



HAL
open science

Études de qualité de dix échantillonnages de bois d'essences diverses provenant de Corse

Jean Venet

► **To cite this version:**

Jean Venet. Études de qualité de dix échantillonnages de bois d'essences diverses provenant de Corse. *Annales de l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts et de la Station de Recherches et Expériences Forestières*, 1963, 20 (2), pp.139-209. hal-03483740

HAL Id: hal-03483740

<https://hal.science/hal-03483740v1>

Submitted on 16 Dec 2021

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

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

ÉTUDES DE QUALITÉ
DE
DIX ÉCHANTILLONNAGES
DE
BOIS D'ESSENCES DIVERSES
PROVENANT DE CORSE

PAR

J. VENET

Ingénieur en Chef des Eaux et Forêts
Chef de la 4^e Section Centrale
de Recherches Forestières à Nancy

1 — BUT DES RECHERCHES

Un certain nombre d'échantillons de bois de Pin Laricio de Corse, de Pin Maritime et de Sapin Pectiné provenant du département de la Corse nous ont été remis, pour études physiques, mécaniques et technologiques à la demande de M. l'Ingénieur Général JOLAIN.

Ces études s'insèrent dans le cadre des recherches fondamentales poursuivies par la 4^e Section Centrale de la Station de Recherches et Expériences Forestières sur la qualité et le classement des bois en fonction de la station et du traitement.

Il s'agit, dans le cas particulier qui nous a été soumis, de savoir quelles essences présentent le plus grand intérêt technique et économique suivant les stations, sans négliger bien entendu le point de vue biologique.

Les bois proviennent des forêts d'Aïtone et de Valdoniello et sont issus de peuplements situés à des altitudes et à des expositions diverses. En effet, le Pin Laricio se mélange au sapin pectiné en haut des versants à l'ombre, et il se mélange au Pin maritime en bas des versants au soleil. Il est intéressant de chercher si des considérations techniques sur le bois peuvent fournir des indications sur les frontières à observer entre ces essences ou sur les mélanges éventuels à constituer.

Les échantillonnages fournis sont au nombre de dix, à savoir :

— six provenances de Pin Laricio de Corse (deux de Aïtone — n^o 426 et 427 — et quatre de Valdoniello — n^o 460 - 461 - 462 - 463) ;

— deux provenances de Sapin pectiné, d'Aïtone — n^o 428 et 429 ;

— deux provenances de Pin maritime, d'Aïtone — n^o 424 et 425.

Les descriptions des stations ont été établies de façon très remarquable par les Ingénieurs et Préposés locaux.

2 — DESCRIPTION DES STATIONS

(Voir cartes 1 et 1 bis).

Les caractéristiques des stations d'origine de ces bois sont les suivantes :

2.1 — Pins Laricios de Corse

N° 426 — (Station 1 du descripteur). — Forêt domaniale d'Aïtone (Carte Michelin 90, pli 16) — Les échantillons proviennent des parcelles 2 de II^e Série et 6 de I^e Série, près de la commune d'Evisa — Altitude 900 m — Pente 55 % — Exposition Nord.

Substratum géologique: les forêts d'Aïtone et Valdioniello sont situées dans l'ensemble sur granites et granulites, mais la carte géologique au 1/80 000^e n'est pas assez précise pour donner des renseignements s'appliquant aux provenances faisant l'objet du présent rapport. Des coupes de sol seraient nécessaires.

Peuplement: étage dominant, 10/10 de pins Laricios de 130 ans, diamètre moyen à 1,30 m, 50 cm, en bon état de végétation et de croissance; sous-étage, quelques chênes verts, houx; couverture vivante, bruyère quaternée, fougère aigle, ellébore, canche, etc... avec quelques indicateurs d'altitude, préranthe, digitale, etc...

Le climat est caractérisé par de faibles pluies estivales: 300 mm d'avril à septembre — 1 000 mm pour l'année entière (il pleut surtout au printemps et en automne). Toutefois la proximité de la mer (la côte Ouest, Golfe de Porto, est à 12 km) maintient une certaine humidité. Les températures estivales sont élevées (18° en moyenne d'avril à septembre) et les hivers assez doux (moyenne de l'année + 8°).

Nous avons fait 3 séries d'éprouvettes avec les bois de la provenance 426:

426 A: aubier peu résineux, de densité moyenne ($D_{15} = 0,606$), à cernes moyens (3,6 par cm de rayon, soit 2,8 mm par cerne moyen).

426 B: cœur, résineux, normal, assez dense ($D_{15} = 0,671$), à accroissements moyens (2,9 par cm de rayon, soit 3,4 mm par cerne moyen).

426 C: cœur, non résineux, anormalement léger ($D_{15} = 0,464$), à accroissements fins (4,5 cernes par cm de rayon, soit 2,2 mm par cerne moyen).

Cette provenance fait ressortir un polymorphisme frappant du bois de pin Laricio de Corse. A l'œil, le 426 A ressemble à du pin Laricio, le 426 B à du pin maritime et le 426 C à du pin sylvestre. (Voir planches de photos I et II).

