhisée* par plusieurs champignons.

Les *mycorhizes* (nom donné par Frank en 1885) sont donc, dit Stahl « des organes particuliers qui se forment à l'extrémité des racines de certaines plantes et qui doivent être considérés comme une association symbiotique de la racine avec un champignon... Les *mycorhizes* se présentent comme des organes plus courts que les racines absorbantes ordinaires, plus épais, plus ramifiés, et elles constituent comme des excroissances coralloïdes. »

Les racines ainsi déformées sont entourées d'un manchon de mycélium formant avec elles un tout anatomique et physiologique : les filaments du champignon pénètrent, d'ailleurs, dans la partie corticale de la racine, soit *entre* les cellules (*mycorhizes ectotrophes*, comme chez les Cupulifères et certaines Conifères : *Abies pectinata*, etc.) sont *dans* les cellules elles-mêmes (*mycorhizes endotrophes*, comme chez les Orchidées, etc.) D'autre part, le champignon envoie tout autour, dans le sol, des filaments qui vont digérer les débris d'humus : E. Müller a observé et figuré (fig. reproduite par Vuillemin dans *Rev. gén. des Sciences*, 1890) une *mycorhize* de hêtre d'où se dé-

tachent des filaments mycéliens qui vont ramper sur un débris végétal à demi-décomposé, et une mycorhize de hêtre au contact d'une feuille en décomposition (1).

Les racines mycorhizées sont *dépourvues de poils absorbants*, ces derniers y sont parfois remplacés à s'y méprendre par les filaments mycéliens ; et quand, parfois, les poils sont conservés, on voit leur intérieur occupé par un filament mycélien pelotonné.

Cette association mycorhizienne n'est pas du parasitisme, comme le professait Gibelli, et plus récemment Hartig sous une forme déjà atténuée ; c'est une véritable symbiose, car la plante-support du champignon, loin de dépérir, en profite, et même ses cellules bourrées de mycélium ne meurent pas ; il y a seulement atrophie des poils radicaux, et ce sont les filaments mycéliens qui rayonnent des racines dans le sol alentour pour y puiser les matières nutritives (principes humiques, sels minéraux, eau). Il y a nettement bénéfice réciproque : le champignon passe à l'arbre l'eau (que ce dernier ne peut absorber puisqu'il est dépourvu de poils radicaux), les sels, l'azote (et sous ce rapport les champignons mycorhiziens jouent un rôle analogue à celui des *Rhizobium* des Légumineuses) et les principes multiples puisés dans l'humus ; et la plante support passe au champignon, en revanche, des hydrates de carbone, et lui procure abri et soutien.

On peut diviser l'ensemble des plantes vertes radiculées en deux catégories : celles qui peuvent vivre seules, sans le concours des champignons mycorhiziens, ce sont les plantes *autotrophes* ; et celles qui ont un besoin plus ou moins grand de ce concours, ce sont les plantes *mycotrophes* (à mycorhizes endotrophes ou ectotrophes).

Stahl a examiné et expérimenté une foule de plantes herbacées et ligneuses appartenant à de nombreuses familles et provenant de pays très divers (Iéna, Thuringe, Strasbourg, Forêt-Noire, Jura, Engadine, Gênes, Pise, Botzen, etc.) et, sur l'ensemble, il a trouvé 70 % des espèces portant des champignons dans leurs racines.

(1) On trouve également reproduites, d'après Müller, dans le même article de Vuillemin, des figures des mycorhizes du Charme et, d'après Frank, des mycorhizes du Hêtre et du Pin.

L'association mycorrhizienne se rencontre surtout, ainsi qu'il est facile de le prévoir, dans la terre de bruyère et dans tous les substrata riches en humus et en matières organiques, c'est-à-dire chez toutes les plantes saprophytes et humicoles, comme le sont la plupart des silvicoles.

Parmi les autotrophes, citons le noyer, le robinier, l'érable, le frêne, les cypéracées, crucifères, polypodiacées, le lin, le sureau noir, le groseiller des rochers, l'aulne vert, et toutes les plantes aquatiques (hydrophytes).

Parmi les mycotrophes : le Bouleau, les Cupulifères (Noisetier, Chêne, Charme, etc.), les Peupliers, les Ericacées, les Airelles, les Orchidées, le Hêtre, les Conifères, etc. !

Frank a démontré sans aucun doute possible la mycotrophie des Cupulifères et des Conifères. Voici le résultat de ses recherches :

Il n'a jamais obtenu que des exemplaires chétifs de Cupulifères dans des sols stérilisés, où par conséquent les mycorrhizes faisaient défaut. Pour lui, la nutrition normale des Cupulifères aux dépens du sol se fait à peu près entièrement par l'intermédiaire des mycorrhizes, car il a trouvé, en toute saison, des hêtres, des chênes d'âges divers sur lesquels il n'arrivait pas à déceler une seule racine indépendante.

Il est juste d'ajouter que les essences feuillues, cupulifères et autres, présentent toutefois tous les degrés de mycotrophie. Ainsi, la mycotrophie serait $\pm$ obligatoire ou constante chez le Hêtre, le Charme, le Chêne, le Peuplier ; facultative et même rare chez le Tilleul, le Platane, l'Orme ; absente chez le Sureau noir, le Groseiller des rochers, l'Aulne vert et beaucoup d'autres plantes, même quand elles croissent sur des sols riches en humus.

En 1892, Frank démontra expérimentalement la mycotrophie des conifères : en cultivant des Pins comparativement dans des sols de forêt stérilisés ou non, il trouvait, après trois ans, que les arbres qui avaient poussé dans le milieu stérilisé étaient bien moins développés que les autres ; or, leurs racines n'avaient pas de mycorrhizes, tandis qu'au contraire elles en présentaient constamment sur les sujets qui avaient végété dans le sol non stérilisé.

Nous avons nous-même, et précisément en vue de ce travail, recherché et étudié les mycorrhizes de l'*Abies pectinata*, et

constaté en même temps leur présence constante. Ces mycorrhizeaux ont paru ectotrophes. Le champignon forme d'abord à l'extérieur (v. Pl. IV) une sorte de gaine mince, de manchon, en enchevêtrant ses filaments déliés qu'il envoie ensuite entre les cellules du parenchyme cortical, jusqu'à proximité du cylindre central, en disjoignant et chiffonnant les cellules entre lesquelles ils s'insinuent ; et comme toute l'écorce jusqu'à l'endoderme subit ensuite une subérification $\pm$ accentuée, les filaments mycéliens s'enfoncent de plus en plus dans l'écorce de la racine pour assurer leurs échanges symbiotiques. En coupe longitudinale dans un lambeau d'écorce de racine, on voit les lacis mycéliens, très fins, très ramifiés, entourant les cellules d'un élégant réseau à peu près incolore. Enfin, l'aspect extérieur des radicelles, sans présenter des renflements ou des excroissances, est nettement coralloïde : les ramifications sont courtes, nombreuses, souvent plus grosses à leur extrémité terminale qu'à leur base, et toujours dépourvues de poils absorbants.

Nos conifères indigènes sont d'ailleurs, en général, des mycotrophes ; chez les Abiétinées, les mycorrhizes sont ectotrophes : chez le genre *Taxus*, elles sont endotrophes ; le g. *Juniperus* présente à la fois, paraît-il, les deux formes de mycotrophie.

Comme chez celles des plantes herbacées qui sont mycotrophes obligatoires, on constate chez les conifères l'absence d'organes pour l'excrétion d'eau (stomates aquifères, etc.). Frank est même d'avis que les Conifères ne peuvent se nourrir que par l'intermédiaire des Champignons, ce qui est d'accord avec l'observation courante que ces arbres végètent d'autant mieux que l'humus est plus abondant et qu'ils ne peuvent vivre longtemps dans un sol purement minéral et privé de champignons (stérilisé). Ebermayer a même vu, dans certaines forêts des Alpes de Bavière, la couche d'humus, qui atteint jusqu'à plus de 1 mètre d'épaisseur, contenir toutes les racines de ces arbres. Dans le Jura où, d'après le frère Ogérien, la couche humique des forêts atteint en quelques points 2 m. 50 de puissance, on conçoit que les mycorrhizes puissent s'y développer admirablement et assurer d'autant mieux la nutrition des sapins géants qu'on y observe. Et la présence des mycorrhizes est bien en rapport avec l'humus, car, dit Coupin, si un sol est formé de couches alternatives de terre ordinaire et d'humus, on ne trouve des mycorrhizes que dans les couches à humus, alors qu'elles font défaut dans les autres.

Les mycorhizes, avons-nous dit, ne servent pas uniquement d'auxiliaires à l'arbre pour l'assimilation de l'humus, assimilation qui ne pourrait avoir lieu sans elles, mais elles jouent également un rôle de haute importance dans le triage et l'absorption des sels minéraux, ainsi que dans la circulation et la production des hydrates de carbone.

Pour Frank, en effet, l'humus n'est pas seulement un ensemble de résidus végétaux en voie de décomposition, mais il est en partie, comme d'ailleurs le terreau, le fumier, etc. une masse *vivante* d'innombrables filaments mycéliens qui souvent constituent la plus grande partie de sa matière organique, et ces mycèles (indépendants ou non des mycorhizes) exercent sur le contenu de l'humus en éléments salins une influence profonde. On sait que les mycèles ont pour caractère physiologique la possibilité d'absorber directement la partie la plus riche des substances nourricières du substratum organique et minéral ; les sels qui leur conviennent le mieux sont les sels ammoniacaux et potassiques, tandis qu'ils dédaignent ou repoussent les sels de chaux et de magnésie.

Ils opèrent donc ainsi un triage assez important. Un second triage se fait quand le mycèle mycorhizien passe de la nourriture à l'arbre mycotrophe. En effet, les plantes constamment mycotrophes sont, en général, moins riches en matières minérales que les autotrophes, et même que les plantes facultativement mycotrophes. Ceci contribue à nous faire comprendre pourquoi certains arbres, comme le Pin sylvestre, le Châtaignier, etc., qui ont moins de mycorhizes et qui ont une circulation de sève brute proportionnellement plus abondante que d'autres (Sapin par ex.) sont aussi plus sensibles à la composition chimique du sol (calcifugie), tandis que le Sapin, qui absorbe beaucoup moins de solutions aqueuses minérales, se nourrit, *pour une bonne part*, de substances déjà triées par les mycèles de ses mycorhizes, et est moins sensible au calcaire, puisqu'il en absorbe moins, ou qu'il l'absorbe sous forme de composés plus complexes et moins nocifs que le carbonate.

En tout cas, on a précisément remarqué une corrélation entre la mycotrophie et la rareté des sels de chaux (oxalate et carbonate) chez les mycotrophes, tandis qu'au contraire la quantité de ces sels, surtout de l'oxalate, est beaucoup plus élevée chez les plantes autotrophes. Une autre preuve de ces faits est don-

née par les recherches de Stahl sur la quantité respective de cendres dans les feuilles de plantes autotrophes et mycotrophes. Chez les mycotrophes, la quantité est (4 à 8 %), dans la grande majorité des cas, beaucoup plus faible que chez les autotrophes (jusqu'à 25 %). Ces faits sont aussi, comme nous allons le voir, en rapport aussi avec la circulation d'eau très différente dans les deux catégories de plantes, et nous permettent absolument d'admettre que les mycorhizes fournissent à la plante hospitalière *surtout des composés organiques*. Höhnel et Nobbe ont fait des observations importantes sur la transpiration et sur le besoin d'eau des conifères. D'après Höhnel, chez les conifères, toujours vertes, la transpiration et la circulation d'eau sont jusqu'à dix fois inférieures à celles que manifestent les espèces feuillues. D'autre part, Nobbe a mesuré le nombre, la longueur et la surface des organes souterrains de trois conifères après six mois de végétation dans le sable. Voici ses résultats :

	NOMBRE de filaments radicaux	LONGUEUR	SURFACE en mètres carrés
<i>Pinus silvestris</i>	3195	12 m.	20,513
<i>Picea excelsa</i>	253	2	4,153
<i>Abies pectinata</i>	134	1	2,452

Bien que ces résultats soient susceptibles d'objections et d'interprétations diverses, il n'en est pas moins évident que ces trois espèces de conifères manifestent des besoins d'eau très différents. On pourrait en conclure que le Pin peut très facilement se passer de la symbiose, tandis qu'il est au moins probable que le Sapin et l'Épicéa sont des essences à mycotrophie à peu près obligatoire.

Au surplus, les observations de Frank dans le Brandebourg, celles de Gœppert et de Stahl en Bohême, confirment l'exactitude des résultats obtenus par Nobbe et Höhnel.

Ces considérations, soit dit en passant, nous aident à comprendre pourquoi le Pin silvestre peut prospérer dans des sols rocheux très pauvres en humus, puisque par son système racinaire filamenteux *proportionnellement* plus développé, il peut plus facilement se nourrir même dans les sols relativement très secs. Cela nous explique aussi pourquoi il redoute l'humidité excessive puisque, dans ce cas, il absorberait trop d'eau.

Pour le Sapin et l'Épicéa au contraire, l'humidité est moins nuisible et, étant donné le peu de développement de leur surface absorbante comparée à celle du Pin, on conçoit qu'ils puissent compenser, par une mycotrophie active, la faible circulation d'eau qui ne pourrait, seule, leur procurer qu'une alimentation insuffisante.

On peut en conclure, enfin, que l'humidité du sol n'exerce sur le sapin qu'une action *indirecte*, puisque cet arbre absorbe relativement peu d'eau ; mais cela ne veut pas dire que le sapin puisse supporter la sécheresse, au contraire, car on sait que les champignons ne vivent bien que dans un milieu humide, et c'est bien le cas des mycorhizes et de tous les végétaux humicoles et saprophytes.

Ajoutons aussi, à ce que nous avons dit antérieurement sur le besoin très modéré de lumière manifesté par le sapin, que l'exigence très inégale des arbres pour la lumière est, elle aussi, en rapport avec la présence ou l'absence des mycorhizes. Wiesner, Stahl, et d'autres, ont démontré que les plantes qui ont besoin de beaucoup de lumière ont toutes des grains d'amidon dans leurs feuilles (amylophyllie) et sont autotrophes ; tandis que, au fur et à mesure que l'exigence de lumière tend à décroître, comme c'est le cas des plantes silvicoles, l'amidon est remplacé dans les feuilles par des hydrates de carbone solubles (saccharophyllie) et la mycotrophie devient à peu près obligatoire.

En résumé, les Abiétinées, la plupart des Cupulifères et de nos essences forestières indigènes sont des plantes essentiellement humicoles, c'est-à-dire mycotrophes et leur mode de nutrition est, sous ce rapport, notablement différent de celui des plantes autotrophes.

Le développement notable des organes souterrains, leur chevelu pileux absorbant souvent très développé mais existant toujours, la transpiration très active (feuilles aplaties), l'excrétion d'eau même liquide (stomates aquifères), la présence d'amidon dans les feuilles (amylophyllie), ainsi que de l'oxalate de chaux, telles sont les caractéristiques des végétaux autotrophes,

Au contraire, les plantes mycotrophes, ou à mycorhizes, présentent ces caractères toujours $\pm$ affaiblis ou même absents selon le degré de leur dépendance (mycotrophie facultative ou obligatoire) ; les hydrates de carbone qui remplacent l'amidon dans

les feuilles (saccharophyllie) des plantes mycotrophes ont pour but de réduire la transpiration, la circulation d'eau étant elle-même, dans ce cas, très réduite; les champignons fournissent à la plante hospitalière surtout des composés organiques.

Telest, d'après Stahl, *le sens de la formation des mycorhizes*. Ainsi, les progrès de la biologie viennent corroborer et préciser cette constatation des forestiers et des arboriculteurs de la nécessité de l'humus pour la bonne végétation d'un grand nombre d'arbres; et nous commençons à soupçonner les motifs réels de la lutte du sapin et du hêtre, de l'envahissement des feuillus par le sapin; et nous saisissons mieux pourquoi les forêts ne s'établissent et ne prospèrent qu'après que de longues générations de lichens, de mousses, de cryptogames vasculaires et de phanérogames herbacées ont transformé le roc nu en un riche compost humifère.

D. — Parasitisme : Plantes parasites du Sapin

Le sapin est attaqué par un certain nombre de plantes parasites qui ont été étudiées surtout par Hartig, Frank, Prillieux, Mer, etc. et qui appartiennent un peu à tous les groupes de Champignons et même aux Phanérogames.

Nous les résumerons, d'après Prillieux et Guinier. Voici d'abord leur tableau d'ensemble :

- | | |
|------------------|--|
| Phycomycètes : | 1° <i>Phytophthora omnivora</i> (mildew des arbres). |
| Urédinées : | 2° <i>Peridermium elatinum</i> (balai de sorcière, chaudron). |
| | 3° <i>Peridermium columnare</i> (Rouille vésiculaire des feuilles de sapin). |
| Basidiomycètes : | 4° <i>Polyporus borealis</i> (Pourriture jaune du bois). |
| | 5° <i>Polyporus Hartigii</i> (Pourriture blanche du bois). |
| | 6° <i>Armillaria mellea</i> (Pourridié des arbres). |
| Ascomycètes : | 7° <i>Acanthostigma parasiticum</i> (Maladie des aiguilles). |
| | 8° <i>Fusicoccum abietinum</i> (Maladie des branches). |

9° *Pestalozzia Hartigii* (Maladie du collet du sapineau).

10° *Lophodermium nervisequum* (Brun des aiguilles).

11° *Peziza calycina*.

Phanérogames : 12° *Monotropa hypopitys*.

13° *Viscum album*.

1° *Phytophthora omnivora* (Ph. *Fagi* = *Peronospora cactorum* = *Per. Fagi* = *Per. sempervivi*, etc.).

Le mildew des arbres attaque surtout les semis de Hêtres, mais il se communique parfois, par temps très pluvieux, au Sapin, Mélèze, Pin. Tue les plantes en envoyant des suçoirs dans les cellules. Très rare en France.

2° *Peridermium elatinum* (*Æcidium elatinum*, *Cœoma elatinum*). Attaque les pousses, tiges et rameaux du Sapin, qui dès lors se développent mal, en *balai de sorcière*; puis déforme les branches et produit, par hypertrophie des tissus dont il excite le cambium par sa présence, ces tumeurs plus ou moins crevassées, en plaies profondes, nommées *chaudrons* dans les Vosges et le Plateau central (forêt d'Arconsat, etc.), *dorges* dans le Jura. Donne en août des fructifications sporigènes orangées, sur les feuilles du balai de sorcière (*rouille vésiculaire*). Sa forme alternante est le *Melampsorella caryophyllacearum* ou *Mel. Cerastii*, qui vit sur les Alsiniées et notamment sur le *Stellaria nemorum*.

3° *Peridermium columnare*. Produit la rouille vésiculaire des feuilles (face inférieure, en deux lignes parallèles). Les spores vont germer sur le *Vaccinium vitis-idaea*, qu'il rend malade, et sur lequel se produisent les téléutospores (forme *Calypsotheca Gæppertiana*).

Le *Peridermium columnare* n'est donc que la forme œcidienne du *Calypsotheca*.

4° *Polyporus borealis* (*Boletus albus*, *Bolet. borealis*). — Attaque le Sapin et l'Épicéa; s'introduit dans le tronc par une fente ou plaie quelconque. Réceptacles en console, parfois spatulés, se formant seulement sur les troncs une fois abattus.

5° *Polyporus Hartigii* (*Polyp. ignarius* var. *Pinum*, *Pol. fulvus*). — S'attaque aux résineux et non aux feuillus; très fré-

quent dans certaines sapinières. S'installe dans le bois à la faveur des plaies chaudronnées et y produit la *pourriture blanche*. Donne des réceptacles durs, semi-globuleux.

6° *Armillaria mellea* ou Pourridié des arbres. S'attaque aux racines du Sapin comme à beaucoup d'autres arbres et même à la vigne.

7° *Acanthostigma parasiticum* (*Trichosphaeria parasitica*). Attaque les feuilles du Sapin et de l'Épicéa. Le mycélium blanc-jaunâtre envahit les rameaux, les bourgeons, et les jeunes aiguilles qui brunissent et ne tombent que quelque temps après leur mort. Se propage d'arbre en arbre, n'attaquant que quelques rameaux sur chacun, mais produisant néanmoins des dégâts assez considérables.