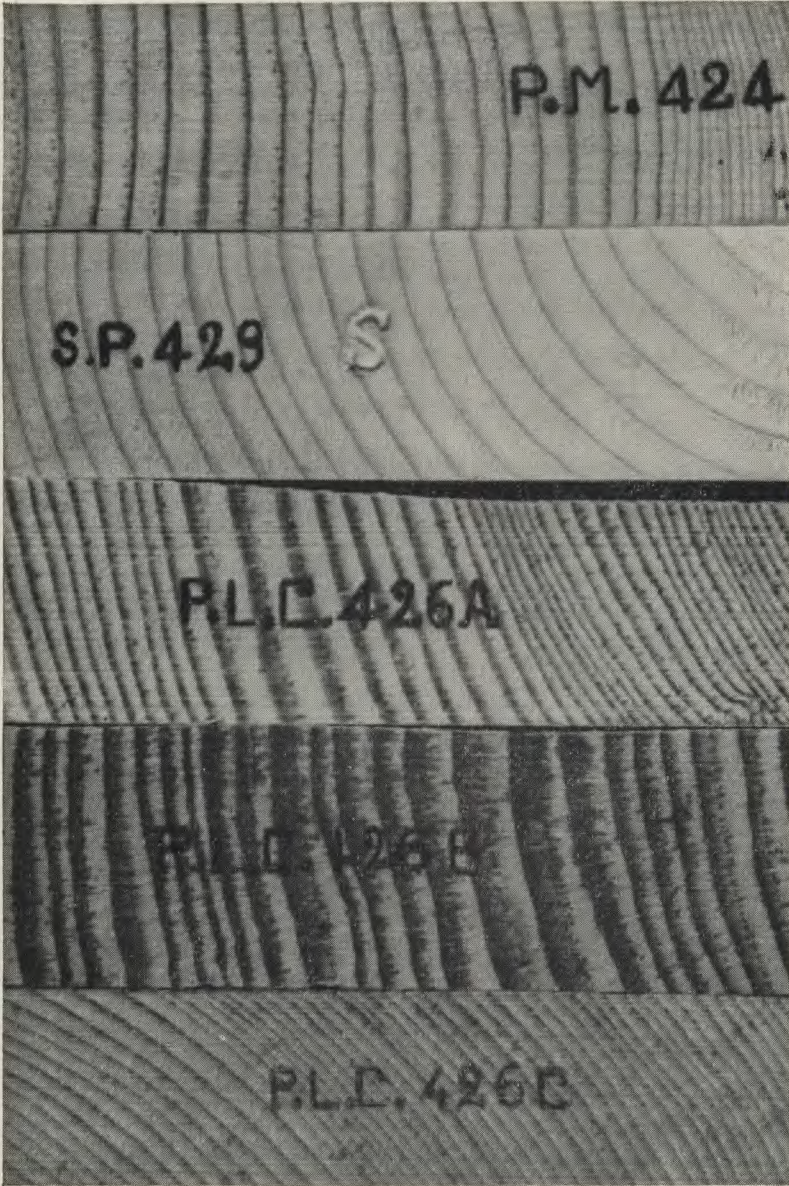


PLANCHE I

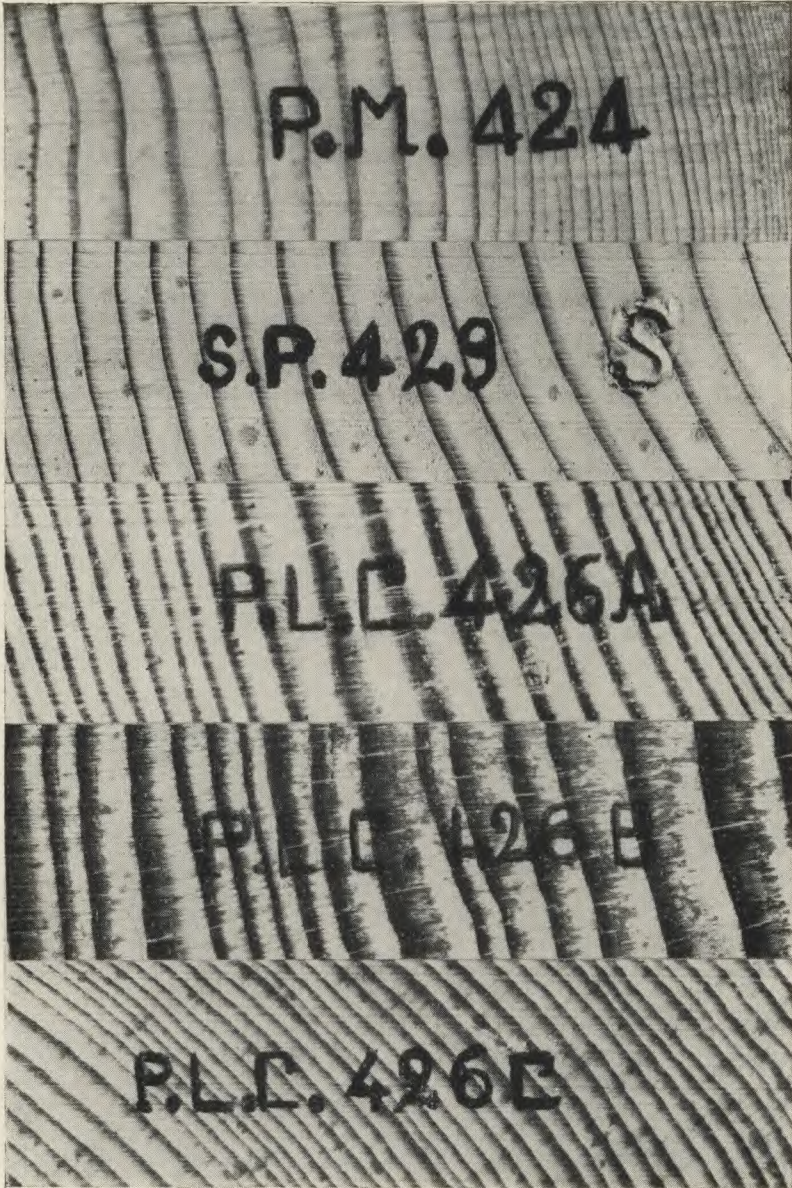


PLANCHE II

N° 427 — (Station 1 bis du descripteur), Forêt domaniale d'Aitone — Parcelle 10 de 1^{re} Série — Altitude 1 300 m — Pente 30 % — Exposition Nord.

Peuplement: étage dominant, pin Laricio de Corse 5/10, sapin pectiné 5/10 — peuplement complet et en bon état de végétation — Age: pins Laricios, 120 à 200 ans, sapins 90 ans — diamètres moyens: pins Laricios 55 cm, sapins 35 cm — pas de morts-bois, couverture vivante peu abondante, fougère aigle, ellébore, canche, préanthe, etc...

Climat comme ci-dessus, en tenant compte du fait que l'altitude est plus élevée.

Les planches reçues sont semblables entre elles. Le bois est résineux, assez dense (0,605 comme 426 A), à accroissements d'abord larges (2,5 mm), puis fins (1 mm), puis réguliers et un peu plus larges (de l'ordre de 1,5 à 2 mm). La duraminisation s'étend sur une large partie des planches (6 cm d'aubier sur 30 cm de rayon).

N° 460 — (Station I du descripteur) — Forêt domaniale de Valdoniello — Carte Michelin 90, pli 16 — Cette forêt est séparée de celle d'Aitone par la ligne de crête qui s'étend du Mont Cinto au Mont Tozzo par le col de Vergio. Les bois proviennent du triage n° 34 d'Albertacce, à 500 m au Nord-Ouest de la Maison Forestière de Popaja — Altitude 1 050 m — Pente 15 % — Exposition Sud-Est.

Peuplement: Pin Laricio 10/10, encore en bon état de végétation — Age 60 à 300 ans — Diamètre à 1,30 m: 50 à 110 cm. Les bois de 30 à 50 ont environ 150 ans, ceux de 50 à 75, 165 ans et ceux de 75 et plus, 200 ans et plus.

Les renseignements climatiques donnés par le poste météo de la Maison Forestière de Popaja sont les suivants:

Températures moyennes: annuelle + 8°, avril à septembre + 16° (on signale qu'en 1960 les chiffres correspondants furent + 9,5° et + 20°).

Températures extrêmes: — 15° en février 1956, + 34° en août 1956.

Gelées peu nombreuses, mais souvent encore en mars-avril.

Précipitations totales annuelles: 1 700 mm, dont seulement 400 mm d'avril à septembre — Précipitations neigeuses de décembre à avril — Orages et grêle fréquents — Vents d'ouest peu dangereux à cause de l'abri apporté par la ligne de crêtes.

Les bois de cette provenance sont tout à fait remarquables quant à la régularité des cernes. Densité élevée ($D_{15} = 0,748$), Cernes fins (7,1 pour 1 cm de rayon, soit 1,4 mm pour le cerne moyen). On verra plus loin que les caractéristiques mécaniques de cette provenance constituent des records.

N° 461 — (Station II du descripteur) — Station identique à la précédente, sauf l'altitude un peu plus élevée (1 100 m).

Les 3 planches reçues de cette provenance diffèrent quelque peu. Deux des planches sont presque semblables à celle de la provenance 460, la troisième est tout à fait différente. Nous avons donc constitué deux séries d'éprouvettes :

461 A — planches presque identiques à celles de 460, densité voisine ($D_{15} = 0,713$), cernes fins (6,3 par cm de rayon, soit 1,6 mm pour le cerne moyen) et, on le verra plus loin, caractéristiques mécaniques voisines ;

461 B — bois peu résineux, léger ($D_{15} = 0,493$) du même type que 426 C, accroissements excessivement fins (15,9 cernes par cm de rayon, soit 0,6 mm pour le cerne moyen) et caractéristiques mécaniques voisines (quoique légèrement supérieures) de celles de 426 C.

N° 462 — (Station III du descripteur) — Forêt de Valdoniello — Triage n° 35 d'Albertacce. A 2 km au Sud-Ouest de la Maison Forestière — Altitude 1 150 m — Pente 20 % — Exposition Nord.

Peuplement : entrouvert, 20 % de clairières — Pin Laricio presque pur, quelques bouleaux envahissant les vides — Age : 60 à 360 ans — Diamètre à 1,30 : 0,30 à 0,90.

Un seul lot d'éprouvettes a été constitué avec les 3 planches reçues. La densité moyenne se rapproche de celle des provenances 426 A et 427 d'Aitone. Elles sont inférieures à celles des provenances 460 et 461 A de Valdoniello, mais le retrait est moins élevé, ce qui en fait un meilleur bois de menuiserie.

N° 463 — (Station IV du descripteur) — Station identique à la précédente, sauf l'altitude, un peu plus élevée (1 200 m).

Là encore, des différences notables existaient entre les planches fournies et nous avons dû constituer deux séries d'éprouvettes.

463 A : aubier, anormalement pauvre en résine, léger ($D_{15} = 0,555$), à cernes fins (6,6 par cm de rayon, soit 1,5 mm pour le cerne moyen), à propriétés mécaniques inférieures à 426 A d'Aitone, qui est également de l'aubier et surtout très inférieur à 460 et 461 A de Valdoniello.

463 B : cœur, très résineux, dense ($D_{15} = 0,740$), à accroissements très fins (10,7 par cm de rayon, soit 0,9 mm pour le cerne moyen) mais n'ayant cependant pas, malgré sa densité, des caractéristiques mécaniques comparables à celles de 460 et 461 A. On dirait que ce bois provient d'un arbre souffrant.

2.2 — Sapins pectinés

N° 428 — (Station 2 du descripteur) — Forêt d'Aitone — Parcelle 12 de la 1^{re} Série — Entre la Maison forestière d'Aitone et le Col de Vergio — Altitude 1 200 m — Pente 20 % — Exposition Nord. Cette provenance est voisine de celle des Pins Laricios n° 427.

Climat: (voir 427).

Peuplement mélangé: 4/10 de pin Laricio et 6/10 de sapin, en très bon état de végétation. Pin Laricio 130 ans, sapin pectiné 90 ans — Diamètre moyen à 1,30 m: pin Laricio 55 cm, sapin 35 cm. Morts-bois et tapis herbacé peu abondants, comme en 427.

Les planches fournies étaient belles, la densité est plus faible ($D_{15} = 0,412$) que celle des pins Laricios, même des plus légers. Les cernes sont beaucoup plus larges (2,3 par cm, soit 4,3 mm pour le cerne moyen). Les propriétés mécaniques sont faibles et, surtout, le bois présente un fort retrait, plus élevé que celui des pins Laricios!

N° 429 — (Station n° 2 bis du descripteur) — Forêt d'Aitone — Parcelle 35 de 2^e Série — Altitude 1 400 m — Pente 55 % — Exposition Nord.

Peuplement mélangé très complet: Pin Laricio 3/10, sapin pectiné 6/10, hêtre 1/10, en bon état de végétation, mais avec mauvais élagage naturel, plus mauvais que 428.

Age des sapins, 90 ans, diamètre moyen à 1,30 m, 40 cm.

Le bois est un peu plus dense ($D_{15} = 0,438$), à cernes un peu moins larges (3,6 cernes par cm de rayon, soit 2,8 mm pour le cerne moyen) que 428. Le retrait est un peu moins élevé.

2.3 — Pins maritimes

N° 424 — (Station 3 du descripteur) — Forêt d'Aitone — Parcelle 4 de 1^{re} Série — Altitude 1 000 m — Exposition Sud — Pente 35 %.

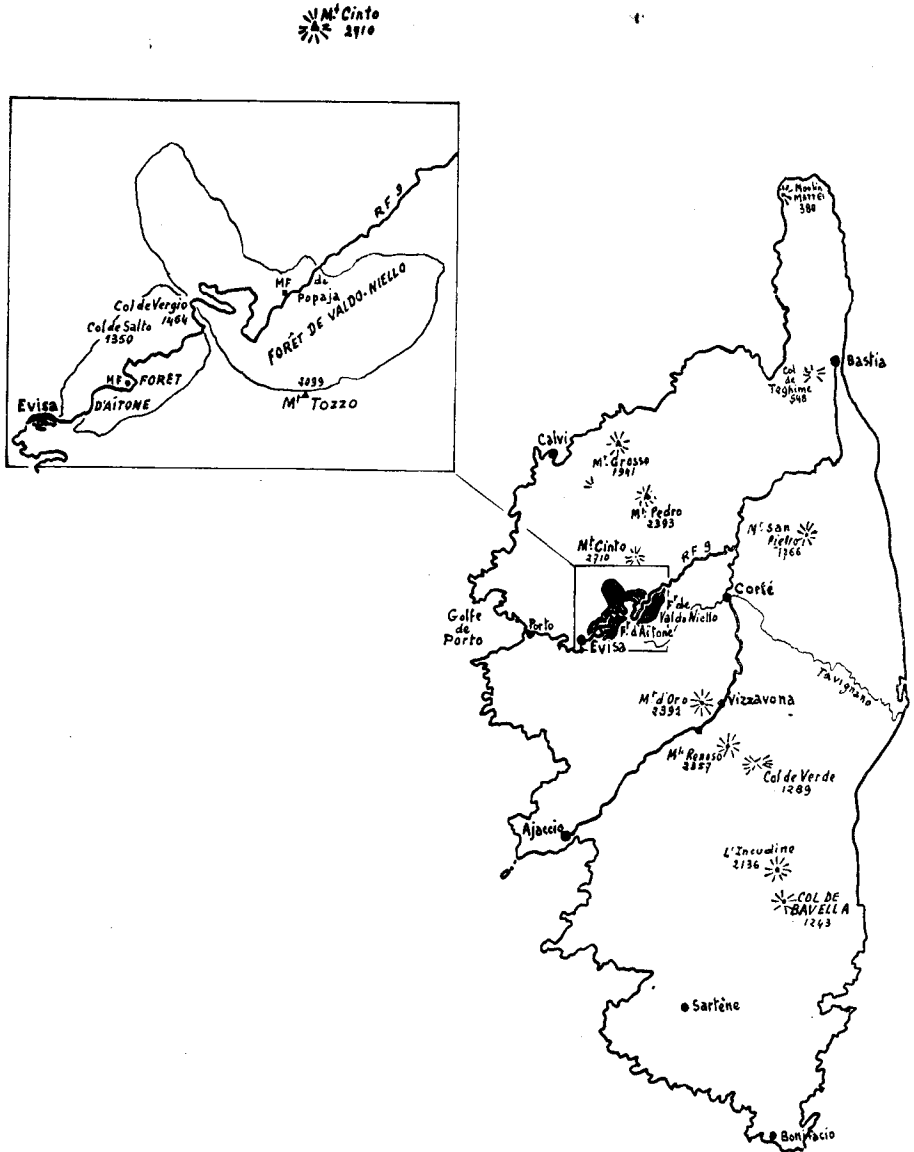
Cette station est en face de la station 426 de Pin Laricio.

Climat: (voir 426).

Peuplement mélangé 5/10 de pin maritime, 5/10 de pin Laricio, en bon état — Age: 75 ans pour les pins maritimes, 180 ans pour les pins Laricios — Diamètre moyen à 1,30 m: 40 cm pour les pins maritimes.

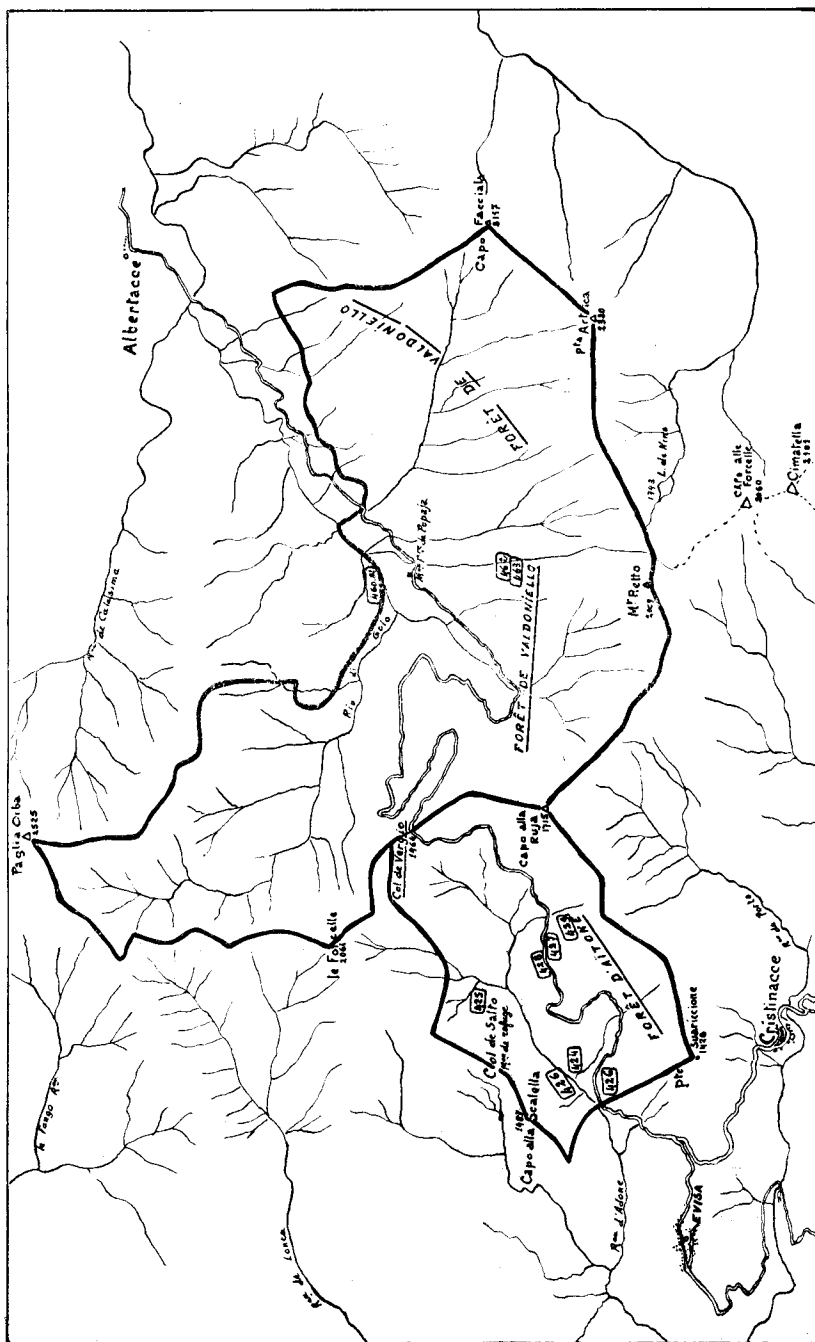
Sous-bois épais de bruyère quaternée avec quelques genêts épineux et cytises — Couverture vivante: asphodèle, germandrée, etc...

Le bois fourni est beau, d'une densité moyenne ($D_{15} = 0,588$), plus léger que celui des pins Laricios voisins (426 A = 0,606 - 426 B = 0,671).



CARTE n° 1

Situation générale des forêts d'Aitone et de Valdoniello.



CARTE n° 1 bis

Les cernes sont réguliers, plus fins que ceux des Pins Laricios de la station 426 (5,7 cernes par cm de rayon, soit 1,8 mm pour les cernes moyens — contre 2,8 mm pour 426 A et 3,4 mm pour 426 B) mais le retrait est plus élevé (0,479 contre 0,381 et 0,367).

Il est à noter toutefois qu'au début de leur croissance (jusqu'à l'âge de 40 ans environ) les pins maritimes avaient eu des accroissements annuels de l'ordre de 3,2 à 4 mm et que c'est seulement après (pendant 35 ans) que les cernes sont subitement tombés à 1,1 ou 1,2 mm. Le chiffre ci-dessus n'est qu'une moyenne (qui en réalité n'existe pas dans les planches).

La duraminisation est assez bonne: 12,5 cm de cœur (28 ans) sur 21 cm de rayon (75 ans).

N° 425 — (Station 3 bis du descripteur) — Forêt d'Aitone — Parcelle 22 de II^e Série — au bord de la route conduisant au col de Salto — altitude 1 000 m — Exposition Sud — Pente 35 %.

Climat (voir 426).

Peuplement: 2/10 pin maritime, 8/10 pin Laricio — En bon état — Age: 75 ans pour les maritimes, 180 pour les Laricios — Diamètre moyen à 1,30 m: 30 cm pour les pins maritimes — Sous-bois et tapis herbacé, comme 424.

Le bois est très semblable à celui de 424, un peu moins dense ($D_{15} = 0,564$), moins résineux, à cernes plus larges (4,15 cernes par cm de rayon, soit 2,4 mm pour le cerne moyen), à retrait plus faible (0,419 contre 0,479) — Mêmes observations que ci-dessus quant à la largeur des cernes.

3 — ESSAIS EFFECTUÉS

3.1 — Essais physiques

Séchées jusqu'à 10 % d'humidité, les planches ont été débitées en éprouvettes conformément aux dispositions de la norme NF B 51-003.

Les mesures d'humidité, de densité et de retrait ont été effectuées comme prévu par les normes NFB 51-004, -005 et -006, sur cubes de 2 cm d'arête.

La densité à 15 % a été déduite de la densité D_H à $H = 10$ %, en appliquant la formule $D_{15} = D_H \left[1 - \frac{(1 - V)(H - 15)}{100} \right]$

V a été mesuré en application de la norme NF B 51-006.

$$V = \frac{V_2 - V_3}{V_3 \times H} \times 100$$
 (V_2 étant le volume à H % et V_3 le volume anhydre.)

3.2 — Essais mécaniques

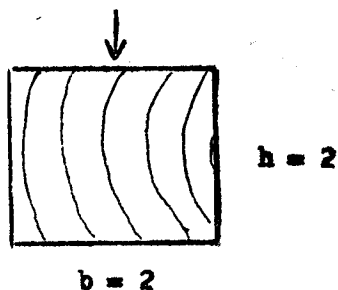
L'essai en *compression axiale* a été fait sur la machine universelle d'AMSLER du labo, conformément aux prescriptions de la norme NF B 51-007, sur éprouvette du type B, de 6 cm de long et 2×2 cm de section.