8° *Fusicoccum abietinum* (*Phoma abietina*). Attaque les tiges des jeunes plantes et les rameaux de l'adulte (branches âgées de 3 à 10 ans, surtout), nécrose l'écorce annulairement, ce qui fait tomber les feuilles et périr la partie terminale de l'arbre ou de la branche attaquée. Commun surtout dans les Vosges.

Fructifications en petites pycnides noirâtres sur les parties nécrosées. On ne lui connaît pas de périthèces.

9° *Pestalozzia Hartigii*. — Attaque le collet des jeunes plants de Sapin et d'Épicéa. Observé surtout dans les pépinières d'Allemagne, absent en France. Trouvé cependant dernièrement sur le hêtre, dans l'Ariège.

10° *Lophodermium nervisequum* (*Hypoderma nervisequum*, *Hysterium nervis.*, *Septoria Pinastri*). Brun des aiguilles de Sapin, n'est pas le même que le brun des aiguilles d'épicéa, quoique lui ressemblant beaucoup. Attaque surtout les feuilles des basses branches. Produit des spermogonies sur la face supérieure de la feuille, et des périthèces sur et le long de la nervure médiane. Jamais mortel.

11° *Peziza calycina*, du groupe des Pézizes pédiculées (*Dasyphypha*). Se voit sur les branches de Sapin, Épicéa, Pin. Assez rare d'ailleurs. Voisine de celle qui produit le chancre du mélèze.

12° *Monotropa hypopythis*. — Plante extrêmement commune sur les vieilles souches dans certaines sapinières du Plateau

Central (Lecoq) ; mais ce n'est qu'une demi-parasite, et le Sapin ne paraît jamais en souffrir.

13° *Viscum album*. — Le Gui a été quelquefois observé sur le Sapin, plus fréquemment que sur le Chêne sur lequel, on le sait, il est très rare.

§ 2. Influence des Animaux sur le Sapin

Quelques animaux parasites exercent sur le sapin une action directe ; d'autres, comme les bestiaux, lui nuisent moins directement, en rongant ses jeunes pousses et ses branches périphériques.

1° Le Sapin a beaucoup moins à souffrir des ravages des Insectes que l'Epicéa et les Pins. Quelques mouches, *Sirex*, etc., piquent ses feuilles ou ses bourgeons.

Quant à son tronc et ses branches, ils sont attaqués par quelques *Pissodes* et *Bostriches* (notamment le *Bostrichus curvidens*, assez commun dans le Midi).

On peut citer aussi un petit lépidoptère tortricide, le *Retina buolina* ; en juin, ce papillon dépose ses œufs sur les bourgeons, à l'extrémité des jeunes pousses de mai ; les chenilles éclosent en automne, rongent les bourgeons, et, en mai suivant, le bourgeon ainsi dévoré ne se développe pas ou bien ne donne qu'une branche chétive et déformée.

2° Le Sapin redoute beaucoup plus l'abroustissement que l'épicéa ; aussi est-il bon de laisser végéter, sur la lisière des sapinières, les morts-bois épineux et buissonnants (Ronces, etc.) pour préserver les jeunes arbres et les basses branches des sapins adultes contre la dent des bestiaux, surtout quand ces derniers sont affamés en temps de grande sécheresse, quand les pâturages sont brûlés.

§ 3. Influence de l'Homme sur le Sapin

A plusieurs reprises déjà, au cours de cette étude, nous avons été amené à indiquer l'influence profonde que l'homme exerce sur le domaine et la végétation des arbres, et du Sapin en particulier. Toutes les essences forestières, résineuses et feuillues, ont maintenant à compter partout avec le roi de la création qui, à son gré, les détruit, les entretient ou les propage. Nous examinerons donc successivement l'homme agissant comme

agent destructeur (déboisement), conservateur (entretien et aménagement), et propagateur (reboisement).

A. — *L'homme, agent destructeur : déboisement*

Dans un coup d'œil rapide sur l'extention ancienne des forêts, nous résumerons les données concernant les déboisements dans l'antiquité, au moyen âge, dans les temps modernes et à l'époque actuelle.

a. — *Action de l'homme dans l'antiquité et au moyen âge.*— Selon l'expression de Ch. de Kirwan, les forêts ont presque partout précédé les champs. C'est donc aux dépens des forêts que le domaine cultural s'est développé au point qu'en France, la superficie boisée n'est plus que de 15 % de la superficie totale. Et dans toute la région tempérée de l'Europe occidentale, à mesure que les sociétés humaines se sont développées, les forêts, dit Flahault, ont été réduites et remplacées par les arbres fruitiers, les céréales, les vignes et les prairies.

Sur toute la surface du globe, d'ailleurs, l'homme exerce aujourd'hui son autorité sur les deux règnes vivants, animal et végétal. Que d'animaux sauvages il a déjà exterminés ! Combien d'autres sont en voie d'extinction plus ou moins rapide ! Combien d'espèces disparates n'a-t-il pas déjà domestiquées, asservies à ses travaux et à ses plaisirs ! Et dans le règne végétal, combien d'arbres, d'arbustes, d'herbes de toute sorte ont déjà été modifiés, améliorés par la culture !

C'est aux États-Unis et en Australie que nous trouvons les exemples les plus saisissants des modifications ou transformations que l'homme fait subir à la nature. Plus lente à coup sûr, mais non moins profonde, dit à ce sujet Camena d'Almeida (*La Terre, géogr. générale*), a été la transformation de nos vieux pays d'Europe. Il a fallu des siècles de labeur pour assécher les marais et éclaircir les forêts de la Gaule et de la Germanie... L'Europe entière ressemble à un champ d'expériences..., mais à côté de tant de succès remportés, il y a eu aussi bien des erreurs commises. Une des principales a consisté dans l'exploitation et la destruction abusives des forêts.

Dans le Plateau central « le hêtre, le sorbier, le bouleau, le sapin argenté seraient les successeurs qu'on s'attendrait à trouver au Châtaignier, dans le sens de l'altitude. Sans

doute, il en fut ainsi jadis ; mais la forêt n'est plus aujourd'hui qu'un accessoire dans la physionomie du massif central. Les cultures de forte endurance, qui ont le privilège d'accomplir vite leur cycle, l'orge et le seigle, ont empiété bien au-dessus de la limite de 700 mètres. La pâture, plus encore, a contribué à détruire les forêts des régions supérieures. Quand les qualités du sol, servies par l'humidité du climat, augmentées par l'irrigation, ont pu transformer les pâturages en tapis herbeux comme il y en a dans le Velay, l'Aubrac, le Cantal, on n'est plus tenté de regretter la forêt. Mais le plus souvent celle-ci n'a eu pour héritier que la lande, cette lande du massif central qui n'est pas la *garigue* méditerranéenne, mais un épais fourré de fougères, bruyères, genêts, ajoncs. Nous sommes ici amenés à constater dans la nature du massif central la trace d'une longue occupation de l'homme, ce grand destructeur des forêts ». (Vidal de la Blache, *Tableau de la Géographie de la France*, 1903, t. I de l'*Histoire de France* d'Ernest Lavisse).

D'après les documents dignes de foi, et c'est notamment l'opinion de Weyd et d'Hüffel, au temps de César, les Gaules ne possédaient guère que 5 à 6 millions d'habitants, et les forêts couvraient au moins 50 % du territoire. Sous Charlemagne, la population monta de 8 à 10 millions, et les forêts couvraient encore 40 % ; au xiv^e siècle, la France avait 15 millions d'habitants, et les forêts n'occupaient plus que 25 à 30 %. Enfin, au xviii^e siècle, la population s'élevait à 25 millions, tandis que le taux de boisement tombait à 15-20 %. Depuis les Gaulois et les Romains, les forêts françaises ont donc diminué au fur et à mesure que la population est devenue plus dense et plus nombreuse. Pendant tout le moyen-âge, l'agriculture, malgré les efforts de Charlemagne, demeura très rudimentaire et très arriérée, les populations restaient plongées dans l'ignorance et l'inaction, privées d'initiative et comme endormies sous le joug des seigneurs qui avaient intérêt à conserver les forêts, et on prétend même que Louis le Débonnaire, au ix^e siècle, avait dû interdire dans son royaume la multiplication et l'extension des bois.

Mais c'est aux moines et particulièrement aux Bénédictins primitifs (qui furent de grands défricheurs de forêts, puisqu'ils mirent en culture près du dixième de l'étendue du pays), que la France du moyen-âge, dit Hüffel, dut de ne pas être partielle-

ment morte de faim, faute de champs à cultiver ! On peut dire que jusqu'au xv^e siècle, il y eut en France de nombreuses forêts vierges, à végétation complètement sauvage et spontanée où nul homme n'avait encore jamais pénétré.

L'absence de routes et même de chemins rendait d'ailleurs difficile l'exploitation et l'entretien des forêts. Cependant, les déboisements et les dévastations commencèrent de bonne heure surtout dans les plaines et sur les bas côtaux.

Pour empêcher ces dévastations, Philippe le Bel dut créer, vers 1300, les « maistres des eaves et foretz » et en 1407, Louis II, duc de Bourbonnais et seigneur de Beaujeu, dut prendre des mesures pour empêcher la destruction des bois du Beaujolais (1).

Le bois du sapin, en particulier, offre trop d'avantages et de qualités pour que cet arbre n'ait pas été partout l'un des premiers abattus ; et, quoique, selon nous, il ait été moins abondant autrefois qu'aujourd'hui en Beaujolais et en Tararais, il y a sans doute existé de tout temps, même dans des localités où on n'en trouve plus trace aujourd'hui. Il a sans doute existé aussi, probablement très disséminé (ce qui a favorisé sa disparition) sur toutes les hauteurs des Monts Lyonnais, et nous avons déjà émis l'opinion que les stations sporadiques actuelles de Salt-en-Douzy, Saint-Cyr-les-Vignes, Saint-Médard, etc., ne sont pas « hétérotopiques », mais représentent des témoins, des vestiges de son ancienne dissémination. Toutes les montagnes du Forez étaient, au temps d'Urfé, selon l'historien Aug. Bernard, entièrement couvertes d'épaisses forêts de hêtres et de sapins, aujourd'hui presque complètement anéanties et disparues.

Au moyen-âge, une immense forêt de hêtres et de sapins, la forêt de Bauzon, couvrait toute la partie occidentale du Bas-Vivaraïs.

De même, il est à peu près certain que le sapin existait autrefois en Ardenne d'où il a été extirpé par l'homme, surtout depuis la généralisation du système de l'écobuage.

Vers la fin du moyen-âge, les actes de vandalisme qui désolaient presque toute la France vinrent encore s'ajouter aux déboisements outranciers.

(1) Cf. F. de La Roche la Carelle, *Histoire du Beaujolais*, 1853.

2° *Les déboisements aux temps modernes et de nos jours.* —

Dès le xvi^e et le xvii^e siècles, les dégâts commis par l'homme un peu partout dans les forêts furent tels que les rois et leurs ministres durent rendre des ordonnances rigoureuses (dont la plus célèbre est celle qui fut édictée par Louis XIV en 1669), et édicter des peines très sévères contre les auteurs de déboisements exagérés.

L'établissement des routes, la rectification des chemins, la construction de canaux facilitant les transports, le développement de la marine royale et de la marine marchande, furent autant de causes qui, ajoutées à l'appât d'un gain élevé et facile, incitèrent les propriétaires à couper à blanc malgré les règlements défensifs.

C'est de cette époque que date la disparition ou la dévastation de la plupart des forêts des Pyrénées et du Plateau central. La forêt de Bauzon, par exemple, fut dévastée au xviii^e siècle pour les usages de la marine, pour la charpente et pour le chauffage des forges, et de cette vaste futaie de hêtres et de sapins, il ne reste aujourd'hui que trois lambeaux, eux-mêmes en bien triste état !

Les grandes sapinières de l'Etat furent aussi complètement dévastées dans le cours des xvii^e au xviii^e siècles, à tel point qu'il fallut les reconstituer complètement au siècle dernier. « Les bois de sapin qu'on traverse en allant de Saint-Chamond à la Grange sont, disait Claret de la Tourrette dans son *Voyage au mont Pilat*, en assez mauvais état » sauf, ajoute cet auteur, les forêts qui appartiennent aux chartreux de Sainte-Croix. « Les forêts de sapin de cette partie de la généralité (le mont Pilat) disait également Alléon-Dulac qui visita aussi les sapinières du Forez (Saint-Bonnet-le-Coureaux) et du Beaujolais, ne sont plus dans un état aussi brillant qu'elle l'étaient autrefois... L'on abat et l'on détruit dans un jour ce qu'il faut tant d'années à la nature pour réparer. »

Partout où existaient des bois, partout ils furent détruits ou du moins détériorés. Les vieux titres, actes notariés, brefs de ventes, inventaires, plunitifs d'audiences des maîtrises des eaux et forêts, etc., conservés dans nos archives, mentionnent dans tout le Beaujolais, le Tararais, le Lyonnais, etc., une quantité de bois qui n'existent plus aujourd'hui et dont cependant les noms locaux ou lieux-dits rappellent le souvenir, tels

que : la Varenne, Boisfranc, la Forest, Tremblay, Bussy, Laye, Lay, Boistrait, Pesselay, Savigny et Souvigny (de *Silviniacus*, etc.).

Cependant, dit Flahault, le domaine national comprenait encore, en 1791, 4.704.917 hectares de forêts, mais après la loi imprudente de septembre 1791, après les ventes à vil prix des bois des couvents et des menses, l'œuvre de dévastation s'accrut rapidement, et en 1795, les rapports officiels accusent déjà un déficit de plus de 2.000.000 d'hectares par rapport au chiffre précédent.

Aux causes générales signalées précédemment vinrent s'ajouter celles se rapportant au morcellement progressif de la propriété et au développement rapide de la culture dans le cours du XIX^e siècle

C'est du commencement du XIX^e siècle que date notamment la dévastation des grandes sapinières de Pramenoux, près Lamure, en Beaujolais. Cette belle forêt, qui fournissait déjà depuis longtemps (1) des poutres et des planches pour les constructions de Lyon et des villes de la région, fut livrée en 1805 à une bande de spéculateurs (2) qui la mirent en coupe « réglée » ! Depuis un demi-siècle, la construction des chemins de fer dans nos régions (lignes de Lyon à Saint-Etienne, à Montbrison, à Roanne, à Lamure et Paray-le-Monial, nombreux petits chemins de fer et tramways urbains ou ruraux, etc.) vint encore activer la destruction des bois de sapins, de pins, de chênes, etc., du Beaujolais et du Lyonnais.

Les bois de Pins du Lyonnais furent épuisés en partie pour le boisage des mines de houille de la vallée du Gier. L'installation de nombreuses teintureries et tanneries, même avant la Révolution, en Lyonnais notamment (Saint-Symphorien-sur-Coise fut, à cette époque, dénommé *Chausse-armée*), contribua à épuiser les réserves d'arbres à teinture et à tan (chênes, châtaigniers, etc., etc.).

Dans le massif du Forez, surtout dans les environs de Sauvain, Chalmazel, Montbrison, etc., les sapinières et tous les

(1) Cf. la *Statistique* dressée sur l'ordre du roi, en 1698, par Lambert d'Herbigny, intendant général de Lyon.

(2) Cf. le *Rapport* de M. de Sarron, analysé par Grognier, dans les *Ann. de la Soc. d'agricult. de Lyon*, en 1820.

bois en général sont de plus en plus dévastés, délabrés et restraints par les coupes abusives et aussi par le pâturage qui leur fait un mal immense (d'Alverny, *in litt.*).

C'est d'ailleurs une erreur de croire que les défrichements sont avantageux pour l'agriculture : dans la plupart des cas, les forêts récemment défrichées passent en très peu d'années, dit Flahault, dans la catégorie des terres incultes, inutilisables.

On a tué la poule aux œufs d'or, ajoute fort justement ce savant ; en effet, la futaie commence à se transformer en taillis par le besoin de réaliser le capital ; le taillis à son tour s'appauvrit par des émondages trop fréquents, par l'introduction hâtive de troupeaux trop nombreux ; et si le propriétaire livre à la culture ces terres qui, souvent, ne peuvent rien produire que du bois, il s'appauvrit sans même en avoir conscience, et il n'ouvre les yeux que lorsqu'il a consommé sa ruine !

Actuellement, en Beaujolais et en Lyonnais, les champs s'élèvent très haut ; et jusque sur les points culminants (950 m. aux Loives, par exemple), les rectangles bariolés des cultures de pommes de terre, trèfle, seigle, avoine, etc., qui le plus souvent ne rapportent pas même au fermier de quoi payer ses impôts et sa ferme, ont remplacé les forêts de pins, de sapins et de hêtres. Si la destruction des forêts est répréhensible partout, c'est surtout en montagne que ses effets sont terribles et immédiats. Aussi, depuis 1870, l'Etat ne fait plus aucune aliénation, et il ne permet que les défrichements qu'il est impuissant à empêcher. C'est surtout le régime des eaux, source principale de fécondité de la terre, qui a à souffrir de la dénudation du sol. A la suite des orages, des inondations et des déluges de blocs et de terre arrachés aux pentes des montagnes se précipitent dans les vallées. En 1890, quarante-cinq personnes périrent dans la vallée de l'Ardèche, et les dégâts causés aux cultivateurs en amont et aux riverains en aval se chiffrent par millions !

Tous les cours d'eau du Tararais et du Lyonnais, dont le débit était autrefois constant et régulier, sont aujourd'hui tantôt à sec, tantôt transformés en torrents ! Les sécheresses, les orages, la disparition des sources, l'érosion des pentes, et, en un mot, l'appauvrissement général des régions montagneuses sont, en très grande partie, dus au déboisement exagéré.

En 1900, les forêts ne couvraient plus que 16 % environ de la superficie de la France, et ce sont les pays de plaine et de faible

altitude qui en ont le plus ; les montagnes (Alpes et Plateau central notamment) sont presque entièrement déboisées. Il est donc temps de s'arrêter dans cette voie dangereuse et de songer non seulement à conserver ce qui reste, mais surtout à reboiser.

B. — *L'homme, agent conservateur : entretien et aménagement*

Nous savons déjà dit quel fut le rôle important joué au moyen âge par les seigneurs et par les ordres religieux dans la conservation des forêts. Mais trop souvent les forêts seigneuriales étaient mal entretenues et par conséquent ne profitaient pour ainsi dire à personne ; tandis qu'au contraire les moines furent, pour la plupart du moins, des sylviculteurs émérites qui savaient tirer de leurs domaines forestiers des revenus élevés.

D'après Seurre, les grandes forêts d'Ajoux auraient été sinon établies, du moins améliorées et entretenues avec soin par les bénédictins de Cluny qui habitaient au moyen-âge l'antique prieuré du Saint-Rigaud. Dans toute la région lyonnaise, les grands bois et les sapinières sont souvent des héritages que nous ont laissés les abbayes des siècles passés. Nous avons la conviction que les sapins que l'on voit encore au mont Arjoux sont des descendants des sapinières qui dépendaient du célèbre prieuré de Savigny ; de même les quelques sapins qu'on voit encore au bois de Thoranches, près d'Haute-Rivoire, dans le canton de Saint-Laurent-de-Chamousset seraient aussi des vestiges de sapinières qui avoisinaient un prieuré existant en ce lieu avant la Révolution. Les sapins du bois d'Azole près Villechenève, dans la partie montagneuse du même canton, sont aussi, très probablement, issus spontanément des anciennes sapinières appartenant à un prieuré que les moines bénédictins ou cisterciens avaient, il y a 800 ans, dit-on, bâti au sommet de la montagne : dans une excursion que nous eûmes l'occasion d'y faire en août 1904, pendant notre séjour à Villechenève, un habitant du pays nous montra, au travers des taillis broussaillieux qui ont aujourd'hui succédé aux futaies d'autrefois, les vestiges du jardin et des bâtiments de cette abbaye.

« Les plus belles forêts de sapins du Pilat, écrivait La Tourrette au XVIII^e siècle, celles qui ont été le mieux exploitées,

appartiennent aux Chartreux (1) ; cela s'observe dans presque toutes les parties du royaume où ces pères possèdent des bois ; ce qui leur a mérité de ne pas être sujets à la maîtrise des eaux et forêts. » Les belles forêts de la Grande-Chartreuse (Isère), la sapinière de la chartreuse de Portes (Ain), etc., se sont heureusement conservées intactes jusqu'à nos jours.

C'est surtout depuis le xvi^e siècle que l'entretien et le traitement des forêts de sapins ont été l'objet, en France, de l'attention des pouvoirs publics.