La charge C_H , mesurée, a permis de calculer C_{15} en appliquant la formule

$$C_{15} = C_H [1 + c (H - 15)]$$

c , coefficient de tenue à l'humidité a été déterminé par essais sur pièces à des degrés d'humidité différents.

L'essai en *flexion statique* est décrit par la norme NF B 51-008. Il est effectué sur éprouvette du type C, de 34 cm de long et de 2×2 cm de section. L'éprouvette repose librement sur deux appuis cylindriques distants de $L = 28$ cm. La charge est appliquée au milieu de la portée par un couteau identique aux appuis et elle est dirigée tangentielle.



La charge de rupture mesurée (P) permet de calculer le chiffre de fatigue à la flexion au degré H : $F_H = 6,614 P$. Le multiplicateur

$$6,614 = \frac{10}{2 bh^3} \text{ où } b = h = 2 \text{ cm et } L = 28 \text{ cm.}$$

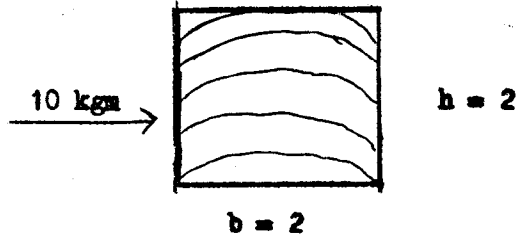
On calcule F_{15} , comme dit ci-dessus, en appliquant la formule:

$$F_{15} = F_H [1 + c' (H - 15)]$$

c' est déterminé comme c .

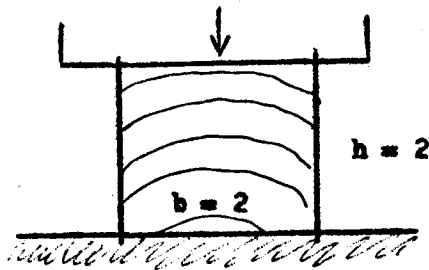
L'essai de choc effectué au mouton-pendule consiste à rompre au moyen d'un mouton susceptible de développer un travail de 10 kgm, une éprouvette du type D de 30 cm de long et 2×2 cm de section. L'éprouvette est calée contre deux appuis distants de 24 cm.

Le mouton frappe l'éprouvette en son centre dans le sens tangentiel.



On mesure W en kgm , c'est-à-dire le travail de rupture absorbé et on calcule le coefficient de résilience $k = \frac{W}{6,35}$, diviseur qui tient compte des dimensions de la section et de la qualité du bois : $6,35 = bh^{10/6}$, ou $b = h = 2 \text{ cm}$.

L'essai de dureté conforme aux prescriptions de la norme NF B 51-013 a été remplacé par une essai en *compression de flanc*.



Cet essai consiste à écraser une éprouvette du type B, de 6 cm de long sur 2×2 cm de section en appliquant la charge radialement (c'est-à-dire en comprimant les couches annuelles) jusqu'à ce que la hauteur de l'éprouvette ait été réduite de $1/3$.

On mesure la charge C_{pp} nécessaire et on mesure aussi la hauteur h' que reprend l'éprouvette après avoir été libérée de sa charge.

Si l'échantillonnage fourni avait été plus abondant, nous aurions pu effectuer des essais de dureté, de traction perpendiculaire aux fibres et de fissilité et aussi faire faire quelques études technologiques de comportement à l'usinage. De telles recherches seraient à entreprendre dans l'avenir.

4 — OBSERVATIONS GÉNÉRALES SUR LES RÉSULTATS

4.1 — Propriétés physiques

4.1.1 — Densité

La densité moyenne des 14 lots de bois d'expériences est de 0,586. Ces diverses provenances peuvent se distribuer en 4 groupes.

Les plus légers sont les bois des deux provenances de *sapin pectiné* (Aitone 428 et 429). La densité moyenne, à 15 % d'humidité, pour l'ensemble des bois de ces deux provenances, est de 0,425. Les densités extrêmes vont de 0,359 à 0,534 avec une forte concentration de part et d'autre de la moyenne aux environs de 0,395 et de 0,440 (voir courbes de distribution, fig. 2) — la provenance 428 a une densité un peu plus faible que la provenance 429 (0,412 contre 0,438).

Vient ensuite, deux provenances assez anormales de *pin Laricio* (426 C et 461 B, bois de cœur très peu résineux, le second à cernes excessivement fins), dont les densités à 15 % d'humidité sont respectivement de 0,464 et 0,493. Pour 426 C, les densités s'échelonnent de 0,420 à 0,512 et, pour 461 B, de 0,440 à 0,571. Le nombre de cas observés ne nous a pas paru suffisant pour établir des diagrammes de distribution intéressants.

Le troisième groupe comprend les deux provenances de *pin maritime* (n° 424 et 425) dont les densités à 15 % sont respectivement de 0,588 et 0,564 et quatre provenances de *pin Laricio de Corse* (n° 463 A, 427, 426 A et 462), dont les densités à 15 % sont respectivement de 0,555 - 0,605 - 0,606 et 0,608. Chez les pins maritimes, la densité moyenne des deux provenances confondues est de 0,576 et les densités s'échelonnent de 0,475 à 0,776 (voir diagramme de distribution, fig. 3). Mais 38 cas sur 40 s'échelonnent de 0,475 à 0,638.

Le tableau suivant donne quelques renseignements sur les densités des quatre provenances de *Pin Laricio*.

| Numéro des provenances | Densité moyenne (à 15 %) | Extrêmes | Limites des cas les plus fréquents (groupés autour de la moyenne) |
|---------------------------------------|--------------------------------|---------------|--|
| 463 A | 0,555 | 0,478 à 0,631 | 0,532 à 0,595 |
| 427 | 0,605 | 0,486 à 0,684 | 0,584 à 0,645 |
| 426 A | 0,606 | 0,465 à 0,726 | 0,587 à 0,671 |
| 462 | 0,608 | 0,544 à 0,719 | 0,582 à 0,642 |
| Moy. des 14 lots de bois de Corse. | 0,586 | | |

FIG. 2.
Diagrammes de distribution des densités de deux provenances de Sapin pectiné de Corse (nos 428 et 429).

- Cas enregistrés
- x Somme des cas (intervalles de classes de 0,050).
- ⊙ Somme des cas (intervalles de classes de 0,050).

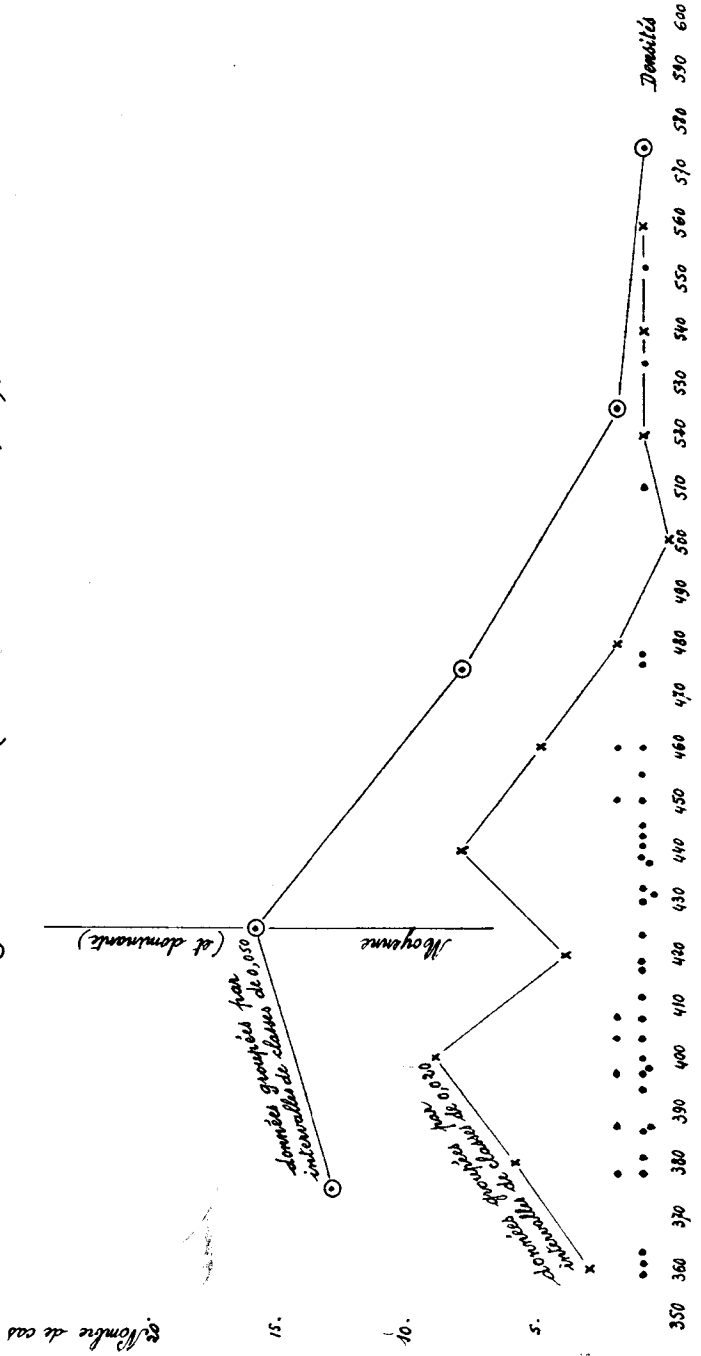
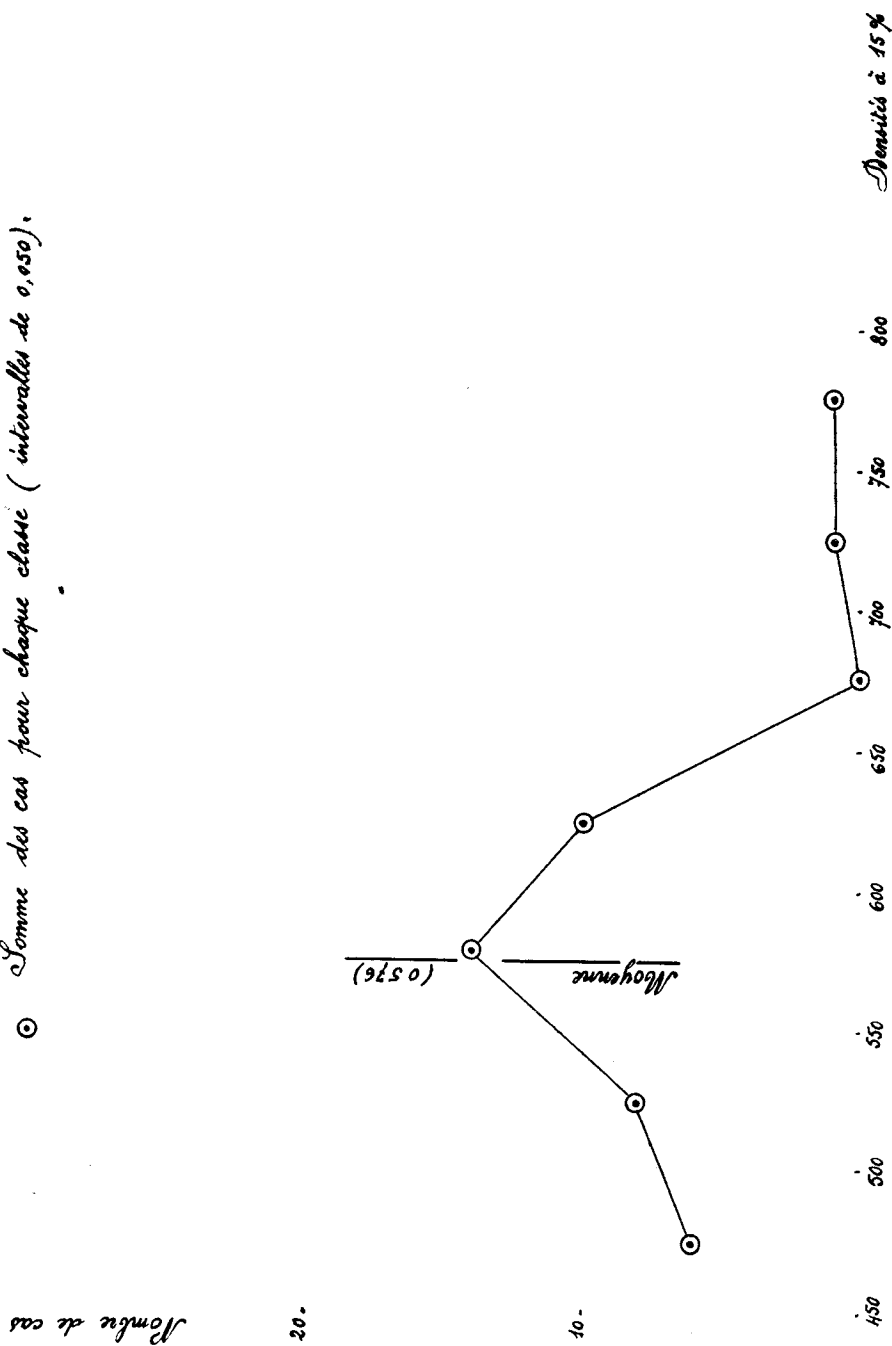


FIG. 3.

Diagramme de distribution des densités de deux provenances de Pin maritime de Corse (nos 424 et 425)

⊙ Somme des cas pour chaque classe (intervalles de 0,050).



Les provenances 427 - 426 A et 462 sont donc assez semblables quant à la densité.

Le quatrième groupe comprend les bois les plus remarquables quant à la densité et aux propriétés mécaniques, à savoir 4 provenances de Pin Laricio: 426 B - 461 A - 463 B et 460 dont les densités moyennes à 15 % d'humidité sont respectivement, de 0,671, 0,713, 0,740 et 0,748.

Deux de ces provenances (426 B et 463 B) sont des bois de cœur résineux et denses et les deux autres (461 A et 460) des aubiers, également résineux et denses.

Le tableau ci-après donne quelques renseignements sur ces provenances.

| Numéro des provenances | 426 B | 461 A | 463 B | 460 |
|--|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | — | — | — | — |
| Densité moyenne (à 15 %) | 0,671 | 0,713 | 0,740 | 0,748 |
| Extrêmes | 0,560 à 0,746 | 0,672 à 0,769 | 0,684 à 0,836 | 0,693 à 0,798 |
| Limites des cas les plus fréquents (groupés autour de la moyenne) | 0,632 à 0,727 | 0,692 à 0,740 | 0,701 à 0,760 | 0,731 à 0,768 |

4.1.2 — Corrélation entre densité et largeur des cernes

Il a semblé intéressant de chiffrer la corrélation éventuelle entre la densité à 15 % et la largeur des cernes. Il faut noter toutefois que, chez les pins, la densité est influencée par la présence de résine et, à largeur de cernes égale, un bois résineux est plus dense qu'un bois peu résineux.

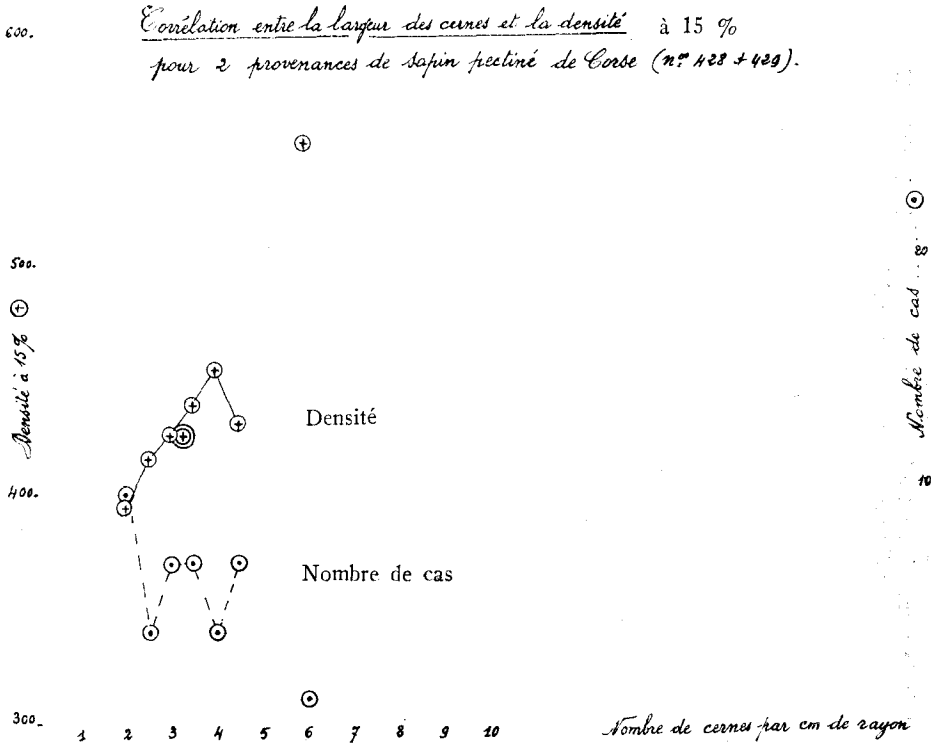
La corrélation d'ensemble n'est pas significative. On note seulement que les 7 provenances à accroissements les plus fins ont une largeur de cernes moyenne de 1,29 et une densité de 0,635 tandis que les 7 provenances à accroissements les plus larges ont une largeur de cernes moyenne de 2,83 et une densité de 0,537.

La corrélation est significative *chez le sapin pectiné*. Pour une largeur moyenne de cernes de 3,1 mm (3,225 cernes par cm de rayon), la densité à 15 %, on l'a vu, est de 0,425. Quand la largeur des cernes passe de 5 à 2,5 mm, la densité à 15 % passe de 0,394

à 0.453. (Voir fig. 4). Bien entendu, de plus nombreux essais devraient être effectués pour calculer avec exactitude un coefficient de corrélation.