Le règlement forestier de 1613, relatif aux forêts des Vosges, paraît être, dit Hüffel à qui nous empruntons ces données, le plus ancien où il soit fait mention du danger des coupes à blanc dans les sapinières. Et depuis cette époque, un peu partout en France, les sapinières ont été entretenues, c'est-à-dire plus ou moins bien traitées et aménagées, quand toutefois... elles n'ont pas été détruites !

Certains règlements mal conçus ont quelquefois amené de mauvais résultats. Ainsi, dans les Pyrénées, un règlement d'*afforestation* de 1561 permettait de choisir dans les sapinières un mat de navire pour 3 francs, de chauffer une forge pendant un an pour 2 fr. 10 sols, de fournir pendant un an tout un atelier à façonner le bois moyennant 5 francs, etc. D'ailleurs, les sapinières des Pyrénées ont toujours été assez négligées : non seulement les besoins croissants de la marine royale, mais encore et surtout les feux des forges catalanes, autant que l'insouciance criminelle des bergers qui laissaient les bêtes abroustir les arbres, en ont dévasté et perdu les trois quarts.

Dans le Jura, c'est vers le début du xviii^e siècle (règlement

(1) La Chartreuse de Sainte-Croix-en-Jarez, établie sur les contreforts du Pilat, possédait de grands bois de Sapins dans ce massif montagneux. Les religieux furent dispersés au moment de la Révolution, leurs bois et leurs domaines vendus à vil prix. Le couvent fut acquis par de nombreux particuliers qui s'y installèrent et le transformèrent en un village pittoresque aujourd'hui érigé en commune ; quant à la chapelle du couvent, elle fut acquise par les sieurs Raynaud et Roux (notre arrière grand-père) et donnée ensuite par eux à la paroisse, pour servir d'église paroissiale, à seule condition d'avoir droit, pour eux et leurs familles, de prendre place dans les stalles sculptées. Voyez d'ailleurs la belle monographie de Sainte-Croix écrite par M. Vachez, avocat et érudit lyonnais, qui cite les noms des spéculateurs qui ont dévasté les bois de ce couvent.

Maclot, de 1724) qu'on a réglementé les sapinières : on y marquait chaque année tous les arbres à abattre ; mais à l'inverse de celles des Pyrénées, les sapinières du Jura, qui appartenaient presque toutes aux abbayes et aux communes, ont été de tout temps, comme celles des Vosges, fort bien entretenues.

C'est naturellement dans les grands domaines, appartenant aux propriétaires les plus fortunés, que les sapinières ont été le mieux entretenues et conservées.

Ainsi les grandes sapinières du Beaujolais (Ajoux, Chénelle, etc.), du Forez et de la Madeleine (Sapinières des Bois-Noirs, dans la région de Saint-Romain-d'Urfé, Saint-Priest-la-Prugne, etc.), sont encore en très bel état, grâce à leur exploitation raisonnée et à leur entretien constant. C'est, en effet, une impression profonde, une conviction même, que nous avons rapportée de toutes nos excursions dans la région lyonnaise, que partout, depuis les bois du Pilat jusqu'à ceux du Saint-Rigaud en passant par le Tararais, c'est l'homme qui a fait ces bois tels que nous les voyons, et que les antiques forêts spontanées n'ont nulle part laissé des témoins de leur végétation sauvage et désordonnée.

Examinons maintenant l'importante question des reboisements.

C. — L'homme, agent de propagation : reboisement

Le reboisement peut se faire spontanément, par semis naturels ; c'est bien le cas dans plusieurs régions et dans beaucoup de sapinières plantées, où par la suite l'*Abies pectinata* se propage de lui-même et se ressème annuellement. Mais ce *reboisement naturel* est lent et n'est soumis qu'au caprice de la nature : c'est l'homme qui peut le mieux reboiser et réparer activement l'imprévoyance ou l'indifférence de ses ancêtres.

Les lois de 1860, 1882, et tous les règlements forestiers actuellement en vigueur, favorisent le reboisement. Les détails sur la théorie et la pratique du reboisement n'entrent pas dans le cadre de cette étude, pas plus d'ailleurs que les questions techniques d'aménagement, de traitement, de reconstitution, d'exploitation par coupes à blanc, jardinatoires, etc. Nous rappellerons seulement qu'il n'est guère possible de semer ou planter des résineux en terrain entièrement nu et rocheux, sans humus,

mais qu'au contraire on peut facilement reboiser les taillis, landes, friches, vassibles, bruyères, genêts, pâturages, etc., où le sol est $\pm$ riche en humus et débris végétaux (à cause de la mycotrophie). Outre cette condition, il faut encore des circonstances climatiques favorables (température, humidité).

C'est ainsi, par exemple, que l'homme a pu introduire depuis vingt ans le sapin dans les forêts de Haye (Meurthe-et-Moselle), de Verzy (Marne), etc.

Au point de vue économique, le reboisement s'impose partout où il est possible : c'est non seulement un placement avantageux à effectuer, mais encore un devoir à accomplir dans l'intérêt du bien-être général. Voici, en effet, les principaux avantages du reboisement d'une contrée :

1° Régularisation du débit des cours d'eau ; 2° protection des vallées contre les inondations ; 3° protection des vignobles et des cultures contre les orages à grêle ; 4° alimentation des villes, en eau potable, rendue plus facile ; 5° alimentation en eau des centres industriels ; 6° approvisionnement plus régulier des canaux et des fleuves navigables ; 7° mise en valeur des terrains improductifs (plus-value acquise par le sol reboisé, etc.).

Toutefois, ne pas s'engager à la légère. Prendre conseil des forestiers et propriétaires expérimentés à ce point de vue. Pour se rendre compte du résultat, considérer les quatre points suivants : 1° capital à engager ; 2° durée pendant laquelle il est engagé ; 3° revenu et valeur du capital au moment où cesse la période d'attente ; 4° taux définitif du placement. C'est généralement ce dernier terme qui intéresse davantage, et que l'on peut aisément prévoir par une règle d'intérêts composés (Noël, Griess, etc.)

Or, dans une forêt non permanente, obtenue par boisement artificiel, le rapport net est de plus de 5 % au moment de la dernière coupe définitive, quand l'opération est bien conduite. Une forêt permanente bien gérée, sapinière par exemple, est d'un rapport net et indéfini de plus de 3 %, d'après de Liocourt.

Un sylviculteur du Beaujolais, le comte du Sablon, ne craint même pas de dire :

« Je ne connais aucun autre emploi de fonds plus rémunérateur et d'un recouvrement plus certain pour tout homme qui peut prélever une portion quelconque de son revenu au profit des

dernières années de son existence ou des enfants qui sont appelés à lui succéder. »

Reboiser le plus possible en sapins, surtout dans les feuillus déjà existants, est donc une opération très lucrative ; comme le sapin résiste au couvert prolongé, on peut en effet créer ainsi une sapinière, dans un taillis, sans perdre sensiblement de son revenu en attendant le rapport fructueux et élevé de la sapinière adulte.

Ce ne sont pas, d'ailleurs, les terrains reboisables qui manquent : en France, près de sept millions d'hectares sont improductifs, soit 11 % de la surface du pays, 1 hectare sur 9. La proportion des terres incultes atteint 35 % dans l'Hérault, 34 % dans les Basses-Alpes, 41 % dans les Pyrénées-Orientales, 42 % dans les Hautes-Alpes, 50 % dans la Lozère (Flahault).

C'est le Plateau central qui est, de tout le territoire français, la partie la moins boisée (9 %, contre 17 % de moyenne générale). Aussi a-t-il, depuis longtemps, été justement nommé la « tête chauve » de la France. Il renferme à lui seul plus d'un million d'hectares improductifs, dont 600.000 au moins seraient directement et facilement reboisables. Sur ce total, l'Aveyron entre pour 273.000 hectares, la Lozère pour 242.000, la Corrèze pour 165.000, le Puy-de-Dôme pour 160.000, le Cantal pour 74.000, la Haute-Loire pour 66.000, la Haute-Vienne, la Creuse, l'Allier, l'Ardèche et le Tarn ensemble pour 180.000, la Loire pour 31.000 et le Rhône pour 27.000.

Le terrain ne manque donc pas, les plants non plus (ils sont fournis gratuitement ou, en tout cas, à très bon compte, par les pépinières de l'Etat), les facilités encore moins (le terrain en reboisement est exempté de tout impôt pendant de longues années, etc.) ; ce qui manque, ce n'est pas même l'argent, c'est la bonne volonté.

1° *Le reboisement dans la région lyonnaise.* Dans le Rhône et la Loire, malgré le zèle des agents forestiers et le bon exemple donné par de nombreux propriétaires, les progrès du reboisement sont très lents.

Dans le Rhône (Griess, Sauvage, Sablon, Seurre, etc.), on a reboisé, de 1861 à 1903, environ 4.800 hectares : 4.500 aux particuliers, 260 aux communes et établissements publics, 32 à l'Etat. L'arrondissement de Villefranche reboise proportionnellement dix fois plus que l'arrondissement de Lyon qui est donc

très en retard sous ce rapport. Les semis donnent 40 % de réussite moyenne, les plantations 75 %. Sur 285.900 hectares que compte le département, on compte 31.450 hectares de bois et 27.000 hectares de friches, vassibles, landes, à reboiser.

Dans la Loire (Vessiot, etc.), sur 479.800 hect., dont 66.000 de bois, il y a environ 31.000 hect. de friches à reboiser (11.000 dans l'arrondissement de Montbrison, 8.000 dans celui de Roanne, et 12.000 dans celui de Saint-Etienne).

Voici d'ailleurs quelques détails concernant chaque région.

Beaujolais (Comte du Sablon, comte de Chênelette, Seurre, De Saint-Victor, etc.). Le Beaujolais reboise beaucoup en sapins qui se ressèment ensuite naturellement et se propagent avec facilité, comme nous l'avons dit antérieurement. Le sapin réussit le mieux dans les vallonnements frais, sur les pentes des gorges des montagnes, en terre noire (humifère) et légère, à partir de 550 mètres. Autres essences employées, seules ou en mélange avec le Sapin : Epicéas, mélèzes, pins sylvestres, laricios de Corse, noirs d'Autriche, etc.

On peut dire qu'en Beaujolais le sapin forme les 4/5 des reboisements en montagne. Il remplace même petit à petit les bois de pins et les feuillus de hêtres, chênes, châtaigniers, etc., dans lesquels il est introduit et respecté.

Principaux reboisements :

A Vaux-Renard et Juliéas (mont Reymond), les sylviculteurs comte d'Albon, de Saint-Pol, de Saint-Trivier, Radisson, etc., ont reboisé de nombreuses parcelles en sapins, épiceas, mélèzes, pins, etc. ; la forêt communale des Eguillettes (50 hect.), qui contient la grande pépinière départementale, est complantée surtout en épiceas et pins.

A Claveisolles, les comtes du Sablon ont reboisé plus de 200 hectares en essences diverses.

A Aigueperse, Saint-Nizier-d'Azergues, etc., divers reboisements communaux et particuliers en sapins et pins sylvestres ; en montant de Saint-Nizier au col de la Croix-Nicelle, notamment, on voit de superbes reboisements en pins sylvestres.

A Ouroux, M^{me} Bourgeat a reboisé plus de 15 hectares, et M. Berloty plus de 50 hectares en sapins, épiceas et pins.

A Saint-Igny-de-Vers, on voit des reboisements très étendus en sapins et pins sylvestres.

A Lamure et Claveisolles, M. Servier a reboisé en sapins, épicéas, mélèzes, laricios, etc.

A Chênelette, reboisements du comte de Chênelette en sapins, épicéas, pins silvestres.

A Cenves, nombreuses parcelles reboisées en diverses essences.

A Belmont, Ecoche, etc., on plante autant d'épicéas que de sapins, avec mélèzes, etc.

A Saint-Didier-sur-Beaujeu, à Montclair et Tournissoux, etc., reboisements des forestiers Gaudet, Badet, etc.

On le voit, c'est, en somme, le sapin qui est l'essence dominante des reboisements du Beaujolais. Toutefois, l'épicéa prend de plus en plus d'importance.

Tararais. — Le reboisement y est moins actif qu'en Beaujolais. Citons : de nombreuses parcelles en épicéas, sapins, mélèzes, pins en divers points des cantons d'Amplepuis, Tarare, Saint-Laurent-de-Chamousset, Feurs, Saint-Symphorien-de-Lay, Néronde; à Amplepuis notamment, reboisements sur terrains de l'hospice et au château de Rochefort; à Ronno, sur les limites du Tararais, du Roannais et du Beaujolais, grands reboisements (250 à 300 hect.) entrepris depuis un siècle par la famille de Saint-Victor; dans les forêts de mélanges, on élague peu à peu les mélèzes et les pins pour conserver des forêts d'avenir en sapins et épicéas; sur les pentes du Boucivre, reboisements de MM. Matagrin, etc.

Lyonnais. — Dans les Monts Lyonnais, le reboisement est presque nul, et pourtant il serait éminemment utile à tous les points de vue. Cependant, on voit çà et là, des parcelles de plantations résineuses : à Saint-Bonnet-le-Froid; à Larajasse, en sapins et épicéas, sapinettes, etc., par les familles de Jerphanion et de Varax; à Châtelus, en sapins et épicéas, par le comte de Châtelus; à Fontanès, Chevières, par la fam. Neyrand, etc.

Mais dans l'ensemble, tous ces reboisements réunis ne forment qu'une étendue minime, n'atteignant certainement pas 100 hectares.

Pilat. — Tous les sapins actuels du Pilat proviennent des replantations faites depuis 150 à 200 ans; ils appartiennent en grande partie maintenant aux familles de Rochetaillée et de Montdragon; les reboisements les plus étendus

sont sur la commune de Doizieux, aux Trois-Dents et sur les pentes du Crêt de la Perdrix. Un ancien maire du Bessat, nommé Matricon, mérite d'être cité parmi ceux qui ont le plus contribué à ces reboisements. D'après le forestier Sauvage, il y aurait de grands et utiles reboisements à faire (1.000 hect. environ) dans la vallée du Dorley.

Forez et Madeleine. — En Forez et Madeleine, le reboisement est presque nul. Cependant, dès 1860, le comte de Sugny tenta des reboisements à Saint-Just-en-Chevalet; un maire d'Ambierle, M. Allier, à Saint-Bonnet-des-Quarts, etc.

Aujourd'hui, on ne reboise plus en sapin, qui ne réussit pas en plein découvert (d'Alverny), parce qu'il craint la sécheresse et la gelée; on emploie le pin silvestre (Saint-Bonnet-le-Château, etc.), le pin Weymouth qui réussit assez bien, et même se propage puisqu'il est déjà subspontané à Saint-Priest-la-Prugne au bois de Bout; le pin laricio, de Corse et d'Autriche, en plaine (Saint-Laurent-la-Conche, etc.). Les épicéas et mélèzes sont aussi très employés (d'Alverny, *in litt.*), par exemple dans le massif de la Madeleine, à Bois Vague, Bois Tord, Chérier, Arcon, Les Noës, Saint-Rirand (forêt communale d'Ambierle), etc.

2° *Le reboisement en sapins et résineux dans le Plateau central.* — Dans le Morvan, où le sapin spontané n'existe pas, mais qui est un pays bien arrosé, riche en bois de chauffage (hêtres en Haut-Morvan, chênes en Bas-Morvan; forêt de Saulieu, 760 hect.; du Duc, 1.200 hect., etc.), on pourrait essayer d'introduire des résineux dans les feuillus. Selon Hüffel, le sapin réussirait dans la forêt de Saint-Prix (1.000 hect., entre 700 et 900 m. d'alt.), près d'Autun. D'ailleurs, Fliche a signalé des sapins plantés dans la forêt de Champfêtu, commune de Theil-sur-Vanne (Yonne).

En Auvergne, en Vivarais, etc., on reboise peu, pas assez. Vers 1870 pourtant, on a effectué d'importants reboisements en sapin, sur les pentes méridionales du cratère de Montpezat (845 m.) et dans le cratère même.

Le Plateau central proprement dit, surtout en Margeride, Aubrac, etc., a été peu à peu transformé en pâturages de montagne (Gehbart, etc.); cependant, il y a de grandes étendues qui pourraient être reboisées en Sapins et Epicéas (terrains vol-

caniques) et en Pins silvestres et de Corse (terrains granitogneissiques).

3° *Le reboisement dans les autres régions françaises.* — Dans l'Aude, l'Ariège, etc., on a beaucoup reboisé en sapin, même à des altitudes assez faibles ; mais la chaîne pyrénéenne proprement dite est bien délabrée à ce point de vue, et il y aurait beaucoup à faire. On plante çà et là l'épicéa en mélange, comme dans la forêt communale de Laruns (Basses-Pyrénées).

Dans les Alpes, le reboisement et le gazonnement sont rendus nécessaires par suite des déboisements et des dégâts causés par les innombrables troupeaux de moutons (Demontzey, de Ribbe, etc.). D'après Engler, Schæffer, etc., l'extension progressive de l'épicéa, qui domine maintenant en Savoie (c'est la *terre promise* de l'épicéa, dit-on), en Suisse centrale et occidentale, est due en grande partie à l'influence de l'homme qui le préfère au sapin, parce qu'il résiste mieux à la dent des bestiaux et aux coupes abusives.

Le Jura et les Vosges sont toujours bien boisés et riches en sapinières bien entretenues ; cependant, çà et là, des boisements seraient utiles et rémunérateurs, soit en sapin pur, en épicéa pur (belles pessières de la région de Saint-Claude), ou mieux en mélange de ces deux résineux.

4° *Le reboisement à l'étranger.* — L'Angleterre, l'Espagne, le Danemark, la Hollande, l'Italie, etc., sont des pays qui auraient besoin d'être reboisés. Le Sapin réussit bien en Angleterre, s'y propage et s'y sème naturellement, lorsqu'on l'introduit dans des stations qui lui sont favorables. Dans le Harz, des essais de reboisement en Sapin ont été tentés, mais sans grand succès, sauf à l'exposition sud (Grisebach).

En définitive, si l'homme est impuissant à faire prospérer le Sapin dans des contrées où les conditions ambiantes ne lui sont pas favorables, il devrait néanmoins chercher à l'introduire en reboisant avec cette belle essence partout où cela est possible.

TROISIÈME PARTIE

Compléments et Conclusions

Nous croyons utile maintenant de compléter en quelques mots ce que nous avons dit du Sapin, en le comparant avec les principales essences françaises résineuses et feuillues, en exposant brièvement sa physiologie et son utilité, et en résumant les conditions spéciales exigées pour sa bonne végétation.

CHAPITRE PREMIER

Physiologie et conditions de végétation du Sapin

Nous connaissons maintenant le Sapin comme étant physiologiquement une essence de tempérament assez délicat, surtout pendant les dix ou quinze premières années ; le caractère le plus important du jeune plant est de redouter la gelée, le coup de soleil et la sécheresse ; aussi admet-il avantageusement le couvert, jusqu'à l'âge d'une vingtaine d'années ; il peut même au besoin le supporter jusqu'à l'âge de 40 ou 50 ans, en arrêtant sa croissance. Si le sol contient une proportion plus ou moins grande de substances organiques (humus), il n'en végète que mieux grâce à son curieux mode de nutrition par mycorhizes. A l'âge moyen il accroît régulièrement sa tige et ses branches

sans que toutefois ses pousses annuelles soient aussi longues que dans l'épicéa ; cependant, de 20 à 80 ans, il croîtrait plus vite que l'épicéa, et pour ce motif il est donc plus propre à la charpente ; mais à partir de 80 ans environ, il croît au contraire plus lentement que l'épicéa. Sa révolution moyenne est de 110 à 130 ans. Guinier a donné un excellent tableau de la végétation comparée du Sapin est de l'Epicéa ; nous lui avons emprunté quelques-uns des détails précédents. Citons maintenant quelques opinions résumées des divers auteurs :

Les plus beaux sapins (en Beaujolais) se trouvent, dit Audin, sur les pentes nord de la partie la plus élevée et la plus septentrionale de la chaîne, aux stations qui reçoivent la plus grande quantité de pluie annuelle.

Le Sapin est indifférent à la nature du sol, pourvu qu'il soit frais, sans être compact ou marécageux ; il en assure lui-même la fraîcheur par son couvert épais ; c'est par excellence l'arbre des régions pluvieuses (Mélard, Congrès de 1900).