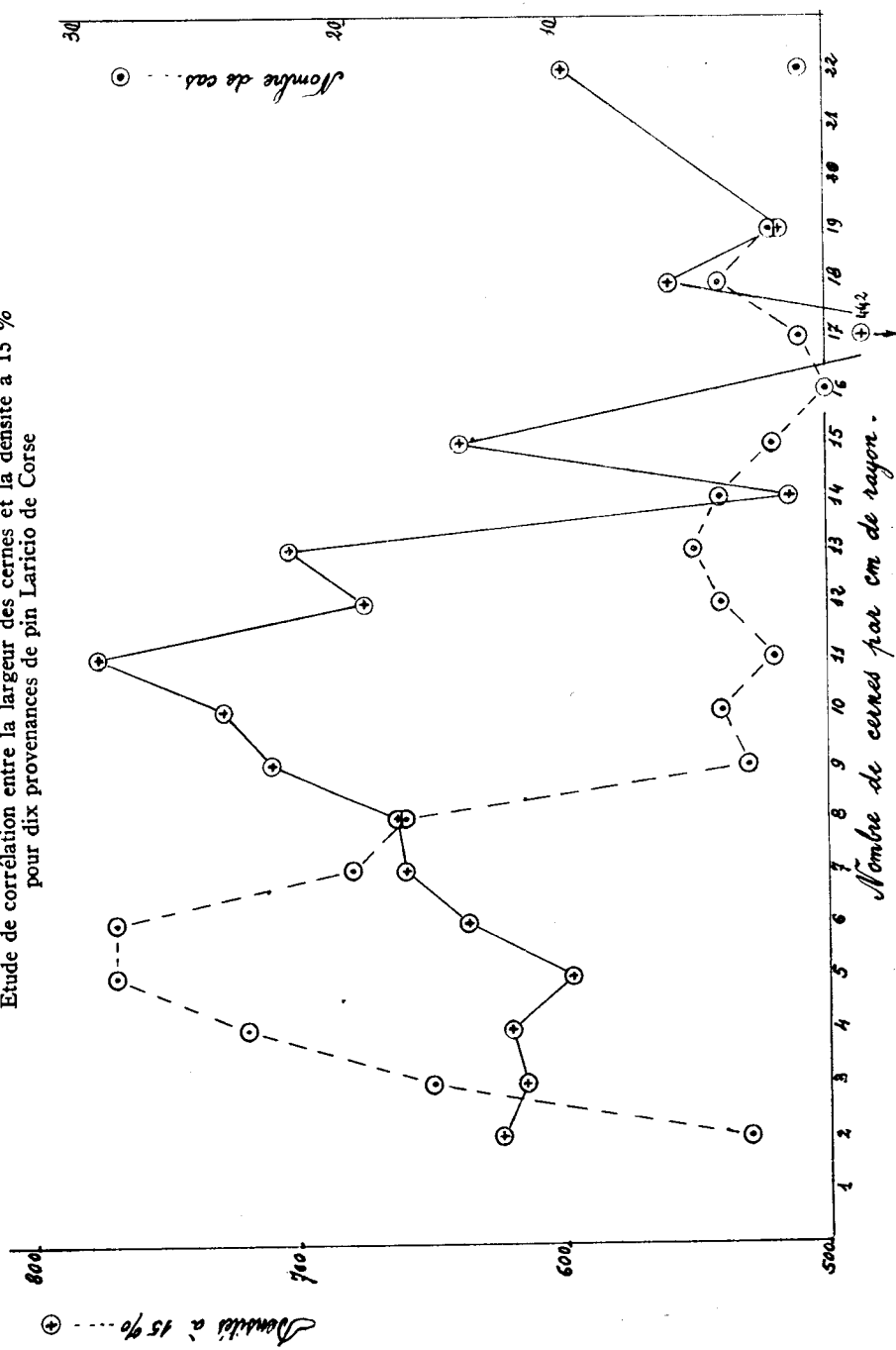
Chez le pin *Laricio* de Corse (voir fig. 5), pour 160 essais, on trouve entre 2 et 11 cernes par cm de rayon (c'est-à-dire 5 mm à

FIG. 4.



0,9 mm de largeur de cerne) une corrélation assez significative, la densité à 15 % passant de 0,624 à 0,776. Toutefois, il y a une légère anomalie pour les cernes de 2 mm (5 par cm), c'est-à-dire pour un cas à fréquence élevée. Par ailleurs, entre 9 et 11 cernes par cm de rayon, le nombre de cas est trop faible pour qu'on puisse en tirer une conclusion sûre. En réalité, il y a superposition de l'influence de la croissance et de la station (qui ne sont pas forcément liées, une même croissance pouvant être obtenue dans deux stations très différentes). Les cernes larges correspondent aux stations 426 A - 426 B - 426 C et 427 et les cernes fins aux stations 460 -

FIG. 5.
Etude de corrélation entre la largeur des cernes et la densité à 15 %
pour dix provenances de pin Laricio de Corse

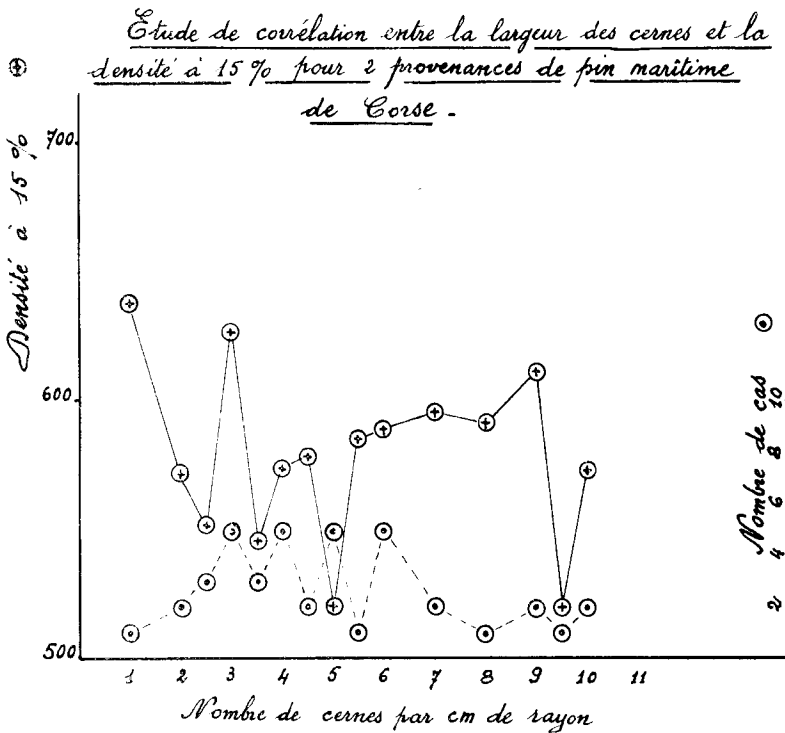


462 - 463 B et 461 B. En particulier, l'extrémité des courbes de la figure 5 ne correspond guère qu'à des cas de la provenance 461 B.

Chez le pin maritime, le nombre d'éprouvettes (40) est trop faible également pour qu'on puisse tirer des conclusions définitives. Les courbes de la fig. 6 donnent les résultats de l'étude de corrélation largeur de cernes — densité.

Pour les cernes très larges (10 à 3,3 mm), on trouve des densités anormalement élevées, sans doute à cause de la résine. En

FIG. 6.



gros, entre 5 et 1,1 mm de largeur de cernes, la densité croît de 0,572 à 0,612, mais il y a des cas anormaux (par exemple les cernes de 2 mm).

Il y aurait donc lieu :

d'une part, de procéder à un plus grand nombre d'essais,
d'autre part, de déterminer le taux de résine de chaque éprouvette pour calculer la véritable D_{15} de la matière ligneuse.

4.1.3 — *Retrait*

Les études de retrait donnent des résultats assez significatifs.

Le retrait moyen pour les 14 provenances de bois est de 0,44 %.

Les provenances de sapin pectiné, malgré leur faible densité (0,412 et 0,438) ont un retrait extrêmement fort : respectivement 0,57 % et 0,54 % ! ce qui les place à la limite des bois nerveux et très nerveux dans le classement de la norme NF B 51-002. Ce serait donc plutôt des bois de charpente que des bois de menuiserie et, en tous cas, le débit sur dosse est à proscrire pour ces derniers.

Les pins maritimes ont un retrait voisin de la moyenne ; pour les provenances 424 et 425, les densités sont respectivement de 0,588 et 0,564 et les coefficients de retrait de 0,48 % et 0,42 %. Dans l'échelle mentionnée ci-dessus, ils seront encore classés comme bois nerveux. Ils sont toutefois sensiblement moins nerveux que les sapins et leurs propriétés mécaniques sont légèrement plus élevées.

Les deux provenances « record » de Pin Laricio, à savoir 461 A et 460, constituées par de l'aubier et provenant l'une et l'autre de Valdoniello, exposition S.E., ont également un retrait élevé, respectivement 0,53 et 0,52 %, pour des densités de 0,713 et 0,748 mais leurs propriétés mécaniques sont remarquables.

Il faut comparer à ces deux provenances *la provenance de Pin Laricio 463 B*, bois de cœur provenant d'un versant Nord à Valdoniello à altitude voisine des précédentes. La densité est élevée 0,740, mais le retrait est faible 0,30 % et les propriétés mécaniques sont bonnes. Ce retrait la classe parmi les bons bois d'ébénisterie et de menuiserie.

A signaler que *les autres séries d'échantillons débitées dans du bois de cœur : pins Laricios des provenances 426 B* (Aitone, versant Nord, altitude 900 m), *426 C* (même provenance mais bois pauvre en résine) et *461 B* (Valdoniello versant S.E., comme 461 A, mais bois peu résineux) ont un retrait inférieur à la moyenne — voir tableau ci-dessous.

| <i>Numéros des provenances</i> | <i>Densité</i> | <i>Coefficient de retrait</i> |
|--------------------------------|--------------------|-------------------------------|
| — | — | — |
| 426 B (cœur) | 0,671 | 0,37 |
| 426 C (cœur peu résineux) . | 0,464 (très léger) | 0,37 |
| 461 B (cœur peu résineux) . | 0,493 (très léger) | 0,40 |

Ces bois se classent à la limite des bons bois de menuiserie ou d'ébénisterie et des bois pour lesquels il convient de prendre quelques précautions au cours du débit et du séchage.

Les provenances de pin Laricio 463 A et 426 A constituées par de l'aubier peu résineux (463 A provient de Valdoniello, versant N., altitude élevée et 427 d'Aïtone, versant N., altitude 900 m) ont un retrait faible, respectivement 0,33 % et 0,38 %, pour des densités de 0,555 et 0,606.

Enfin, les provenances 427 et 462 de pin Laricio (427 vient d'Aïtone, exposition N, altitude 1 300 m et 462 de Valdoniello, versant N, altitude 1 150 m) constituées par des éprouvettes de cœur et d'aubier normalement résineux, ont des retraits légèrement supérieurs à la moyenne : respectivement 0,49 % et 0,47 % (la moyenne des bois de Corse est 0,44) pour des densités de 0,605 et 0,608 (la moyenne est 0,526). Il s'agit de bois nerveux mais comme on le verra plus loin à bonnes propriétés mécaniques.

*
**

En résumé, les bois de pin Laricio à retrait faible sont obtenus avec les bois de cœur des versants Nord. Les versants Sud donnent des bois à propriétés mécaniques excellentes, mais généralement plus denses et plus nerveux, en particulier l'aubier.

A cause de son retrait excessivement élevé, il semble que le sapin pectiné soit à limiter, par exemple pour jouer un rôle cultural en sous-étage.