Le Sapin, dit Mathieu dans sa classique *Flore forestière*, est l'arbre des régions montagneuses dont l'atmosphère est humide et dont la température moyenne de l'hiver ne descend pas au-dessous de — 4° à — 6° ; il succède à la région des chênes et des céréales et s'élève à peu près à la même hauteur que le hêtre, mais il ne descend pas comme lui dans les plaines. Il recherche particulièrement les sols frais, formés de détritiques de roches granitiques ou de transition, et mélangés d'humus.

Ainsi, en résumé, de ces opinions autorisées et des considérations écologiques que nous avons longuement développées dans ce travail, nous concluons :

Les trois conditions essentielles à la végétation du Sapin sont : 1° une température sans écarts extrêmes, d'une moyenne de 8 à 10° ; 2° une humidité assez considérable, sans excès toutefois (800 à 1500 millimètres d'eau), c'est-à-dire un sol frais mais non marécageux ; 3° un milieu nutritif riche en humus, en rapport avec sa nutrition mycorrhizienne.

Dans l'aire de dispersion générale du Sapin, c'est-à-dire en Europe centrale, méridionale et occidentale, ces trois conditions ne sont bien réalisées que sur les montagnes, à des altitudes d'ailleurs très variables comme nous l'avons vu. C'est ce qui a porté les phytogéographes à distinguer des *zones altitudinales*

de végétation dans lesquelles le Sapin trouve naturellement sa place.

a) Ainsi, à ce point de vue, Lecoq avait divisé le Plateau central français en 3 régions plutôt climatiques, il est vrai, qu'altitudinales :

1° *La région des plaines* ou du nord du Plateau Central, comprenant les associations suivantes : des forêts, des taillis, des haies et buissons, des prairies, des coteaux calcaires, agreste et vicinale, des rochers, des bords des rivières ;

2° *La région méridionale*, comprenant les associations : des forêts de chênes verts, des châtaigneraies, des haies et buissons, des causses, des lieux cultivés, des rochers, des bords des rivières ;

3° *La région des montagnes*, comprenant les associations : des forêts de sapins, des forêts de hêtres, des forêts de pins, des taillis de montagnes, des haies et buissons, des prairies hautes, des bruyères, des moissons et des chemins, des rochers des montagnes, des bords des rivières.

Comme on le voit, Lecoq n'a pas pris l'altitude comme unique critérium de ses zones ou régions de végétation, ainsi que le font pourtant la plupart des phytogéographes.

b) Beille, entre autres, a distingué dans le Plateau Central les zones suivantes :

1° *La zone inférieure* ou du châtaignier, jusqu'à 650 mètres d'altitude, parfois jusqu'à 800 mètres aux expositions sud.

2° *La zone moyenne* ou du hêtre, ou des plantes subalpines ; c'est dans cette zone qu'il fait rentrer le Pin sylvestre, de 650 m. à 1200 m., et le Sapin, à la partie supérieure, jusqu'à 1500 m.

3° *La zone alpine*, sans plantes arborescentes, localisée aux plus hauts sommets, au-dessus de 1550 mètres.

c) Thurmann a admis les régions suivantes pour le Jura (s. lat.) :

1° *Région basse*, inférieure à 400 m. : Vignes, absence de Sapins.

2° *Région moyenne*, de 400 à 700 m. : Vigne rare, Sapin disséminé.

3° *Région montagneuse*, de 700 à 1300 m. Vigne absente, Sapin en forêts, température moyenne 8 à 9°.

4° *Région alpestre* (alpine, subnivale, nivale) de 1300 à 1800 mètres.

d) Selon Gurnaud, on peut distinguer, en Franche-Comté :

1° Climat ou zone du Chêne, jusqu'à 600 m.

2° Climat ou *zone du Sapin* (qui forme les 3/10 des forêts de Franche-Comté), de 600 à 900 m. et même jusqu'à 1200 m.

3° Climat ou zone de l'épicéa, au-dessus de 900 m.

e) Dans le Forez, Legrand a admis :

1° Zone inférieure ou des Vignes : inférieure à 600 m. ; la vigne y règne.

2° Zone moyenne ou montagneuse, ou région des Pins, de 600 à 1000 m.

3° Zone supérieure ou subalpine, ou *région des Sapins*, de 1100 à 1600 m.

f) Dans la région lyonnaise, le D^r Magnin a distingué trois zones analogues :

1° Zone inférieure ou de la vigne, inférieure à 600 mètres ; Vigne, pas de conifères ; température moyenne, 10 à 13°.

2° Zone moyenne ou des pins, de 600 à 950 mètres ; température moyenne, 9 à 10° ; Vigne rare ou absente ; pins et hêtres, çà et là des Sapins.

3° Zone supérieure ou des sapins, de 950 à 1012 mètres ; température moy., 8 à 9° ; les Sapins y sont à peu près les seuls arbres.

En réalité, et d'ailleurs les auteurs en conviennent eux-mêmes, ces divisions n'ont rien d'absolu ; elles varient beaucoup selon la latitude, l'exposition, la hauteur d'eau annuelle, la richesse du sol en humus, etc., et surtout, nous l'avons vu, selon la volonté de *l'homme*, dont l'influence aujourd'hui générale sur les forêts modifie beaucoup la distribution des essences et notamment de notre Sapin. Le Sapin n'est ni l'arbre des frimas, ni l'arbre des altitudes, et rien ne serait plus faux que de le considérer comme étroitement enfermé dans un cercle à limites nettes et infranchissables.

On a cherché, notamment, à démontrer qu'il existe une opposition complète entre le Beaujolais et le Lyonnais, parce que le Sapin est abondant dans le Beaujolais et presque absent dans

le Lyonnais. Cette opposition n'existe pas, et en tout cas ne pourrait se justifier que par des raisons plus théoriques que réelles. Nous n'attachons pas une importance exagérée à la question de savoir pourquoi le Sapin existe abondamment en Beaujolais, tandis qu'il devient rare en Tararais et disparaît dans les monts Lyonnais. Selon nous, cette inégalité, bizarre en apparence, s'explique avant tout par le fait de l'homme ; nous demeurons persuadé que si l'homme reboisait les monts Lyonnais aussi activement qu'il le fait en Beaujolais, le Sapin y prospérerait d'autant mieux que l'extension des bois amènerait rapidement des modifications climatériques favorables, en même temps que l'humus se reconstituerait peu à peu. Il reste à savoir pourquoi l'on n'a pas conservé les bois en Lyonnais, et pourquoi l'on ne reboise pas autant dans l'arrondissement de Lyon que dans celui de Villefranche. La question devient alors plutôt sociologique que phytécologique ; c'est pourquoi il ne nous appartient pas et il ne nous convient pas de la discuter ici ; nous l'effleurons seulement dans l'un des chapitres suivants, à propos de l'importance et de l'utilité des forêts de résineux.

CHAPITRE DEUXIÈME

Comparaison du Sapin avec les diverses essences indigènes

Le tableau général ci-joint, reproduit en grande partie d'après la dernière statistique forestière officielle, publiée en 1878, nous donne des renseignements généraux sur l'importance respective du Sapin et des diverses essences forestières indigènes ; mais il est utile de développer en quelques mots les caractères des principales de ces essences, en y ajoutant des notions sur différents arbres d'importance secondaire.

Principales Essences feuillues ou résineuses par ordre d'importance	SURFACES OCCUPÉES (en hectares)		ALTITUDES MINIMA (m) ET MAXIMA					
	absolue	relative	Plateau central	Pyrénées	Corse	Alpes	Jura	Vosges
1. Chênes { pédonculé..... rouvre.....	2663740	29 %	900 1150	1200 1500	1500	1200 1500	850 900	800 1000
2. Hêtre	1745209	19	1540	2100	1800	2000	1550	1250
3. Charme.....	1102257	12	900	900		1400	900	766
4. Sapin pectiné	642971	7	m280 1700	m300 2100	m800 2100	m230 2200	m400 1500	m253 1200
5. Pin sylvestre	413308	4,5	m200 1550	m300 2100		m300 1700		m289 1110
6. Chêne yeuse	367412	4	Cévennes 800	Prades 800 Quillan 1100	1150	Grasse 1100		
7. Pin maritime (1)	275559	3						
8. Epicéa.....	275559	3				m230 2400	m500 1550	m256 1250
9. Mélèze	183706	2				m530 2900		
10. Pin d'Alep.....	45926	0,5						
11. Essences diverses.....	1469640	16						

(1) Depuis cette époque (1878) l'importance du Pin maritime a beaucoup augmentée, et il devrait venir, si ce tableau était rectifié, de suite après le Sapin; il en est de même, mais à un degré moindre, de l'épicéa. Quant au Sapin, il a plutôt diminué.

1° Essences résineuses.

ÉPICÉA (*Picea excelsa*). — De toutes les essences résineuses des montagnes, l'épicéa est celle qui, après le Sapin, acquiert le plus d'importance; aussi donnerons-nous quelques détails sur ses caractères botaniques et physiologiques pour faciliter sa comparaison avec le Sapin. Nous utiliserons la belle *Etude sur l'épicéa comparé au sapin* de E. Guinier, ainsi que les diagnoses botaniques données par Mathieu, par le prof. Beauvisage, etc.

Germination : délai de 3-5 semaines; levée facile; radicule plus souvent arrêtée par les obstacles que celle du Sapin; feuilles cotylédonaire 4-5, jusqu'à 10, semblables aux feuilles ordinaires; plantule ordinairement d'une grande ténuité, mais dès la première année il se produit une pousse parfois déjà ramifiée.

Jeune plant : délicat dans les premiers mois ou seulement dans les premières semaines; redoute l'insolation surtout parce que, vu sa faiblesse, il craint la sécheresse superficielle du sol; se verticille régulièrement vers 5 ans. Branches relevées sur les jeunes arbres et sur les cimes.

Racines : enracinement faible, dépourvu de pivot, à racines traçantes assez grêles.

Tronc : tige conique, à profil assez régulièrement rectiligne; sur l'arbre âgé, les branches sont, le long de la tige, disposées horizontalement ou même infléchies vers le bas et relevées seulement à l'extrémité; rameaux et ramules nombreux, serrés et à feuillage dense, pendants le long de la branche.

Écorce : d'abord lisse et de couleur gris-verdâtre; après la chute de l'épiderme, elle offre un tissu subéreux rougeâtre s'exfoliant en membranes minces; l'écorce ne dépasse pas 8 à 10 mm., sur les sujets même très âgés.

Bois : présente quelques canaux résinifères; blanc et homogène; sa densité, de 0,337 à 0,579, paraît augmenter jusqu'à une certaine altitude.

Feuilles : ensiformes, aplaties latéralement, légèrement atténuées de la base au sommet qui est acuminé, incurvé,

11. Essences diverses..... 146949 16

(1) Depuis cette époque (1878) l'importance du Pin maritime a beaucoup augmentée, et il devrait venir, si ce tableau était actualisé, de suite après le Sapin; il en est de même, mais à un degré moindre, de l'épicéa. Quant au Sapin, il a plutôt diminué.

subspinescent ; à faces latéralement symétriques, également vertes ; à nervure saillante sur les deux faces ; à bord supérieur fortement convexe à la base, légèrement concave au sommet ; à bord inférieur rectiligne à la base, convexe au sommet ; celles de la face inférieure des rameaux montrant seules une tendance à s'étaler de part et d'autre en un seul plan.

Chatons : mâles ovoïdes, roses ou pourpres avant la floraison, axillaires ou terminaux sur les ramules de l'année précédente ; fleurs femelles en chatons cylindriques, d'un rouge violacé, dressés, terminaux sur les pousses d'un an des parties moyennes et supérieures de l'arbre ; les uns et les autres produits par des bourgeons reconnaissables dès la fin de l'été de l'année précédente.

Cônes pendants, longs de 10-15 cm., oblongs-cylindriques, souvent aux branches moyennes et basses, dépourvus de bractées apparentes ; écailles séminifères persistantes, de consistance cornée, plus longues que larges, également minces, à sommet en forme de court acumen tronqué, plus ou moins échancré ; à bords non épaissis, ni scarieux ; à face externe concolore, brun-clair, un peu luisante, unie, avec quelques cannelures longitudinales vers le sommet ; à face interne mate, portant à sa base les deux *graines* relativement petites (long. 4 mm.) auxquelles elle fournit des ailes d'un brun clair, relativement étroites, notablement plus courtes que l'écaille, non adhérentes, à péricarpe huileux ; conservation 3-4 ans ; dissémination en hiver ou au commencement du printemps.

Divers noms de l'épicéa. — Comme le Sapin, l'épicéa est désigné sous des noms très divers ; son vrai nom devrait d'ailleurs s'écrire, comme l'a fait remarquer le D^r Saint-Lager, *le Picéa* ; voici ses principaux synonymes : Sapin élevé, Sapin de Norvège, Sapin gentil, S. à poix, faux Sapin, S. de la Grande-Chartreuse, S. à cône pendant, Pesse, Sérente, etc. Rothe tanne (All.) ; norway spruce (angl.). Il fournit la poix de Bourgogne, nommée encore poix blanche, poix jaune, poix-résine, galipot, d'où on extrait la colophane.

Aire de dispersion. — L'aire d'expansion de l'épicéa, dit Audin, est beaucoup plus septentrionale que celle du Sapin : il est commun en Norvège, en Suède, en Laponie, en Danemark et dans l'Allemagne du Nord, où le Sapin manque totalement ;

dans ces divers pays, il vit d'ailleurs dans les plaines, et en Scandinavie il ne monte pas au-delà de 250 mètres. Les plus belles forêts de Picéas se trouvent sur les côtes méridionales de la Baltique ; il croît abondamment en Sibérie, mais manque au Kamtschatka. Il peut d'ailleurs, en Europe, végéter à de plus hautes altitudes que le Sapin, parce qu'il résiste mieux au froid, à l'humidité excessive du sol et de l'eau, et à la sécheresse. En France, l'épicéa est très disséminé ; il n'est spontané que dans les Alpes ; il ne peut servir à caractériser aucune région car, même dans les Alpes de Savoie et en Suisse (1) où il prédomine sur le Sapin, il a été sinon introduit, du moins propagé par l'homme. Dans les Vosges, il a été introduit dès 1830 ; il y réussit bien de 800 à 1200 m. Dans la région lyonnaise, il est d'introduction beaucoup plus ancienne ; en effet, Alléon-Dulac écrivait au 18^e siècle : « Il y a encore à Pilat un arbre résineux assez semblable au Sapin et connu sous le nom de pesse. » Très demandé de nos jours pour les reboisements, il forme déjà de nombreux bosquets et bois en Tararais, Lyonnais, Beaujolais, Forez-Madeleine, etc., seul ou généralement en mélange (*v. ante*, reboisements).

Physiologie. — Voici quelques indications complémentaires sur la végétation de l'épicéa comparée à celle du sapin.

Il reprend plus facilement que le sapin, ce qui est avantageux pour les repeuplements artificiels ; ses racines traçantes s'accommodant des sols minces, il réussit mieux que le sapin sur les croupes et les sommets, à condition toutefois qu'il soit encadré par des pins ou des sapins pour le garantir contre les grands vents qui le déracineraient ; il croît plus vite que le sapin au début et à la fin de sa vie, et donne plus vite des produits rémunérateurs ; en plaine et en basses altitudes, surtout en sols très humides qu'il ne craint pas, il donne un bois mou, spongieux, médiocre comme bois d'œuvre, mais par contre fournissant, par le défilage, une excellente pâte à papier, de plus en plus recherchée ; en somme plus rustique, plus vigoureux, de

(1) La Savoie, dit Guinier, est la terre promise de l'épicéa, qui y réussit depuis 300 jusqu'à 2000 m. d'altitude. En Suisse, où on l'appelle Sapin rouge (*rothe tanne*), il monte à plus de 1800 m., et même jusqu'à 2050 m. dans les Grisons.

reprise plus facile que le sapin, peu sensible aux gelées, n'exigeant pas d'abri soutenu, puis à l'âge adulte n'étant ni gélivé ni chaudronné, résistant mieux à l'abroustissement, il semble donc plus avantageux que le sapin ; ce qui explique aussi la faveur grandissante dont il jouit, c'est qu'il est le seul qu'on puisse planter soit sans défrichement préalable, soit à découvert, soit pour assainir les terrains marécageux. Mais par contre, il est beaucoup plus sujet aux attaques des Insectes et des Cryptogames, plus sujet aussi à pourrir au pied ; il ne résiste pas à un couvert prolongé au-delà de cinq ou six ans, ce qui l'empêche de végéter comme le sapin au milieu des feuillus ; n'étant pas pivotant, il craint beaucoup les ouragans ; en somme, le mieux est de le mélanger au sapin, dans la proportion de 1/4 environ ; mais il n'est pas à conseiller de l'employer seul, sauf dans quelques cas (altitudes élevées, sols très humides, par exemple). Il doit s'associer au sapin, mais non le remplacer.

PIN SILVESTRE (*Pinus silvestris* L.). — Très répandu dans les basses montagnes du Midi, du Sud-Est, et surtout dans le Plateau central où il occupe une surface totale considérable, mais en réalité il y est très disséminé en innombrables petits bois ou boqueteaux épars (Lecoq, d'Alverny, etc.). Se tient plus bas que le sapin, ordinairement entre 500 et 1200 mètres, de préférence 600 à 900 mètres, monte à 2000 mètres dans les Pyrénées ; résiste mieux que le sapin à la sécheresse et à la pauvreté du sol ; il végète même en terrain pierreux, à travers les fissures des granites et des porphyres décomposés, n'exigeant presque pas d'humus ; il est donc d'une rusticité et d'une résistance remarquables. Quoique calcifuge, il peut prospérer sur les calcaires *décalcifiés*. Il abonde surtout, à l'état subspontané, dans la Loire, la Haute-Loire, la Lozère, le Cantal et l'Aveyron. Il est très répandu, très disséminé, dans les Monts Lyonnais, où il forme cependant quelques forêts assez étendues (bois d'Yzeron et de Montromant, bois de la Courtine à Duerne, bois de la Dame à Grézieu-le-Marché, etc., etc.) ; assez commun en Beaujolais et en Tararais, pur ou en mélange. Ailleurs, dans les Pyrénées, dans les Alpes (Savoie, Dauphiné, Provence jusqu'à Menton), les Vosges (où il est douteusement spontané), etc., il n'existe ordinairement qu'en petite quantité, çà et là. Cependant on en cite quelques forêts très étendues : en Alsace-Lorraine,

par exemple, la forêt de Haguenau comprend un massif de Pins silvestres de 10000 hectares. Il manque, ou à peu près, dans le Jura et les Ardennes.

AUTRES ESSENCES RÉSINEUSES. — Plusieurs Pins, le Mélèze, et accessoirement quelques espèces de sapins et le Cèdre, s'observent aussi en France.

Parmi les Pins, citons :

Le Pin maritime (*Pinus maritima* Lmk, ou *P. pinaster* Sol). — Arbre du Sud-Ouest (landes et dunes), et du Midi (Provence, Languedoc, Corse), propagé dans le Nord-Ouest (Sarthe), dans le centre (Sologne), et dans l'Est (Champagne), où il recouvre déjà de grandes étendues. Peut prospérer depuis les bords de la mer jusqu'à 1000 m. d'altitude.

Le Pin d'Alep (*Pinus halepensis*, Mill.). — Ne se trouve que dans le Midi, sur le littoral méditerranéen (plaines et collines, jusqu'à 800 m.) ; à l'état spontané, ne pénètre pas dans l'intérieur au-delà de Sommières (Gard).

Le Pin laricio (*Pinus laricio* Poir.). — Végète de 400 à 1700 mètres d'altitude, selon la région considérée. Très commun en Corse, dans les Cévennes, les Pyrénées, l'Autriche, etc. On peut, en effet, considérer comme des variétés du *P. laricio* les formes dites Pin de Corse (*P. laricio* var. *corsicana*), Pin des Cévennes (*P. lar.* var. *cebennensis* G. G.), Pin d'Autriche (*P. lar.* var. *austriaca* Math.). Les variétés de Corse et des Cévennes constituent de bonnes essences pour le reboisement du Plateau central.

Le Pin cembro (*Pinus cembra*). — Ce pin, nommé vulgairement *arole*, existe dans les Alpes de la Savoie et du Dauphiné ; il existe aussi en Suisse (notamment dans l'Engadine), à des altitudes élevées, jusqu'à 2500 mètres. Ses stations françaises toutefois se font rares ; on cite comme une de ses stations extrêmes vers le Sud un bouquet existant dans le Queyras ; c'est un témoin, un vestige de l'ancienne extension de cet arbre qui, en effet, d'après Pierre Belon, était beaucoup plus abondant autrefois, surtout dans les Grisons.

Le Pin pignon (*Pinus pinea* L.). — S'observe seulement dans la région méditerranéenne, et en Corse jusqu'à près de 1000 m. d'altitude.

Le Pin Weymouth (*Pinus strobus* L.). — Aujourd'hui bien naturalisé en France. Planté un peu partout, mais toujours

isolé ou en trop petit bosquet ; on le trouve ainsi en divers points du Tararais, du Beaujolais, etc.

Le Pin de montagne (*Pinus montana*, Mill.). — Très peu répandu en France.

Le Pin à crochet (*Pinus uncinata*) vivait autrefois çà et là à l'état spontané ; mais il a diminué beaucoup depuis un demi-siècle ; il est toutefois encore assez abondant dans les Pyrénées et çà et là dans les Alpes. Dans le Plateau Central, on n'en connaît qu'une seule station à l'état spontané, à la Pigne près Chalmazel, dans le massif de Pierre-sur-Haute, où il a été découvert par A. d'Alverny (Cf. *Bull. Société botan. de France*, 1903) et où il est d'ailleurs en voie de disparition.

Le Mélèze (*Larix Europaea* DC.). — N'existe chez nous, à l'état spontané, que dans les Alpes de Savoie, du Dauphiné, de Provence, où il prospère de 1000 à 2500 m. d'altitude ; il peut même encore vivre, paraît-il, presque jusqu'à 3000 m., exactement 2900 m. Il est commun aussi en Valais, en Suisse centrale, dans le Tessin, les Grisons, et dans toutes les Alpes italiennes. Il manque en Espagne, pays trop chaud, et en Scandinavie, pays trop humide. Il résiste bien au froid (en Sibérie, une forme voisine, *Larix dahurica*, résiste à des froids de — 40° et végète fort loin du côté du pôle). On le plante aujourd'hui un peu partout ; mais dans toutes les altitudes inférieures à 1000 mètres, la température moyenne étant relativement élevée, il pousse trop vite et se recouvre de lichens ; aussi ne peut-il constituer que des forêts temporaires qu'on est obligé de couper avant qu'il ait pu atteindre tout son développement ; il vaut mieux l'employer en mélange, comme on le fait en de nombreux points du Forez, du Beaujolais et du Tararais (v. ante, reboisements) et même du Lyonnais (St-Bonnet-le-Froid, etc.). Il est indiqué par Grenier et Godron comme naturalisé, subspontané, dans les Vosges.

Le Cèdre du Liban (*Cedrus Libani*), est un arbre précieux pour les terrains secs et chauds. Dans le Plateau Central, il n'est planté que dans les parcs, isolé ou en bouquets. Il donne, dans quelques stations, même élevées, comme à Chevières (Loire), de très beaux résultats. Cependant cette essence ne saurait être employée en grand.

2° Essences feuillues

Les chênes communs (Chêne pédonculé, *Quercus pedunculata* Ehrh., et Chêne rouvre, *Q. sessiliflora* Sm.) sont très répandus dans toute la France, sauf dans la région chaude méditerranéenne et dans les régions froides des montagnes. Montent rarement jusqu'aux forêts de sapins et d'épicéas. Forment de beaux bois dans le Plateau Central, ainsi qu'en Beaujolais, en Tararais (Saint-Laurent-de-Chamousset), en Lyonnais (Saconnay près Saint-Symphorien-sur-Coise, etc.).

Le chêne yeuse ou chêne vert (*Q. ilex*, L.) vit dans l'ouest et dans le midi de la France. Monte jusqu'à 1100 m. dans l'Aude et à Grasse, à 800 m. dans les Cévennes.

Le chêne occidental (*Q. occidentalis*, Gay) et le chêne tauzin (*Q. tozza* Bosc.) sont spéciaux à la région aquitanienne du sud-ouest de la France.

Le chêne liège (*Q. suber* L.) ne réussit que sur le littoral méditerranéen.

Le charme (*Carpinus betulus* L.) vient partout en France, sauf dans le midi.

Le hêtre (*Fagus silvatica* L.), arbre répandu partout, sauf dans les plaines ; rival du sapin ; comme lui essentiellement humicole et mycotrophe ; atteint souvent de belles dimensions. (*V. ante*, lutte Sapin-hêtre.)

Le châtaignier (*Castanea vulgaris*) est un bel arbre, calcifuge, très commun dans le Plateau Central ; il prospère à des altitudes faibles, toujours au-dessous du Sapin ; depuis 300 m. jusqu'à 650 m. et même 800 aux expositions sud. Très cultivé pour son fruit et son bois dans les monts Lyonnais, où il atteint parfois des dimensions énormes comme par exemple en divers points des cantons de Saint-Symphorien-sur-Coise, de Saint-Héand, de Monsols (le gros châtaignier de Monsols avait 15 mètres de tour, celui de Cenves a 11 mètres), de Tarare (gros châtaignier d'Affoux, 8 mètres de tour), etc. Dans le Cantal, le Vivarais, le Limousin, etc., on voit d'énormes châtaigniers tout mutilés et toujours vivants néanmoins. Selon A. Maury, le domaine et la densité du châtaignier auraient beaucoup diminué en France, surtout depuis les grands froids de l'année 1709 et des années précédentes.

CHAPITRE TROISIÈME

Le Sapin au point de vue économique. Ses usages.

Utilité des Forêts de résineux

Le sapin et l'épicéa sont, certainement, de tous les conifères, ceux dont l'utilité et les usages sont les plus importants et les plus variés. Il nous suffira, pour le prouver, d'énumérer simplement les principaux objets auxquels on peut employer les diverses parties de l'arbre : mâts de navires, mâts d'échafaudage ; pièces de charpente, poutres, aisseliers, planches pour boisages, parquets, toitures (bardeaux, tavaillons) ; objets de menuiserie, portes, placards, tables, meubles divers, frises à parquet, lattes à plafond ; échelas, cuiviers, celliers, bennes, comportes à vendange, baquets, seaux, seilles, entonnoirs à beurre, barattes, échelles, râteliers, traverses de scie, poteaux télégraphiques, étais de mines (en pin, de préférence), treillages, caisses, boîtes, pâte à papier, tonneaux à ciment (en Jura, surtout), tonneaux à tabac, douelles et cornalières pour barils (en Aude, notamment), tuyaux de fontaines, découpages, copeaux fins pour emballages, etc., etc.

Le bois du sapin sera d'ailleurs de plus en plus recherché et deviendra de plus en plus cher, à mesure qu'il sera plus rare.

On imagine volontiers, dit Flahault, que les bois n'ont plus la valeur qu'ils avaient, que la houille et le fer les remplacent, que les propriétaires ne peuvent mieux faire que de s'en débarrasser ; c'est une erreur. Il est vrai que la propriété forestière a subi, de même que son revenu, une dépréciation de près de 50 %, résultant de la hausse (au triple) de la main-d'œuvre, et de l'abandon du bois comme combustible pour le chauffage industriel et domestique. Mais cette dépréciation n'a été que passagère, de nouveau les prix du bois remontent avec rapidité. L'Angleterre a déjà triplé sa consommation de bois d'œu-

vre depuis 1860 ; la Belgique l'a sextuplée depuis la même époque ; l'Allemagne l'a doublée depuis 10 ans ; et ce sont cependant des pays producteurs de fer et de houille. Mélard, dans son ouvrage sur l'*Insuffisance du bois d'œuvre dans le monde*, 1900, a montré que presque toutes les nations consomment plus de bois qu'elles n'en produisent ; et au train où vont les choses, surtout avec l'augmentation énorme de la fabrication du papier de fibres de bois, les réserves existant encore dans six à huit nations du globe seront vite épuisées. « Il ne reste plus, dit Flahault, que trois réserves forestières d'un certain avenir, celles de la Suède, de la Finlande et du Canada. C'est insuffisant ; la hausse qui se produira sûrement hâtera le moment où viendra la disette. L'intérêt des propriétaires de tout ordre est donc de respecter leur capital forestier et de n'en exploiter que la production normale. Ils en peuvent espérer, à bref délai, un revenu supérieur à celui des valeurs les plus sûres ». Ce que nous disons-là est surtout applicable aux forêts de conifères et, en première ligne, de sapins et d'épicéas qui, en pleine exploitation, rapportent plus que les feuillus. Au surplus, ce n'est pas seulement *au point de vue du revenu financier* que les forêts de conifères sont intéressantes à conserver et à reconstituer ; leur utilité n'est pas moins grande sous les divers rapports climatologique, hydrologique, agrologique, hygiénique et même esthétique.

Sous le rapport climatologique : 1° les forêts abaissent la température moyenne pendant les mois les plus chauds ; 2° elles diminuent les écarts extrêmes en rapprochant les minima et maxima mensuels ; 3° elles brisent l'effort des vents et des tempêtes ; 4° elles entretiennent une certaine humidité dans l'air : en été, l'air des forêts est bien plus humide que l'air des lieux découverts ; en effet, la transpiration de la forêt détermine un courant constant de vapeur d'eau, d'autant plus grand que la température est plus élevée ; 5° elles augmentent l'importance et le nombre des chutes d'eau pluviales ; en effet, l'air étant, en été, plus froid en forêt qu'en lieu découvert, est plus près de son point de saturation de vapeur d'eau, et l'abaissement de température y rend les condensations plus intenses et plus fréquentes en pluie, rosée ou brouillard : quand il pleut 100 sur les terrains non boisés, il pleut 105 sur les terrains boisés en feuillus, et 110 sur les terrains boisés en conifères, ainsi qu'il

résulte des observations de nombreux forestiers (Servier à Lamure-sur-Azergues, etc.); 6° elles diminuent l'importance des chutes de grêle, au moins en la mélangeant à la pluie.

Aux points de vue hydrologique et agrologique, les forêts exercent un rôle non moins utile : 1° elles entretiennent l'humidité du sol en ralentissant l'évaporation (les couches supérieures du sol sont plus humides en forêt qu'en terrain découvert; c'est le contraire dans les couches profondes) et en diminuant le ruissellement (la forêt ralentit et amortit la chute des gouttes de pluie, dont une partie au moins arrive au sol en coulant le long des branches et des troncs); 2° elles entretiennent les sources, car la couverture humique du sol forme éponge qui absorbe plus de son poids d'eau, et cette eau, ne pénétrant que lentement dans le sol, s'y infiltre profondément; 3° elles arrêtent les avalanches (Mougin a dit : les forêts sont le meilleur rempart de l'homme contre les avalanches); 4° elles retiennent les terres sur les terrains en pente, en diminuant l'érosion superficielle, en fixant les terres par les racines, et en étreignant les blocs par les grosses racines; 5° elles régularisent le débit des cours d'eau et, en cas d'orages, amortissent les inondations torrentielles, empêchant ainsi la dégradation des montagnes, l'affouillement des berges, la destruction des routes, des voies ferrées, des récoltes et des habitations; 6° elles protègent les plaines contre l'invasion des dunes et des sables (Gascogne, Landes, Champagne, Sahara); 7° elles enrichissent le sol par leurs débris accumulés, assèchent les terrains marécageux, et entretiennent autour d'elles une fraîcheur qui peut retarder l'influence de la sécheresse sur les récoltes; 8° enfin, elles sont le dernier refuge des oiseaux utiles à l'agriculture.

Aux points de vue hygiénique et esthétique, leur influence est également très importante : 1° elles assainissent les terrains insalubres et purifient l'air; 2° elles exercent une influence thérapeutique par les vapeurs balsamiques qu'elles dégagent; 3° elles procurent une sensation et un repos agréables au corps et à l'esprit; 4° elles embellissent le paysage et attirent les vilégiateurs.

Tous ces avantages ne valent-ils pas quelques boisseaux de seigle ou quelques sacs de pommes de terre ? Les propriétaires commencent, mais un peu tard, à le comprendre. Aimons donc les arbres, aimons ces beaux conifères, et surtout

conservons-les, propageons-les au lieu de les détruire. Les considérations d'ordres divers que nous n'avons pu qu'effleurer dans cet essai monographique du Sapin nous ont montré que le sylviculteur commence maintenant à connaître suffisamment les conditions écologiques des arbres pour favoriser leur végétation et étendre leur domaine; mais il lui reste néanmoins beaucoup à apprendre; qu'il travaille donc avec une ardeur croissante, car la sylviculture est l'un des principaux facteurs de la prospérité des nations.

BIBLIOGRAPHIE

par ordre alphabétique d'auteurs, des principaux
travaux consultés ou à consulter à propos
de cette étude

ALLÉON-DULAC. — Mélanges d'histoire naturelle, 1763 et 1765.

Id. Mémoires pour servir à l'histoire naturelle des provinces du
Lyonnais, Forez et Beaujolais, 1765. (1)

Id. Observations topographiques, physiques et critiques sur le
climat, les maladies, la population, les arts et le commerce
de Saint-Etienne-en-Forez (Manuscrit de la Bibliothèque
Nationale).

ALVERNY (A. d'). — L'aménagement des résineux en montagne (*Bull. Soc.
forest. de Franche-Comté*, t. VII, 1903-1904).

Id. Le Pin à crochet spontané dans les Cévennes (*Rev. des E.
et Forêts*, 1902).

ANDRÉ. — Recherches sur le climat du Lyonnais (*Annales Soc. d'Agricul.
de Lyon*).

Id. Étude sur les orages à grêle dans le départ du Rhône (*Ann.
Soc. d'Agricult. Lyon*).

ARBELTIER JULIEN DE LA BOULAYE. — Recherches statistiques sur l'horticul-
ture, la viticulture et la sylviculture.

ARBOIS DE JUBAINVILLE (d'). — Extension à donner à la culture du Sapin
pectiné (*Rdef*, 1894). (2)

AUDIN (Marius). — Recherches sur la distribution du Sapin dans le
Lyonnais et le Beaujolais (*Ann. Soc. botan. de Lyon*, 1902).

Id. Le Rhône et sa Végétation (*Almanach du Lyonnais*; avec
Carte de la distribution du Sapin).

Id. Essai sur la Géographie botanique du Beaujolais, V^e partie :
Sylvigraphie (*Bull. Soc. des Sc. et Arts du Beaujolais*, 1903).

(1) D'après Legrand, il y avait, dans la bibliothèque de M. Gras, archiviste
à Montbrison, un manuscrit d'Alléon-Dulac intitulé : « Nouveaux mémoires
pour servir à l'hist. naturelle des provinces du Lyonnais, Forez et Beaujolais ».

(2) *Rdef*, abbréviation de *Revue des Eaux et Forêts*.

- BAGNÉRI (G.). — Sur le reboisement (*Rdef*, 1864).
Id. Manuel de Sylviculture, 1873.
BAILLY (Dr). — Les forêts des Vosges à travers les âges (*Rdef*, 1893).
BÄRGEMANN (B.). — La forêt et le danger des inondations (*Congrès intern. de Sylvicult.*, 1900).
BARRAL (J.-A.). — Géographie botanique avec Cartes (Appendice du Précis de l'hist. de la Botan., pour servir de complément à l'étude du Règne végétal).
BARTET. — Météorologie agricole et forestière (*Bull. du Ministère de l'Agricult.*, 1895).
Id. Notices diverses sur la sylviculture.
BEAUVISAGE (Dr G.). — Les Sapins, diagnose comparée du Sapin et de l'Epicéa (*Bull. Soc. des Sc. natur. de Tarare*, 1899).
BECQUEREL. — Des climats et de l'influence qu'exercent les sols boisés et non boisés, 1853.
BEDEL. — Traitement des Sapinières (*Rdef*, 1885).
BEILLE. — Essai sur les zones de végétation du Massif Central, 1889.
BELLONI (P. — Cenomani). — De arboribus coniferis, resiniferis, altiis, etc., 1553.
BÉRANGER (de). — Traité de sylviculture, 1888.
BÉRAUD. — De la végétation spontanée des plantes forestières (*Rdef*, 1867).
BERNARD (F.). — Éléments de Paléontologie végétale, 1893.
BERTHELOT. — Influence de l'électricité sur la végétation (*Rdef*, 1877).
BERTRAND. — Sur le reboisement (*Rdef*, 1886).
BLACHÈRE. — Reboisement de l'Ardèche (*Rdef*, 1877).
BOIXO (de). — Reboisement et Forêts des Pyrénées-Orientales (*Rdef*, 1894).
BONNATIER. — Manuel pratique de boisement. Villefranche, 1844.
BOPPE. — Les Forêts du bassin de la Loire (*Rdef*, 1898).
BOPPE et JOLYET. — Les Forêts. Traité de Sylviculture, 1900
BOULE (Marcellin). — Guides du Touriste et du Naturaliste (Cantal, Lozère, Puy-de-Dôme, Haute-Savoie, Savoie, etc.).
BOUQUET. — V. Gryn.
BOUROTTE. — Reboisement du Cantal (*Rdef*, 1877).
BOYER DE FONSCOLOMBE. — Mémoire sur la destruction et le rétablissement des bois de la Provence (*Mém. Acad. d'Aix*, 1819).
BRETON (L.). — La marche rétrograde de la végétation forestière (*Rdef*, 1893-94).
BRISSON. — Mémoires historiques et économiques sur le Beaujolais, 1770).
BROILLIARD (Ch.). — La Vosge, ses forêts, ses forges (*Rdef*, 1863).
Id. Cours d'aménagement des forêts, 1878.
Id. Traitement des bois des particuliers, 1881.
Id. Des conditions favorables au développement du Sapin (*Rdef*, 1892).
Id. Extension de la culture du Sapin en France (*Rdef*, 1894).
Id. Le traitement des bois en France, 1894.
Id. Le reboisement de la Loire (*Rdef*, 1898).
Id. Les eaux et les forêts (*Rdef*, 1898).
Id. Conversion d'un taillis en sapinière (*Rdef*, 1902).

- BROILLARD (Ch.). — Du règlement des exploitations dans une petite sapinière (*Bull. Soc. forest. de Fr.-Comté*, 1903).
- Id. De la possibilité par contenance dans les sapinières (*Bull. Soc. forest. de Fr.-Comté*, 1904).
- BUFFAULT. — Les forêts d'Aubrac (*Rdef*, 1902).
- BURGER (A.). — De l'humus ; son mode d'action sur la végétation, d'après Liebig (*Ann. forest.*, 1845).
- Id. Assèchement du sol par les résineux (*Rdef*, 1869).
- BURGS DORF (de). — Nouveau manuel forestier, 1808, trad. par Baudrillard.
- CALAS. — Essences forestières.
- CANDOLLE (Alph. de). — Géographie botanique raisonnée, 1855.
- CANDOLLE (A. P. de). — Constitution dans le Règne végétal de groupes physiologiques applicables à la géographie botanique ancienne et moderne (*Arch. des Sc. phys. et natur. de Genève*, 1874).
- CANNON (D.). — Le propriétaire planteur. Semer et planter. Traité du reboisement, 1836.
- CANTEGRIL. — Reboisement des Pyrénées (*Rdef*, 1870).
- CARDOT (E.) et de LIOCOURT. — Conférences sur le traitement des sapinières (*Bull. Soc. for. de Fr.-Comté*, 1902).
- CARRIÈRE (A.). — Traité général des Conifères, 1867.
- CATHELOT. — Forêts du Morvan (*Rdef*, 1876).
- CHAMBRAY (Marquis de). — Traité pratique des arbres résineux conifères à grandes dimensions que l'on peut cultiver en futaie sous les climats tempérés, 1846.
- CHAMBRELENT. — Utilité du boisement des montagnes (*Rdef*, 1885).
- CHARLEMAGNE. — Forêts du Finistère (*Rdef*, 1897).
- Id. Forêts d'Ille-et-Vilaine (*Rdef*, 1900).
- CLAUDE (René). — Reboisement en Meurthe-et-Moselle, 1901.
- CLAUDOT (C.). — Influence de l'âge des sapins sur la puissance germinative de leurs graines (*Rdef*, 1894).
- Id. Influence des forêts sur les chutes de grêle (*Rdef*, 1896).
- Id. Météorologie agricole et forestière (*Ann. Soc. d'Émulat. des Vosges*, 1897).
- CLAVÉ. — Gestion des forêts particulières (*Rdef*, 1862).
- COFFINAS. — Forêts de la Grèce (*Rdef*, 1896).
- COLOMB (P.). — Le Sapin aux Ballons (*Rdef*, 1895).
- COURTOU (De). — Les Forêts, 1888.
- GROUMBIE-BROWN. — Forêts vierges de la Bohême (*Rdef*, 1865).
- Id. Forêts de Pologne et Lithuanie (*Rdef*, 1885).
- GUÏF (E.). — Influence des éclaircies dans les peuplements réguliers de Sapin, 1905.
- DEMONTZEY (P.). — Traité du reboisement et du gazonnement des montagnes, 1878 ; 1881.
- Id. La restauration des terrains en montagne, 1889.
- Id. Div. articles sur le reboisement (*Rdef*, 1867, 1890, 1893, etc).
- DEPELCHIN. — Les forêts de la France, 1886.
- DÉTRIE (L.). — Influence de l'enlèvement de la couverture du sol sur la végétation (*Rdef*, 1893).