A basse altitude et aux expositions chaudes, le pin maritime qui croît très vite, n'est guère inférieur au Pin Laricio quant aux propriétés mécaniques et son retrait est moindre.

4.2 — Propriétés mécaniques

4.2.1 — Sapin pectiné

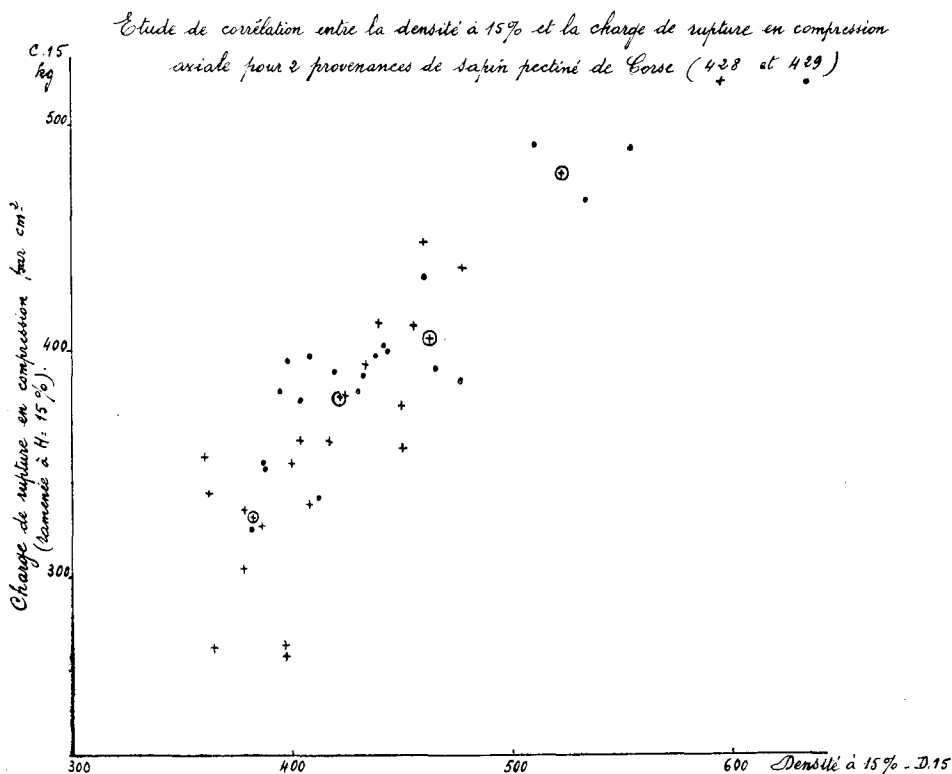
Les propriétés mécaniques du sapin pectiné situent cette essence au bas du classement. La figure 7 et le tableau 7 bis, qui donnent la corrélation entre la densité à 15 % et la résistance en compression axiale par cm^2 (ramenée à $H = 15\%$), et la figure 8 et le tableau 8 bis, qui donnent la corrélation densité à 15 % — charge de rupture en flexion statique par cm^2 (également à $H = 15\%$), donnent une idée précise du groupement des résultats et de l'étroitesse de la corrélation.

Cependant, malgré les réserves à faire quant au retrait de ce bois et à la valeur relativement faible des résistances moyennes, les diverses caractéristiques mécaniques, relativement groupées, permettent de faire un calcul assez précis des dimensions à donner

aux pièces (par exemple aux pièces de charpente) en fonction de la densité du bois, en vue d'obtenir une résistance donnée.

La figure 9 et le tableau 9 bis font ressortir la corrélation très étroite qui existe entre la résistance en compression et la résistance en flexion.

FIG. 7.



Par ailleurs, les deux provenances de sapin, qui, parmi les 14 provenances de bois de Corse, se classent respectivement 12^e et 13^e en flexion (devant un cœur de pin laricio peu résineux et anormalement léger: 426 C), 11^e et 13^e en compression (devant un pin maritime: 425 et le même pin Laricio que ci-dessus), 12^e et 14^e en compression de flanc (encadrant toujours le même Laricio 426 C), sont 7^e et 13^e en choc (la provenance 429 se classe 7^e avec 1,65 kgm devant un certain nombre de Laricios et les pins maritimes). Mais il ne faut pas trop tabler sur ce résultat isolé. Il faut tenir compte aussi du fait que les sapins pectinés viennent en tête quant à la largeur des cernes (1^{er} et 3^e avec 4,3 mm et 2,8 mm), cette essence semble donc plus productive en volume que les autres.

Les valeurs moyennes enregistrées pour les provenances 428 et 429 sont, en compression de flanc, 783 et 653 kg (contre 1 422 kg pour la moyenne des bois de Corse) et, en choc, 1,104 et 1,653 kgm (pour une moyenne générale de 1,846).

4.2.2 — *Pin maritime*

Les figures 10 et 11 et les tableaux 10 bis et 11 bis correspondants donnent les corrélations entre densité à 15 % d'une part, et charge de rupture par cm^2 , en compression axiale et en flexion statique d'autre part. La corrélation en compression est très étroite.

En moyenne, le pin maritime se classe 9^e et 11^e en flexion, devant le sapin et la provenance 426 C de Laricio, 8^e et 12^e en compression axiale devant les mêmes plus la provenance 461 B de Laricio, mais il est 3^e et 6^e en compression de flanc. Par contre, en choc, il est très décevant (12^e et 14^e places). On a vu que son retrait était légèrement supérieur à la moyenne.

En compression de flanc, on note respectivement pour les provenances 424 et 425, 1 612 et 1 756 kg (la moyenne générale étant 1 422 pour l'ensemble des bois de Corse) et en choc 1,145 et 1,078 kgm (la moyenne générale étant 1,846).

Ces chiffres peuvent sembler décevants. Toutefois, il faut observer que des provenances de Laricio comme 426 C (Aitone, versant N, 900 m cœur à accroissements fins, non résineux), 461 B (Valdoniello, versant S-E, cœur non résineux), Aitone 426 A (comme 426 C, mais *aubier* peu résineux), 463 A (Valdoniello, versant N, 1 200 m, *aubier* peu résineux) ont des propriétés sensiblement voisines et souvent des accroissements plus fins que le pin maritime.

A la base de la zone du pin Laricio, en particulier aux expositions chaudes, la culture du pin maritime peut donc se justifier mais, dans l'emploi du bois, on tiendra compte des chiffres mentionnés ci-dessus et de ceux qui figurent dans les corrélations 10 et 11.

4.2.3 — *Pins Laricios de Corse*

(a) *Les ténors*

Il s'agit des provenances 460 et 461 A qui, rappelons-le, sont issues de Valdoniello, exposition S.E., altitude 1 050-1 100 m, *aubier* résineux, dense (0,748 et 0,713), mais à fort retrait (0,52 et 0,53 %), accroissements fins: 1,4 (11^e rang) et 1,6 mm (9^e rang).

Les propriétés mécaniques sont remarquables puisque ces bois se classent respectivement 1^{er} et 2^e, en flexion statique, en compression axiale et en choc et 2^e et 1^{er} en compression de flanc, avec des

résultats absolus très nettement plus élevés que la moyenne de tous les bois de Corse (voir tableau ci-après).

| Numéros des provenances | 460 | 461 A | Moy. gén. des 14 lots de Corse |
|--|----------|----------|--------------------------------------|
| Charge de rupture en flexion statique par cm ² | 58 kg | 55 kg | 38,4 |
| Charge de rupture en compres- sion axiale par cm ² | 641 kg | 586 kg | 426 kg |
| Compression de flanc | 2 343 kg | 2 524 kg | 1 422 |
| Choc | 3,535 | 3,240 | 1,846 |

Les résultats sont probants. Notons toutefois que la largeur des cernes est faible (7,1 et 6,3 cernes par cm de rayon, soit des cernes moyens de 1,4 et 1,6 mm) et que la même provenance a donné une planche aberrante (461 B) qui possède les caractéristiques suivantes :

Densité à 15 % : 0,493 (anormalement faible).

Retrait : 0,40 %.

Charge de rupture en flexion : 34 kg (10^e rang, sur 14).

Charge de rupture en compression : 394 kg (10^e sur 14).

Résistance en compression de flanc : 864 kg (11^e sur 14).

Résistance au choc : 1,450 kgm (11^e sur 14).

Nombre de cernes par cm de rayon : 16 (soit 0,6 mm de largeur).

Il aurait fallu évidemment voir l'arbre d'où cette planche a été tirée ; le bois est peu résineux, ressemblant à du pin sylvestre ; l'arbre a eu une croissance anormalement lente. En tout cas, sa faible densité renseigne sur ses faibles propriétés mécaniques, qui sont flagrantes.

(b) Les moyens

On peut ranger parmi les « moyens » :

462 —

Cœur et aubier, densité 0,608, voisine de la moyenne (0,586), à accroissements fins (1,2 mm),

Coefficient de retrait 0,469 (7^e rang), légèrement supérieur à la moyenne,

6^e en flexion avec 40,3 kg (moyenne générale 38,4),

4^e en compression axiale avec 459 kg (moyenne générale 426,4),

8° en compression de flanc avec 1 423 kg (moyenne générale 1 422),

5° en choc avec 1,845 kgm (moyenne générale 1,846).

427 —

Cœur et aubier, densité 0,605, voisine de la moyenne, à accroissements assez fins (1,9 mm),

Coefficient de retrait, 0,492 (5° rang) supérieur à la moyenne (0,44),

5° en flexion avec 41 kg,

5° en compression axiale avec 434 kg,

7° en compression de flanc avec 1 584 kg,

mais 10° en choc avec 1,740 kgm (inférieur à la moyenne).