- DEVAL. — Sur le reboisement (*Rdef*, 1863).
- DRALET. — Aménagement des bois et forêts, 1812.
Id. Traité des forêts d'arbres résineux, 1820.
- DRUDE (Q.). — Atlas der Pflanzenverbreitung, 1887 (*in* Berghaus : *Physikalischer Atlas*).
- Id. Manuel de Géographie botanique, trad. par Poirault, 1897.
- DUHAMEL DU MONTCEAU. — Traité des semis et plantations des arbres, 1760.
- DUPORT (Saint-Clair) et SAUZEY. — Reboisement des montagnes par le Sapin (*Ann. Soc. d'Agric. de Lyon*, 1849).
- DUPUIS (A.). — Conifères de pleine terre, 1872.
- EBERMEYER. — Influence hygiénique de la forêt, trad. par de Gail (*Rdef*, 1891).
- ENGLER. — Forêts de la Suisse (*Rdef*, 1902).
- ETHIS. — Forêts du Doubs (*Rdef*, 1874).
- FALSAN (A.). — Les Alpes, 1893 (articles sur le climat, les forêts, la flore, etc.).
- FAUTRAT. — Météorologie agricole et forestière.
Id. Influence du sol boisé sur le régime des eaux (*Rdef*, 1865).
Id. Influence du sol et des forêts sur le climat (*Rdef*, 1878).
Id. Influence des bois feuillus et résineux sur la température, la pluie, etc. (*Rdef*, 1877).
- FILLON (Alph.). — Le reboisement par les essences résineuses ; mise en valeur des sols pauvres, 1880.
- FLAHAULT (Ch.). — Projet de carte botanique, forestière et agricole de la France (*Bull. Soc. bot. de France*, 1894).
Id. Au sujet de la carte botanique et forestière de la France et des moyens de l'exécuter (*Ann. de Géogr.*, 1896).
Id. Mémoire sur les limites supérieures de la végétation forestière en France (*Congrès intern. de Sylvic.*, 1900).
Id. Eléments de Géographie botanique, 1901.
Id. La Flore et la Végétation de la France, 1901.
Id. Les limites supérieures de la végétation forestière (*Rdef*, 1901).
Id. La Paléobotanique dans ses rapports avec la végétation actuelle, 1903.
- FLICHE (P.). — Manuel de botanique forestière, 1873.
Id. Forêts de l'Aube et de l'Yonne (*Rdef*, 1895).
Id. et GRANDEAU. — Influence de la composition chimique du sol sur la végétation du Pin maritime et du Châtaignier, 1873-74.
Id. Recherches chimiques sur la végétation forestière (*Ann. de la Stat. agronom. de l'Est*, 1878).
- FORNANI. — Dissertation sur la culture des Sapins, trad. par M. des Arcs-Fleuranges, 1813.
- FRANCK (A.-B.). — Die krankheiten der pflanzen, 1895.
- FRANKHAUSER. — Reboisement de la France méridionale (*Rdef*, 1898).
- FRÉMINVILLE (J. de). — Le Maître des Eaux et Forêts en Beaujolais au XV^e siècle (*Bull. de la Diana*, Montbrison, 1895).
- FRIEDRICH (G.). — Influence de la température sur l'accroissement des arbres, 1898.

- GAIL (de). — Forêts de Bavière (*Rdef*, 1895).
Id. — Traitement d'une sapinière (*Rdef*, 1896).
GALLOT. — Notice sur le débit et l'emploi du Sapin, de l'épicéa et du mélèze, 1878.
GAND (G.). — Distribution géographique des arbres en Europe, avec carte forestière (*Ann. forest.*, 1845).
GAUDET (A.). — Les Bois de Saône-et-Loire, 1890.
GAYER (Dr Karl). — Traité de Sylviculture, trad. par E. Visard de Bocarmé, 1899.
GAYFFIER (E. de). — Herbier forestier de la France.
GAZIN (A.). — Traitement des Sapinières, 1892 (et *Bull. Soc. des Agricult. de France*, 1902).
GEDHART (F.). — Pâturages et Forêts, mise en valeur des terres incultes du massif central de la France, 1890.
Id. — Pâturage de forêt dans le massif central (*Rdef*, 1893).
GERDIL. — La propagation du Sapin dans les feuillus (*Bull. Soc. forest. de Fr.-Comté*, 1903).
GIUSTINIANI. — (V. Stahl).
GORSSE (de). — Forêts des Pyrénées (*Rdef*, 1894).
GOUET. — Sur le reboisement (*Rdef*, 1864).
Id. — Reboisement du Puy-de-Dôme (*Rdef*, 1866).
GRANDEAU (L.). — Rôle des matières organiques dans la nutrition des végétaux, 1872.
Id. — Influence de l'électricité atmosphérique sur la végétation (*Rdef*, 1878).
Id. — La nutrition de la Plante, 1879.
GRIESS. — Le reboisement dans le Rhône, rapport présenté au Conseil général à la session d'avril 1898 (manuscrit).
GRISEBACH. — La Végétation du Globe d'après sa disposition suivant les climats; esquisse d'une géographie comparée des plantes, 1878, trad. par de Tchihatcheff.
GRUNER. — Les forêts françaises, 1864.
GRYE (Bouquet de la). — Sur le reboisement (*Rdef*, 1863, 1898, etc.).
Id. — Influence des forêts sur les inondations.
Id. — Physionomie générale de nos forêts (*in Flore pittoresque de la France*).
Id. — Eléments du Sylviculture, 1899.
Id. — Guide du forestier.
GUÉNOT. — Effets du reboisement des montagnes (*Congrès des Soc. de Géogr.*, Lyon, 1895).
Id. — Forêts des Pyrénées (*Rdef*, 1898, 1902).
GUINER (E.). — Aménagement des futaies résineuses en montagne (*Rdef*, 1885).
Id. — Couvert, Ombrage, Abri (*Rdef*, 1897).
Id. — Influence de la Constitution physique du sol sur la régénération naturelle des futaies de Sapin et épicéa (*Bull. Soc. forest. de Fr.-Comté*, 1899).
Id. — Montagnes et forêts, 1900.

- GUINIER (E.). — Le terreau des forêts et la tourbe (*Rdef*, 1900).
 Id. Etude sur l'épicéa comparé au Sapin (*Bull. Soc. forest de Fr.-Comté*, 1904).
- GUINY (du). — Etude sur les forêts des hautes régions des Alpes françaises (*Rdef*, 1864).
- GURNAUD. — Influence de la lumière, du couvert et de l'humus sur la végétation (*Rdef*, 1880).
 Id. La lumière et l'accroissement des futaies (*Rdef*, 1880, 1881).
 Id. Histoire de la Sylviculture (*Rdef*, 1881).
 Id. Les forêts de la Franche-Comté (*Assoc. franç. Avanc. des Sc.*, Besançon, 1893).
- HARTIG (R.). — Lehrbuch der Pflanzenkrankheiten, 1900.
- HENRY (E.). — Les mycorhises dans la nutrition des plantes (*Rdef*, 1894).
 Id. L'azote et la végétation forestière (*Rdef*, 1896).
 Id. Traduction de l'ouvrage « La nutrition minérale des forêts », 1896.
 Id. Température et humidité sous bois et hors bois (*Rdef*, 1904).
 Id. Influence de la couverture morte sur l'humidité du sol forestier (*Rdef*, 1902).
- HÉRICOURT (A.-F. d'). — De l'enlèvement des feuilles mortes dans les forêts (*Ann. forest.*, 1858).
- HEYER (G.). — De l'effet de la lumière et de l'ombre sur les arbres forestiers (*Ann. forest.*, 1853).
- HOCK (F.). — Ueber Tannenbegleiter, 1895.
- HUFFEL (G.). — Forêts de Roumanie (*Rdef*, 1890).
 Id. Les arbres et les peuplements forestiers, 1893.
 Id. Les Sapinières des Carpathes roumaines (*Rdef*, 1894).
 Id. Influence des forêts sur le Climat (*Bull. Soc. forest. Fr.-Comté*, 1895).
 Id. Influence de l'enlèvement de la couverture du sol sur la végétation (*Rdef*, 1893, 1896).
 Id. Rapport historique et critique sur l'aménagement des sapinières (*Congrès internat. de Sylvicult.*, 1900).
 Id. Traitement des forêts de Sapin : transformation en sapinières des taillis à faible rendement situés en régions montagneuses (*Congrès internat. de Sylvic.*, 1900).
 Id. Economie forestière, t. I, 1904.
- HUMBOLDT (Al. de). — Essai sur la géographie des plantes, 1807.
- JAUBERT (C^e). — Rapport sur le défrichement des bois, 1834.
- JOLY. — V. Saily.
- JOLYET. — Influence des forêts sur les orages à grêle (*Rdef*, 1872).
 Id. Rapport sur la météorologie forestière (*Congrès internat. Sylvic.*, 1900).
- JOUBAIRE. — De la proportion d'humus dans les divers peuplements (*Rdef*, 1872).
- JOUBERT (Ch.). — Le reboisement de la France, 1846.
- KIRWAN (Ch. de). — Les Conifères indigènes et exotiques, 1867.
 Id. La France forestière, 1869.

- KIRWAN (Ch. de). — Des aptitudes végétatives spéciales du Pin noir d'Autriche et des Conifères forestiers en général (*Ann. Soc. Scient. de Bruxelles*, 1881).
- Id. — Nombreux articles de Sylviculture (in *Revue des questions scientifi.*, 1880-1905).
- LABUSSIÈRE. — Influence des forêts sur les orages et l'écoulement des Eaux (*Rdef*, 1866).
- LACORDAIRE. — Régénération des futaies de Sapin et d'épicéa (*Rdef*, 1862, 1864).
- LANBERT. — Monographie des Pins, etc.
- LANOTHE (de). — Régénération des forêts résineuses (*Rdef*, 1885).
- LANESSAN (J.-L. de). — Le Sapin, 1886.
- LA TOURRETTE (Claret de). — Voyage au mont Pilat; observations sur l'histoire naturelle du mont Pilat et lieux circonvoisins, 1770.
- LAURENT (P.). — De la direction et de l'action des vents en pays de montagne, et des conséquences à en tirer pour l'ouverture des tranchées dans les forêts (*Ann. forest.*, 1847).
- LECOQ. — Etudes sur la géographie botanique de l'Europe, 1858.
- LEGRAND. — Statistique botanique du Forez, et supplément.
- LIÉGOURT (de). — Sapinières, 1902.
- Id. — V. Cardot.
- LOISELEUR-DESLONGCHAMPS. — Quelques considérations sur les Pins et sur les arbres forestiers en général, 1843.
- LORENTZ et PARADE. — Cours de culture des bois, 1855.
- LOZE. — Influence des sols boisés sur les climats, 1892.
- MAGNIN (D^r Ant.). — Recherches sur la géographie botanique du Lyonnais (*Ann. Soc. d'Agric. de Lyon*, 1879).
- Id. — Statistique botanique du département de l'Ain, 1883.
- Id. — La Végétation de la région lyonnaise, 1886.
- Id. — La Végétation des Alpes françaises (in Falsan: *Les Alpes*, 1893).
- Id. — La Végétation des Monts Jura et Climatologie du Doubs (in *Afas*, Besançon, 1893, vol. spécial).
- Id. — L'Edaphisme chimique (*Mém. Soc. d'Hist. nat. du Doubs*, 1903).
- Id. — Cours de géographie botanique professé à la Faculté des Sciences de Besançon, 1904-1905.
- MAIRE (E.). — Ce que peut rapporter une Sapinière jeune (*Rdef*, 1892).
- MAISTRE (J.). — De l'influence des forêts sur le climat et le régime des sources, 1874.
- MANTEUFFEL (de). — L'art de planter.
- MARCHAND. — Forêts de la Corrèze (*Rdef*, 1890).
- MARTEAU. — Forêts de Corse (*Rdef*, 1891).
- MARTIN (David). — Observations sur la marche rétrograde de la végétation dans les Hautes-Alpes, 1890.
- MARTINS (Ch.). — De la distribution des grands végétaux sur la surface du globe, 1843.
- Id. — Applications de la météorologie à la botanique, à l'agriculture et à la sylviculture (*Ann. Forest.*, 1849).

- MARTINS (Ch.). — Du Spitzberg au Sahara.
- MATHEY (A.). — Influence de la forêt sur le débit et la régularité des sources (*Rdef*, 1898).
- Id. La végétation arborescente à sa limite supérieure (*Rdef*, 1901).
- Id. Etude sur les taillis sous futaie dans le bassin de la Saône (*Bull. Soc. forest. de Fr.-Comté*, 1902).
- Id. Le pâturage en forêt (*Bull. Soc. forest. de Fr.-Comté*, 1902).
- MATHËS. — Sur le reboisement (*Rdef*, 1902).
- MATHIEU (A.). — Flore forestière, 1858.
- Id. Le reboisement des montagnes, 1865.
- Id. Météorologie agricole et forestière, 1878.
- Id. et FLICHE. — Flore forestière, 1897.
- MAURY (Alfred). — Histoire des grandes forêts de la Gaule et de l'ancienne France, 1850.
- Id. Les forêts de la Gaule et de l'ancienne France; aperçu sur leur histoire, leur géographie et leur législation, 1867.
- MÉLARD. — Forêts de Hongrie (*Rdef*, 1899).
- Id. Insuffisance de la production du bois d'œuvre dans le monde, 1900.
- MER (E.). — Procédés culturaux pour améliorer la qualité du bois des Sapins (*Rdef*, 1887).
- Id. Influence des éclaircies sur la croissance des jeunes Sapins (*Rdef*, 1890).
- Id. Du mode de formation des nœuds dans les bois de sapin et d'épicéa (*Rdef*, 1886).
- Id. Recherches sur les causes d'excentricité de la moëlle des Sapins (*Rdef*, 1888, 1889).
- Id. Recherches sur le Chaudron et sur la maladie des branches du Sapin, 1894.
- Id. Influence climatérique sur la croissance des Sapins, 1895.
- Id. Les coupes de régénération et les massifs réguliers dans les sapinières des Hautes-Vosges, 1903 (*V. Bull. Soc. des Agricult. de France*).
- Id. De l'action des engrais minéraux sur la végétation des plants forestiers et notamment sur les résineux (*Bull. Soc. des Agric. de France*, 1904).
- MONERIE DE CABREUX. — Reboisement des Basses-Alpes (*Rdef*, 1862).
- MONGENOT. — Note sur la production d'une Sapinière jardinée (*Rdef*, 1892).
- Id. Notice sommaire sur les forêts domaniales du département des Vosges de 1870 à 1899 (*Rdef*, 1901).
- MOREL (C.). — Rétrogradation de la végétation forestière dans les Pyrénées (*Rdef*, 1893).
- MOREL (Fr.). — Herborisations en Auvergne (*Ann. Soc. Bot. Lyon*, 1894).
- MORIN. — Reboisement du Puy-de-Dôme (*Rdef*, 1869).
- MOROQUES (de). — De diverses espèces et variétés de Pin Silvestre du centre de la France, 1873.
- MULLER (D^r P.-E.). — Recherches sur les formes naturelles de l'humus et

- leur influence sur la végétation et sur le sol (trad. par Grandean in *Ann. de la Sc. agron.*, 1889).
- MULLER. — Régénération naturelle des Sapinières en peuplements mélangés, en Suisse (*Rdef*, 1901).
- NICOLAY (Nicolas de). — Description générale de la ville de Lyon et des anciennes provinces du Lyonnais et du Beaujolais, 1573.
- NOEL. — Les repeuplements.
Id. Météorologie agricole et forestière, 1881.
- NORDLINGER. — Les essences forestières de la Bretagne, 1845.
- NUTZHORN. — Influence asséchante des forêts résineuses (*Rdef*, 1870).
- OURCHES (d'). — Aperçu général des forêts, 1805.
- PANNEWITZ (de). — Les forêts de France, 1864.
- PARADE. — Des exigences et du tempérament du jeune sapin (*Ann. forest.*, 1843).
Id. Reboisement des Alpes (*Rdef*, 1862).
- PARDÉ (L.). — Emploi des essences forestières indigènes et exotiques pour le boisement des différents sols (*Bull. Soc. forest. Fr.-Comté*, 1904).
- PARMENTIER (P.). — Les Abiétinées du Doubs au point de vue de l'arboriculture et de la sylviculture (*Mém. Soc. Hist. nat. du Doubs*, 1890, 1894).
- PARQUET. — Influence des forêts sur le régime des eaux (*Rdef*, 1839).
- PETERSON. — Forêts de la Moldavie (*Rdef*, 1870).
- PFEL. — Études sur le Hêtre. Son habitat; sa végétation dans ses rapports avec le climat et avec le sol (*Ann. forest.*, 1860).
- PICCIOLI. — Le Reboisement en France (*Rdef*, 1888).
- PIERRON. — Aménagement des futaies de sapin (*Rdef*, 1874).
- PRILLIEUX. — Maladies des plantes agricoles et des arbres fruitiers et forestiers, 1897.
- PRIVAT-DESCHANEL (P.). — Le climat du Beaujolais (*Bull. Soc. des Sc. nat. de Tarare*, 1901).
Id. La Végétation du Beaujolais et ses conditions géographiques. Le paysage végétal (*Revue scientif.* 1901).
- PUTON (A.). — L'aménagement des forêts, 1874.
Id. Les Sapins des Vosges, 1887.
Id. Bibliographie forestière générale (Manuscrit à l'Ecole nat. des Eaux et Forêts de Nancy).
- QUÉHEN-MALET. — Boisement et reboisement des terrains pauvres et même stériles, 1888.
- RÉAUMONT. — Étude sur le traitement des sapinières (*Rdef*, 1895).
- REGIMBEAU. — Des coupes des régénération dans les futaies résineuses des hautes montagnes (*Rdef*, 1878).
- RÉMOND. — Observations sur l'exploitation des forêts de sapins, 1818.
- REUSS. — Influence de la forêt sur le sol (trad. d'Ebermayer, 1899).
- RIBE (Ch. de). — Le déboisement des Alpes dauphinoises au XIV^e siècle et la conservation des bois dans le Briançonnais depuis le XV^e siècle jusqu'en 1789.
- RISLER (Eug.). — Géologie agricole, 1889-1898.

- ROUSSEAU (Th.). — Guide pratique du reboisement, 1890.
Id. Forêts de l'Aude (*Rdef*, 1892).
ROUX. — Forêts du Jura (*Rdef*, 1899).
ROUX (Cl.). — Traité historique, critique et expérimental des rapports des plantes avec le sol. Montpellier, 1900.
Id. Etudes géologiques et agronomiques sur les Monts Lyonnais (*Ann. Soc. Linn. de Lyon*, 1901).
ROY. — La transformation forestière du Morvand : Substitution des résineux aux feuillus (*Bull. Soc. des Agric. de France*, 1904).
RUNACHER, DE ROSEMONT et LAMIALE. — Transformation du futaie résineux d'un taillis sous futaie particulier (*Bull. Soc. forest. Fr.-Comté*, 1902).
SABLON (C^{te} du). — Du reboisement des montagnes et de la grosse culture forestière dans le département du Rhône, 1880.
SAHUNE (Baron de). — Esquisse historique sur les forêts en France depuis le IX^e siècle (*Ann. forest.* 1842).
SAILLY (Joly de). — Le Sapin supplante le Hêtre en montagne (*Revue scient. du Limousin*, 1901).
Id. Le Sapin tend à supplanter le Hêtre en montagne (*Rdef*, 1902).
SAINT-VICTOR (Gabriel de). — Mémoire sur le reboisement, présenté à la commission du concours régional agricole (*Bull. Soc. forestière*, 1868).
Id. Rapport de la culture des bois dans les montagnes du Forez (*Annuaire de la Soc. des Agricult. de France*, 1870).
Id. Des avantages de la culture forestière et rapport sur sa culture forestière, 1876.
SANSON. — Notice sur les forêts de Normandie.
SAPORTA (de). — Le monde des plantes avant l'apparition de l'homme, 1879.
Id. Origine paléontologique des arbres cultivés, 1888.
Id. et MARION. — Evolution du Règne végétal, Phanérogames, 1885.
Id. et de RIBBE. — La transhumance et le déboisement des Alpes. Reconstitution du sol forestier (*in* Falsan : Les Alpes, 1893).
SAUVAGE. — Indications sommaires sur les reboisements facultatifs dans le département du Rhône, 1896.
SCHIMPER (Wilh.-O.). — Pflanzengeographie auf physiologischen Grundlage, 1898.
SCHOUW (J.-Fr.). — Grundræk til en alm. Plantegeografi, 1821.
Id. Esquisse d'un cours sur la géographie des plantes. Trad. *in* *Ann. des Sc. natur., Bot.*, 2^e sér. t. III, 1835.
SCHRIBAUX et NANOT. — Botanique agricole, 1899.
SCHUBERG. — L'accroissement et la production du Sapin, 1888.
SCHWAPACH. — Manuel des Sciences forestières, 1884.
SERVAL. — Reboisement de l'Eifel (*Rdef*, 1862).
SERVIER. — Sur ses reboisements en Beaujolais (*Congrès internat. Sylvicult.*, 1900).
SEURRE (H.-L.). — Notice sur les forêts de Sapin du Haut-Beaujolais, 1897 et *Rdef*, 1897.

- SILVIO. — Une nouvelle maladie cryptogamique du Sapin (*Rdef*, 1897).
Id. La grêle et les forêts (*Rdef*, 1898).
SOULANGE BODIN. — Reboisement des montagnes (1840 ?).
STAHL (E.). — Le sens de la formation des mycorhizes, trad. par Giustiniani (*Ann. Agronom.*, 1901).
TAILLASSON (R. de). — Les plantations résineuses de la Champagne crayeuse de 1878 à 1894.
TESSIER (L.-F.). — Trad. d'un travail sur les exigences de l'épicéa et du Sapin (*Rdef*, 1882).
Id. Le déboisement dans l'histoire (*Rdef*, 1901).
THURMANN. — Essai de phytostatique, 1849.
TSCHUDY (de). — Traité des arbres résineux, 1768.
TUBEUF (von). — Pflanzenkrankheiten durch Kryptogame Parasiten verursacht, 1895.
VALSERRES. — Sur le reboisement (*Rdef*, 1876).
VENEL (de). — Influence du reboisement sur le débit des sources (*Rdef*, 1865).
Id. Aménagement des forêts résineuses du Jura (*Rdef*, 1867).
VESSIOT (P.). — Rapport sur le reboisement dans le département de la Loire (*C.-R. du Conseil général de la Loire*, session ordin. d'avril 1900).
Id. Du rôle des forêts au point de vue des inondations (*Rdef*, 1901).
VUILLEMIN. — Les Mycorhizes (*Revue gén. des Sciences*, 1890).
WACHTL (F.-A.). — Les tortrices du sapin pectiné, 1883.
WARMING (E.). — Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie, 1896.
WELSCH (J.). — Répartition des végétaux à la surface du globe (*Ann. de Géogr.*, t. II, 1893).
WEYD. — Etude d'archéologie forestière ; Poitiers, 1903.
WILDE (H. de). — Les cupulifères et les mycorhises (*Rdef*, 1900).
WOLNY (E.). — La décomposition des matières organiques et les formes d'humus dans leurs rapports avec l'agriculture, trad. par E. Henry, 1902.
ZEILLER (R.). — Eléments de Paléobotanique, 1900.

Anonymous, Périodiques et Divers.

1° STATISTIQUE.

- A. O. — Documents sur la répartition de la population et des forêts dans les 86 départements (*Ann. Forest.*, 1849).
Statistique des forêts de France et de plusieurs autres états de l'Europe (*Rdef*, 1863).
Statistique forestière dressée par l'administration des Eaux et forêts et publiée par le Ministère de l'agriculture, 1878 (1 vol. texte et 1 atlas in-fol°).
Carte forestière au $\frac{1}{500.000}$ sous la direction de M. Daubrée.

2° FORÊTS DANS L'AIRE DU SAPIN.

Nombreux articles dans la *Revue des Eaux et Forêts*, notamment : Forêts de la Corse (1882) ; du Luxembourg (1877, 1890) ; de l'Autriche (1889) ; de la Grèce (1879) ; de la Suisse (1862) ; de la Lorraine (1886) ; de l'Italie (1867, 1879) ; de la Serbie (1864, 1867) ; de l'Europe (1894), etc..

3° DÉBOISEMENT.

La France périra faute de bois (*Rdef*, 1866).
Destruction de la forêt du mont Pilat (*Rdef*, 1872).
Le déclin du Sapin en Saxe (*Rdef*, 1898).
Nombreux articles dans les Périodiques.

4° REBOISEMENT.

Articles dans *Rdef* sur le reboisement dans la Loire (1898, 1900, 1902) ; le Puy-de-Dôme (1902) ; le Limousin (1897) ; l'Ain (1875) ; la Corrèze (1876, 78, 79, 72) ; le Cantal (1875) ; le Gard (1863) ; la Lozère (1877) ; la Provence (1863) ; la Suisse (1874), etc.
Travaux de nombreux auteurs (Parade, Poncin, Fenebresque, d'Arbois de Jubainville. etc.).

5° ECOLOGIE.

Météorologie forestière (*Rdef*, 1868).
Influence de la composition des peuplements sur la quantité d'eau du sol (*Rdef*, 1885).
A. L. T. — Trad. d'un article sur l'Influence des forêts au point de vue du climat, et de l'économie politique (*Rdef*, 1895).
Influence de la sécheresse sur les forêts (*Rdef*, 1895).
Sapins morts de soif (*Rdef*, 1816).
La transpiration hivernale des arbres à feuilles persistantes (*Rdef*, 1902).
Nombreux articles sur l'Influence des forêts sur le régime des sources, des fleuves, etc., in *Rdef*.

6° DIVERS.

Un Sapin phénoménal (*Rdef*, 1870).
Les bostriches dans les forêts du Jura (*Rdef*, 1874).
Le Sapin des Pyrénées (*Rdef*, 1896).
Sapin et Sapin (*Rdef*, 1898).
Plants de Sapin argenté (*Rdef*, 1901).
Les Sapins de l'Aude mis à l'index (*Rdef*, 1902).

7° PÉRIODIQUES PRINCIPAUX A CONSULTER.

Annales forestières (1842 à 1862).
Annales agronomiques, sous la direction de Dehérain.
Annales de l'Institut national agronomique.

Annales de la Science agronomique, sous la direction de L. Grandeau.

Annales de la station agronomique de l'Est.

Bulletin de la Société forestière.

Bulletin de la Société forestière de Franche-Comté et Belfort.

Bulletin de la Société centrale forestière de Belgique.

Bulletin de la Société des Agriculteurs de France (section de Sylviculture).

Congrès international de Sylviculture à Paris en 1900 (Compte-Rendu contenant des communications et notes de Mer, Hüffel, Runacher, sur la culture du Sapin ; et d'autres de Servier, etc., sur la météorologie forestière, l'influence des forêts, le reboisement, etc.).

Revue des Eaux et forêts (depuis 1862).

8° RENSEIGNEMENTS DONNÉS.

Renseignements verbaux ou écrits, documents, indications, échantillons, etc., communiqués obligeamment par MM. d'Alverny, Flahault, Gaudet, Gros, Griess, de Kirwan, de Liocourt, Lavenir, Dr Saint-Lager, Vessiot, etc.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION

	Pages
1 ^o La Phytécologie. Son but. Son importance.....	5
2 ^o Plan du présent mémoire.....	6
3 ^o Caractères botaniques du Sapin.....	8

PREMIÈRE PARTIE

Exposé des faits : Le domaine du Sapin autrefois et aujourd'hui.....	13
<i>Chapitre premier.</i> — Origine des <i>Abies</i> et de l' <i>Abies pectinata</i>	13
<i>Chapitre second.</i> — Domaine préhistorique du Sapin. Envahissement de l'Europe par les Conifères.....	15
<i>Chapitre troisième.</i> — Domaine historique et actuel du Sapin en France.....	18
Section I. — Le Sapin en France jusqu'au 19 ^e siècle.....	18
Section II. — Le Sapin en France à l'époque actuelle.....	18
§ 1. — Généralités. Groupements naturels.....	18
Tableau synoptique général (hors texte).	
§ 2. — Le Sapin dans la Région lyonnaise.....	20
A. Mâconnais-Charolais.....	21
B. Beaujolais.....	21
Canton de Monsols.....	22
Canton de Beaujeu.....	23
Canton de Lamure.....	23
Cantons de Belleville, Villefranche, Anse, le Bois-d'Oingt.....	25
Cantons de Belmont, Thizy, Amplepuis (pr p.)	26
C. Tararais.....	26
Cantons de Tarare.....	27
Cantons de Saint Laurent de Chamousset et l'Arbresle.....	28
Cantons d'Amplepuis, St-Symphorien-de-Lay, Néronde, Feurs.....	28
D. Lyonnais.....	28
Cantons de Vaugeray et Mornant.....	29
Canton de Saint-Symphorien-sur-Coise.....	29
Cantons de Saint-Galmier et Saint-Héand ...	29

	Pages
E. Mont-Pilat	30
F. Monts du Forez	30
Canton de Saint-Bonnet-le-Château	31
Canton de Saint-Jean-Soleymieux	31
Canton de Montbrison	31
Canton de Saint-Georges-en-Couzan	31
Canton de Noirétable	31
G. Monts de la Madeleine	31
§ 3. — Le Sapin dans l'ensemble du Plateau Central	32
A. Saône-et-Loire, Loire, Allier, Rhône	33
B. Puy-de-Dôme	33
C. Cantal	34
D. Haute-Loire	35
E. Ardèche	35
F. Lozère, Aveyron, Hérault et Tarn	35
§ 4. — Le Sapin dans les Pyrénées	36
A. Aude	36
B. Pyrénées-Orientales	37
C. Ariège	37
D. Haute-Garonne	37
E. Hautes-Pyrénées	37
F. Basses-Pyrénées	37
§ 5. — Le Sapin en Corse	37
§ 6. — Le Sapin dans les Alpes	38
A. Var et Alpes-Maritimes	38
B. Basses-Alpes et Vaucluse	38
C. Hautes-Alpes	38
D. Drôme et Isère	39
E. Savoie et Haute-Savoie	39
§ 7. — Le Sapin dans le Jura	39
A. Ain	39
B. Jura	39
C. Doubs	40
§ 8. — Le Sapin dans les Vosges	40
A. Belfort et Haute-Saône	40
B. Vosges	40
C. Meurthe-et-Moselle	41
§ 9. — Le Sapin en Normandie et en Bretagne	41
<i>Chapit. quatrième.</i> — Domaine actuel du Sapin hors de France	42
A. Luxembourg et Belgique	42
B. Alsace-Lorraine et Allemagne	42
C. Suisse et Italie	43
D. Autriche-Hongrie	43
E. Russie et Roumanie	43
F. Grèce et Turquie d'Europe	43
G. Asie-Mineure et Caucase	43
<i>Chapit. cinquième.</i> — Résumé d'ensemble, Aire de dispersion actuelle	44

DEUXIÈME PARTIE

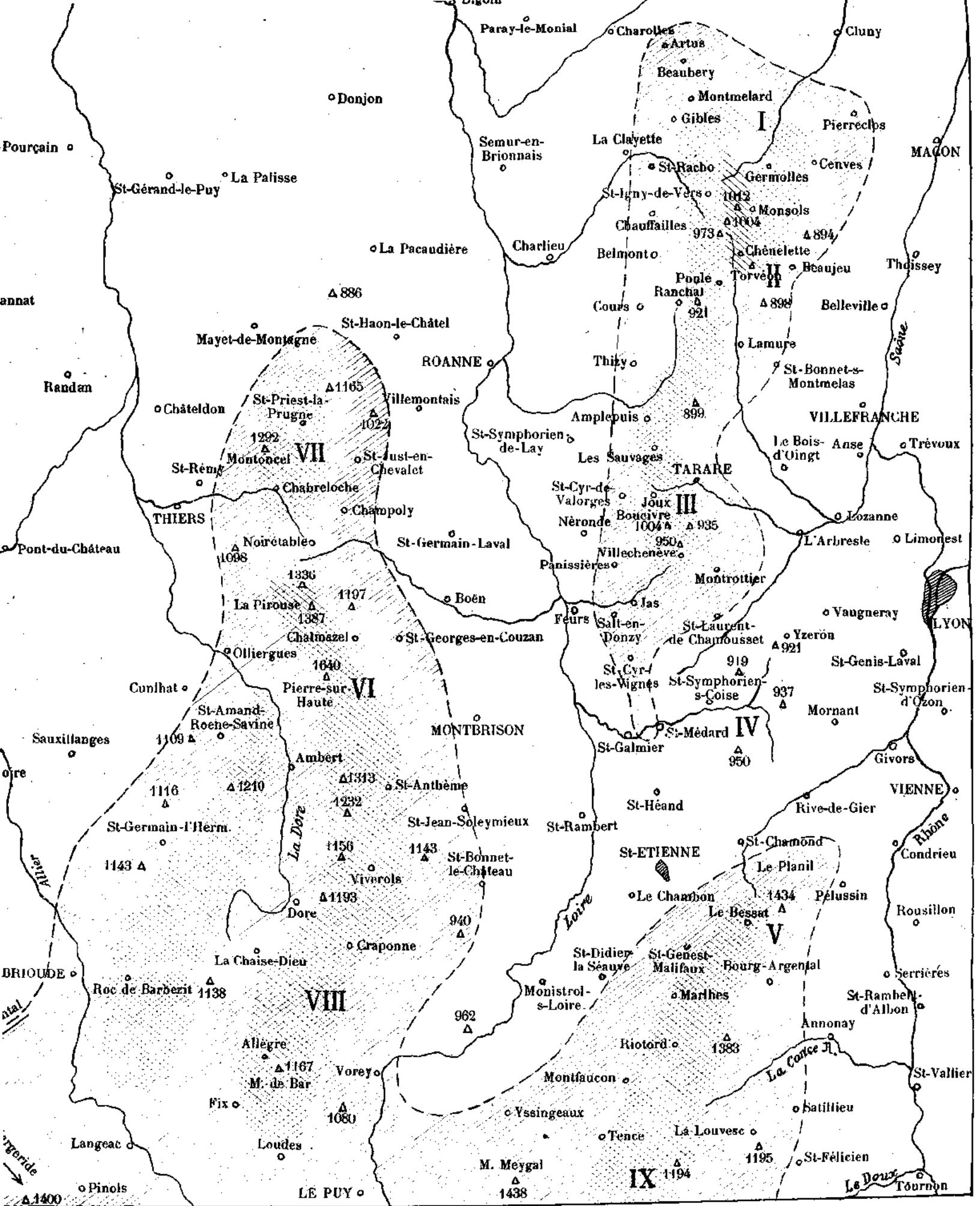
	Pages
Interprétation des faits : facteurs écologiques d'où résulte l'aire actuelle du sapin	45
Chapitre premier. — Classification des facteurs phytécologiques	45
Chapitre deuxième. — Influence des facteurs climatiques sur le sapin ..	49
§ 1. — Généralités sur les climats	49
§ 2. — Les climats anciens en France et en Europe	52
§ 3. — Les climats actuels en France	56
§ 4. — Influence de la température sur le Sapin	59
§ 5. — Influence de l'humidité	60
§ 6. — Influence de la lumière	65
§ 7. — Influence de l'état de l'air	66
Chapitre troisième. — Influence des facteurs édaphiques sur le Sapin ..	67
§ 1. — Influence du relief du sol sur le Sapin	67
a. Altitude	68
b. Pente et exposition	68
Tableau des limites altitudinales du Sapin	69
§ 2. — Influence de la composition chimique du sol sur le Sapin	71
a. Sol minéral	71
b. Sol organique (humus)	73
§ 3. — Influence de la constitution physique du sol sur le Sapin	74
Chapitre quatrième. — Influence des facteurs biotiques sur le Sapin	76
1° Influences intrinsèques spécifiques ou individuelles	76
2° Influences extrinsèques	77
§ 1. — Influence des autres végétaux	77
A. Commensalisme (Association du Sapin)	77
B. Concurrence vitale (Lutte Sapin-Hêtre)	79
C. Symbiose mycotrophique (Mycorhizes)	87
D. Parasitisme	96
§ 2. — Influence des animaux sur le Sapin	99
§ 3. — Influence de l'homme sur le Sapin	99
A. L'homme, agent destructeur : déboisement ..	100
B. L'homme, agent conservateur : entretien et traitement	106
C. L'homme, agent propagateur : reboisement ..	108

TROISIÈME PARTIE

Compléments et Conclusions	115
Chapitre premier. — Physiologie et conditions de végétation du Sapin ..	115
Chapitre deuxième. — Comparaison avec les diverses essences indigènes	119
Tableau général	120
1° Essences résineuses : Epicéa, etc.	121
2° Essences feuillues	127

	Pages
<i>Chapitre troisième. — Le Sapin au point de vue économique. Ses usages.</i>	
Utilité des forêts de résineux.....	128

— Index bibliographique des travaux consultés ou à consulter.....	132
— Planches hors texte :	
Pl. I. Carte de la répartition du Sapin dans la Région lyonnaise.	
Pl. II. Carte de la répartition du Sapin en France.	
Cartons : a. Ligne isotherme de 11°, etc.	
b. Principales hauteurs de pluie régionales.	
Pl. III. Carte de la répartition du Sapin, de l'Epicéa, du Pin sylvestre et du Hêtre en Europe ; limites de l'extension glaciaire ; effondrements de l'époque quaternaire.	
Pl. IV. Mycorhizes du Sapin (coupe transversale, coupe longitudi- nale et aspect extérieur).	
— Table générale des matières.....	145



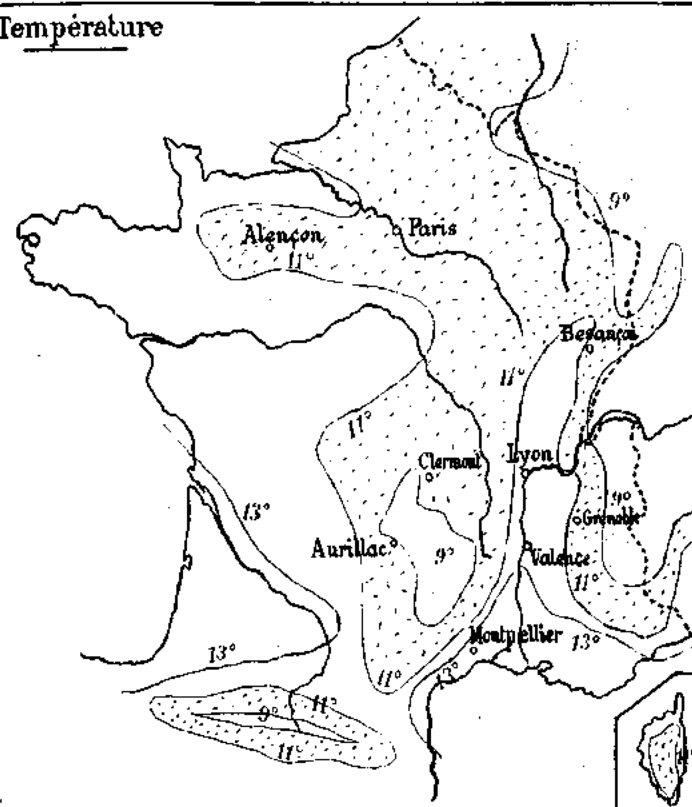
Répartition du Sapin dans la Région lyonnaise

I. Mâconnais-Charolais ; II. Beaujolais ; III. Tararais ; IV. Lyonnais ; V. Pilat ; VI. Forez
 VII. Madeleine-Bois-Noirs ; VIII. Livradois ; IX. Velay-Vivarais.

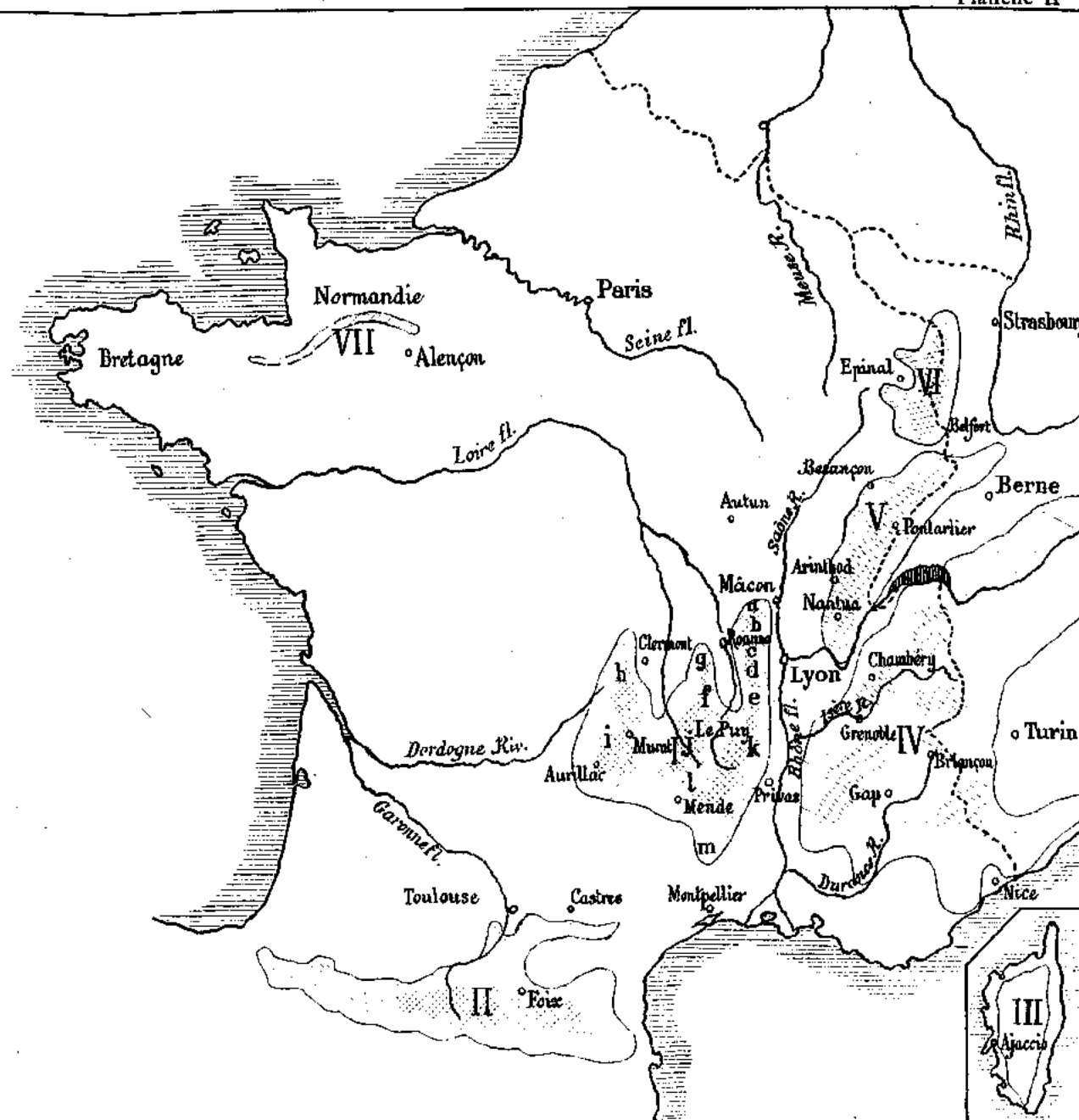
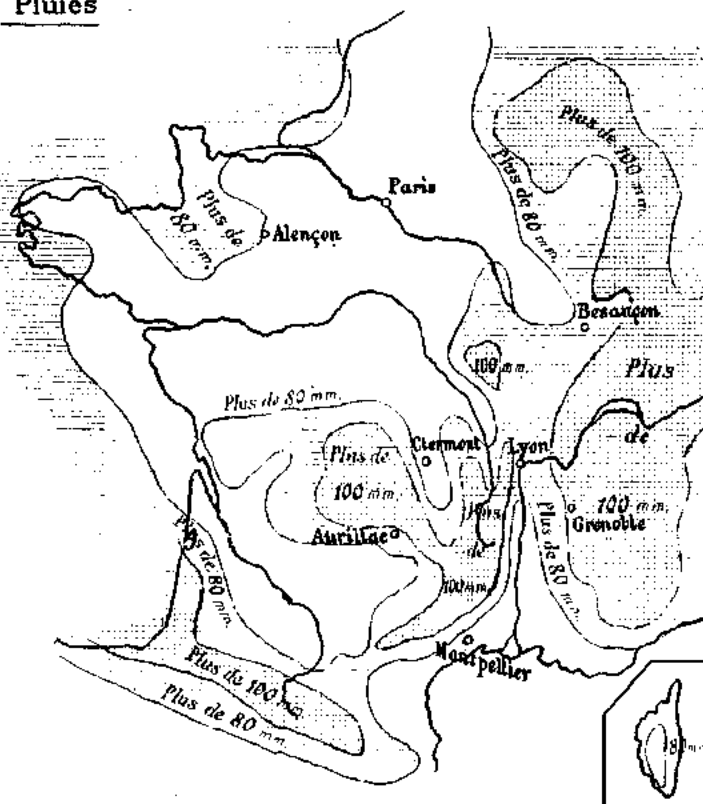
Sapin disséminé

Sapin abondant

Température

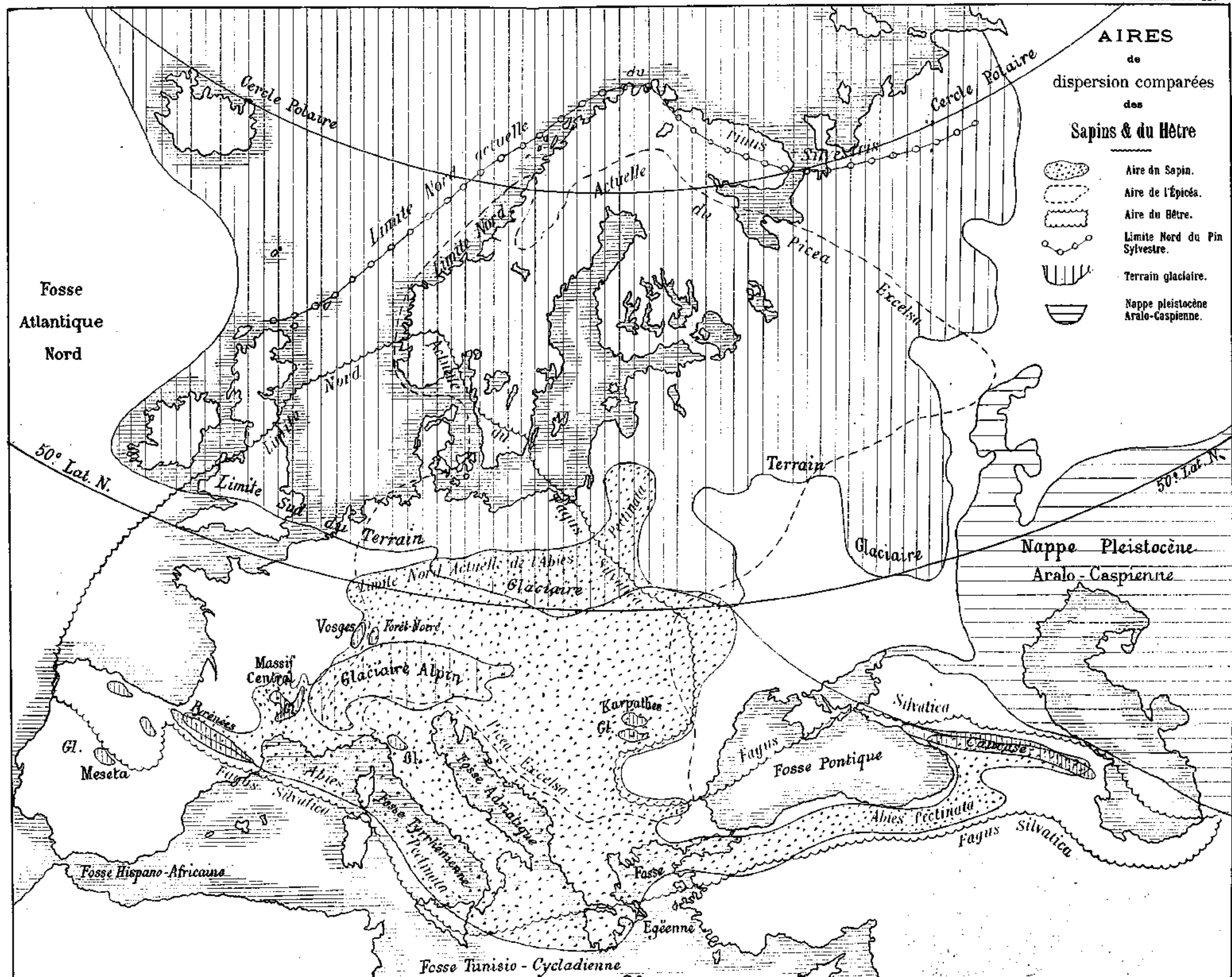


Pluies



Répartition actuelle du Sapin en France, en 7 groupements :

- I. Groupement du Plateau Central : a, Mâconnais-Charolais ; b, Beaujolais ; c, Tararais ; d, Lyonnais ; e, Pilat ; f, Forez ; g, Madeleine ; h, Puy-de-Dôme ; i, Cantal ; j, Velay ; k, Vivarais ; l, Lozère ; m, Aveyron-Hérault.
- II. Groupement des Pyrénées ; III. Groupement de la Corse ; IV. Groupement des Alpes ; V. Groupement du Jura ; VI. Groupement des Vosges ; VII. Groupement Normandie-Bretagne.



AIRES
de
dispersion comparées
des
Sapins & du Hêtre

- Aire du Sapin.
- Aire de l'Épicéa.
- Aire du Hêtre.
- Limite Nord du Pin Sylvestre.
- Terrain glaciaire.
- Nappe pleistocène Aralo-Caspienne.

Étude anatomique des Mycorhizes du SAPIN (*Abies pectinata* DC)

A. Coupe transversale d'une Mycorhize d'*Abies pectinata*, dessinée d'après nature.
(Microscope Zeiss, Ocul. 1, Objectif F').

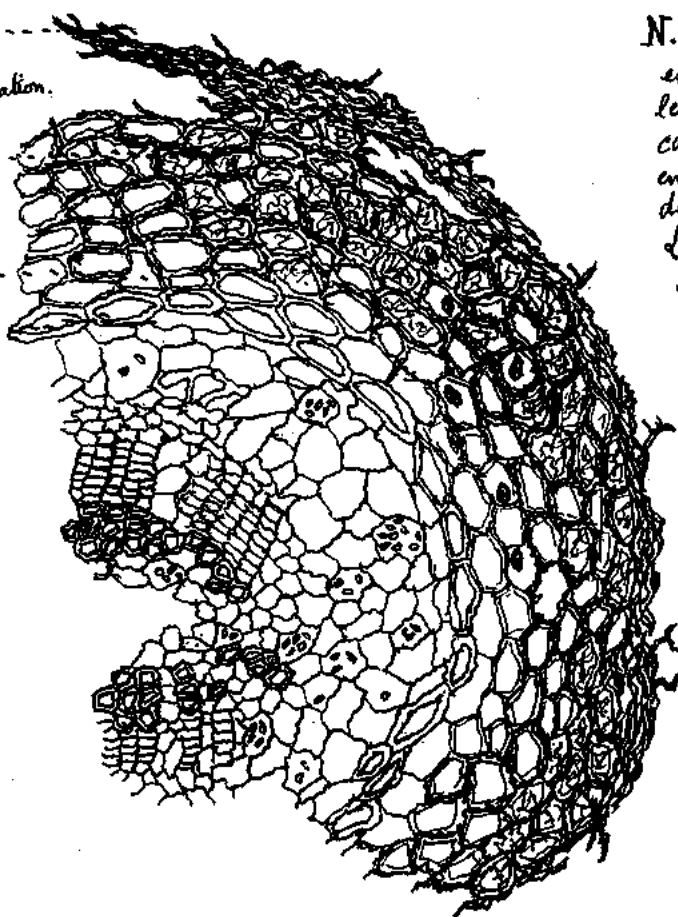
Filaments de Champignon
formant un manchon mycélien
en partie détaché par artifice de préparation.

Zone externe du parenchyme cortical
dont les cellules sont disjointes et
chiffonnées par les mycéles qui
s'insinuent entre elles.

Zone interne du parenchyme
cortical, sans mycéles.

Zone endodermique

Cylindre Central

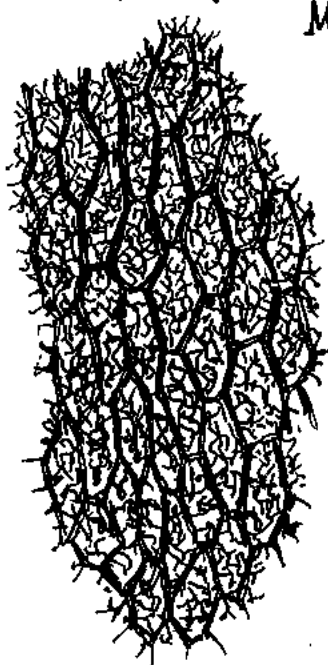


N.B. — La zone externe de l'écorce
est subérifiée, c'est pourquoi
les mycéles pénètrent jusqu'aux
couches de la zone interne, et même
en certains points jusqu'au voisinage
de la zone endodermique.

Les cellules corticales de la
région mycorrhizienne
paraissent troubles et sillonnées
de lignes chiffonnées; cette
apparence est due aux
mycéles très ténus qui
forment feutrage autour
des cellules (v. dessin B)
et qui sont plus ou moins
visibles par dessus ou
par dessous ces cellules,
selon qu'ils sont $\pm$
au point.

B. Coupe longitudinale tangentielle dans une
Mycorhize d'*Abies pectinata*,

montrant un lambeau
d'écorce (cellules superfi-
cielles) avec son lavis
mycélien filamenteux
intercellulaire formant
un élégant réseau
incolore d'une grande
ténuité.



Dessiné d'apr. nature
Microscope Zeiss,
Ocul. 1, Obj. F.



C. Aspect coralloïde des Mycorhizes
de l'*Abies pectinata*.

Dessin, d'après nature, d'un fragment
légèrement grossi ($\frac{3}{2}$).

A noter l'absence complète des
poils absorbants.

Tableau synoptique général de la Répartition du Sapin en France, d'après la statistique de 1878

GROUPEMENTS	DÉPARTEMENTS	NATURE du SOL		PROPORTION RELATIVE	ALTITUDES	Principales Sapinières DOMANIALES	SUPERFICIE en hectares	ESSENCES principales	GROUPEMENTS	DÉPARTEMENTS	NATURE du SOL		PROPORTION RELATIVE	ALTITUDES	Principales Sapinières DOMANIALES	SUPERFICIE en hectares	ESSENCES principales	
		Siliceux	Calcaire								Siliceux	Calcaire						
1° Plateau Central	Allier	100	0	PR	1100-1200	Bonnefoi	680	S.H.	3° Alpes	Basses-Alpes	14	86	PD	1100-1800	Durban	1390	S.H.P.	
	Ardeche	62	38	PD	1200-1500	Lanaud	50	S.H.		Hautes-Alpes	7	93	CPD	900-1800	Aulne	60	S.H.	
	Aveyron	70	30	PR	1080	Constat-de-Bauzon et Ray-Pic	48	S.H.		Alpes-Maritimes	6	94	PD	1200-1500	Champ-Foran	70	S.H.	
	Cantal	19	1	PD	600-1400	Chambons	1250	S.H.		Isère	46	54	PD	300-2200	Boscordon	340	S.E.P.	
	Haute-Loire	100	0	CPD	420-1350	Mazan	1160	S.H.							Clans	380	S.	
	Lozère	75	25	RI	500-1000	Lavialle	280	S.H.							Lente	3290	H.S.	
	Nièvre	89	11	RI		Gautis	50	S.H.							Léoncel	530	H.S.	
	Puy-de-Dôme	100	0	ACPD		Maubert	190	S.H.							Muzan	40	H.S.	
	Loire	99,3	0,7	CD	600-1400	Aligès-de-Féniers	100	S.H.		Romeyer	840	S.H.P.						
	Rhône	95	5	D	500-1000	Murat	870	S.E		Vercors	3530	H.S.E.						
Saône-et-Loire	90	10	RI	500-1000	L'Assise	689	H.S.	Grande-Chartreuse	6550	E.S.H.								
					La Chartreuse	210	S.H.	La Boutal	730	S.E.H.								
					Bois-Grand	230	S.	Jugon	390	S.E.H.								
					St-Germain-l'Herm	140	S.	Prémol	2030	S.E.H.								
					V. détails dans le texte.			Rouperoux	570	S.H.								
2° Pyrénées	Ariège	66	34	PD	300-1800	Ax	622	S.H.	4° Jura	Ain	35	65	CPD	150-1500	Levier	2720	S.	
						Carcanel	1060	S.H.		Doubs	2	98	D	300-1400	La Fresse	1140	S.	
						Hares	7500	S.H.P.		Jura	36	64	CPD	250-1450	La Joux	2610	S.	
						Montailoul	310	H.S.							Bonlieu	190	S.H.	
						Mérens	7330	H.S.C.		5° Vosges	Belfort	59	51	PR	600-1100	Saint-Antoine	2650	H.S.E.
						Prades	1425	H.S.			Meurthe-et-Moselle	28	72	CD	400 et au-dessus	Rambervillers	5500	S.H.P.
						Goulier	729	S.H.			Haute-Saône	68	32	PD	500-1100	Hérival	508	S.H.
						Siguer	615	S.H.			Vosges	70	21	PD	300-1200	Haut-ban-d'Elival	115	S.H.E.P.
						Sales	1110	H.S.								Kemberg-Longchamp	262	S.H.E.P.
						Sein	78	H.S.								Morlaigue	835	S.H.E.P.
					Antras	1350	H.S.	Champ	1938							id.		
					Bethmale	3150	H.S.	Goutte-de-Robache	170							id.		
					St-Lary	2260	H.S.	Ormont	321							id.		
					Sentein	4850	H.S.	Colroy-Lubine	603							id.		
					Callong	220	S.H.	Wissenbach	444	id.								
					Canelle	472	S.H.	La Croix-aux-Mines	458	id.								
					Mazuby	250	S.H.	La Haule-Meurthe	1830	id.								
					Merlat	470	S.H.	Gerardmer	4700	id.								
					Modome	252	S.H.	Meymoutier	1080	id.								
					Ayguebonnes	250	S.H.	Val-de-Senones	4150	id.								
					Buc-Estable	260	S.H.	Côte-de-Régny	570	id.								
					Boucheville	1500	S.H.	Bois-de-Celles	630	id.								
					En Maio	370	S.H.	Bois-Sauvages	2150	id.								
					Fanges	1120	S.H.	Olignies	520	id.								
					Gesse	870	S.H.	Fossard	1250	H.S.								
					Villeneuve-Rebiscan	350	S.H.	Housserant	430	H.S.								
					Conbefroide	250	S.	Géant	789	H.S.								
					Comus	650	S.	Longe-Goutte	300	H.S.								
					La Benague	310	S.	St-Maurice et Bussang	2770	H.S.								
					La Fajole	719	S.	Cornimont	1070	H.S.								
					La Plaine	540	S.	Noiregoutte et Vagneux	1160	H.S.								
					Mirailles	30	S.											
					Niave	250	S.											
					Picaussel	420	S.											
					Bagatres-de-Luchon	1130	S.H.											
					St-Namet	320	S.H.											
					Artigue	160	H.S.											
					Cier-Luchon	80	H.S.											
					Juzet, Luchon et Sode	230	S.H.											
					Sacourville	50	S.H.											
					Arguonnes	720	H.S.											
					Cagire	840	H.S.											
					Coulédox	510	S.H.											
					Gars-Moncamp	250	H.S.											
					Juzet-d'Azaut	150	H.S.											
					Palomère	480	H.S.											
					Burgalays	190	H.S.											
					Cierp	160	H.S.											
					Estenos	230	H.S.											
					Fos	50	H.S.											
					Gars-Casseport	310	H.S.											
					Marignac	470	H.S.											
					Bezins	520	H.S.											
					Sarrancolin	309	S.H.											
					Barousse	1370	H.S.											
					Bize-Nistos	500	H.S.											

TABLEAU SYNOPTIQUE GÉNÉRAL

DE LA

Répartition du Sapin en France