463 B —

Cœur, très dense (0,740), à accroissements très fins (0,9 mm), très résineux,

Coefficient de retrait 0,296 (14° rang), donc très faible (le plus faible),

3° en flexion avec 48 kg,

3° en compression axiale avec 488 kg,

5° en compression de flanc avec 1 644 kg,

mais 8° en choc avec 1,600 kgm (inférieur à la moyenne).

426 B —

Cœur, dense (0,671), à accroissements assez larges (3,4 mm) (2° rang),

Coefficient de retrait 0,367 (12° rang) inférieur à la moyenne,

mais 9° en compression axiale avec 398 kg (inférieur à la moyenne),

4° en compression de flanc avec 1 682 kg,

3° en choc avec 2,275 kgm (bonne résistance, exceptionnelle pour un bois de cœur).

427 et 463 B doivent à la présence de bois de cœur leur médiocre comportement au choc. 426 B, bon en choc, est aussi du cœur mais *très résineux* (et dense) — 462 contient à la fois du cœur et de l'aubier (résineux tous deux) d'où son bon rang (5°) en choc.

On notera que le retrait de 426 B et 463 B (bois de cœur) est inférieur à celui de 462 et 427 qui contiennent à la fois du cœur et de l'aubier.

Ces bois représentent la plupart des provenances normales des versants Nord d'Aitone et Valdoniello. Leur cas sera discuté plus loin.

(c) *Les faibles*

Parmi les plus faibles, il faut ranger :

426 C (d'Aitone) bois de cœur *anormalement* léger (0,464) et peu résineux, à accroissements fins (2,2 mm), analogue à 461 B auquel il a été fait allusion plus haut :

14° en flexion avec 25 kg,

14° en compression axiale, avec 277 kg,

13° en compression de flanc, avec 763 kg (devant le sapin 429 et après le sapin 428),

9° en choc, avec 1,483 kgm,

son coefficient de retrait, 0,368 (11° rang) est faible.

461 B (provenance à laquelle il a été fait allusion dans le paragraphe relatif aux ténors),

10° en flexion avec 34 kg (c'est-à-dire voisin des pins maritimes),

10° en compression axiale avec 394 kg (même remarque),

11° en compression de flanc avec 864 kg,

11° en choc avec 1,450 kgm.

Ces deux bois sont franchement aberrants.

Se rapprochant des « moyens ».

463 A —

Aubier, peu dense (0,555), pauvre en résine, à accroissements fins (1,5 mm).

13° en retrait avec 0,332 (13° rang),

7° en flexion avec 39 kg,

6° en compression axiale avec 410 kg,

10° en compression de flanc avec 1 087 kg,

6° en choc avec 1,733 kgm.

426 A —

Aubier, de densité moyenne (0,606), pauvre en résine, à accroissements moyens (2,8 mm),

10° en retrait avec 0,381 (10° rang),

8° en flexion avec 36 kg,

7° en compression axiale avec 407 kg,

9° en compression de flanc avec 1 193 kg,

4° en choc avec 2 233 kgm (c'est un aubier!).

FIG. 8.

Étude de corrélation entre la densité à 15% et la charge de rupture en flexion statique par cm² pour 2 provenances de sapin pectiné de Corse (428 et 429)

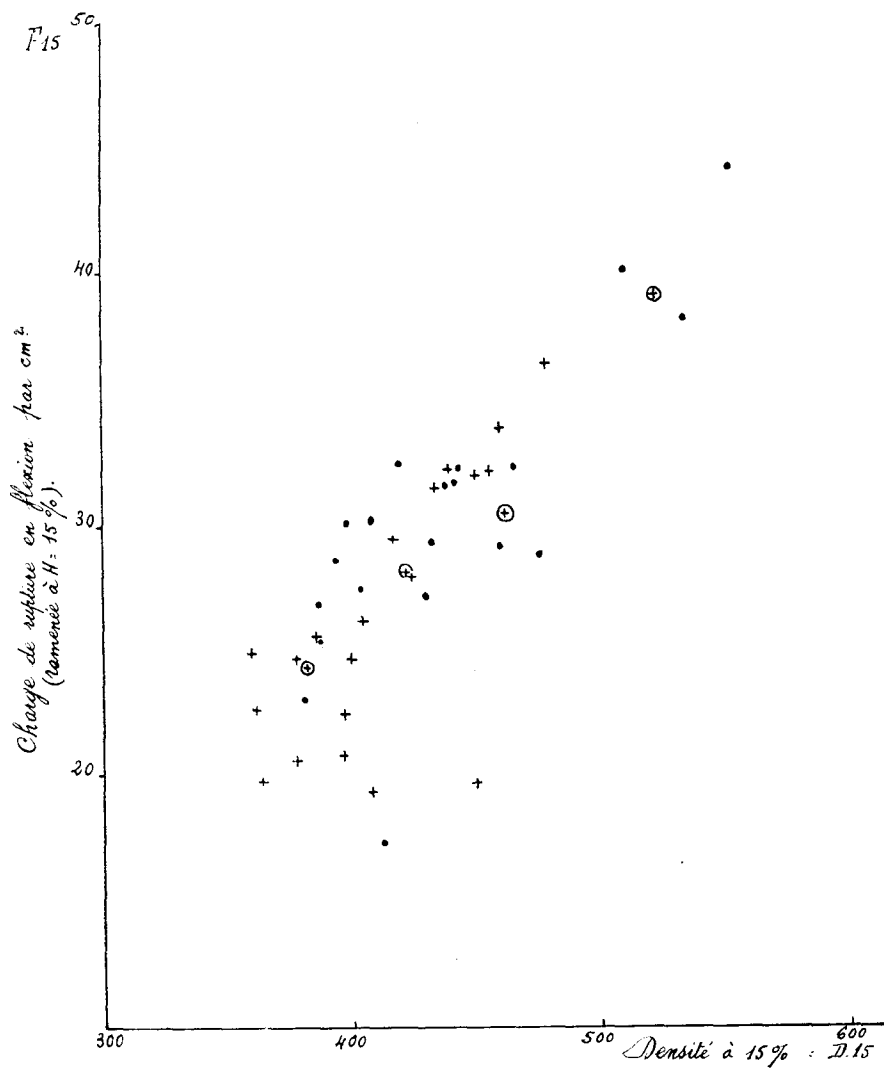


FIG. 9.

Étude de corrélation entre la résistance en compression et la résistance en flexion statique pour deux provenances de sapin pectiné de Corse.

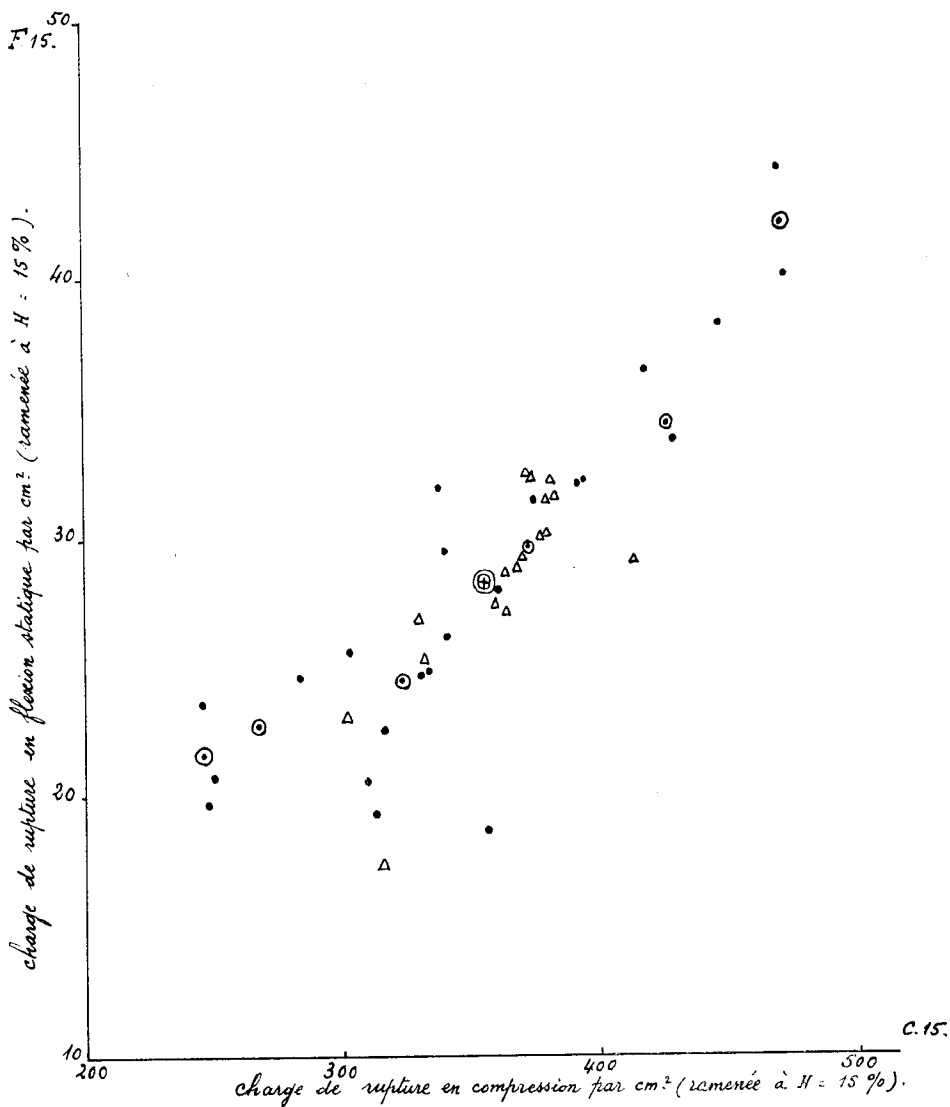


TABLEAU 9 bis.

| CORRELATION ENTRE C ₁₅ ET F ₁₅ | | | | | | | | | | | | SAPIN PECTINES DE CORSE | | | |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------|--------------------------|--------------------------|--|--|
| S | N ^{os} | D ₁₅ | F ₁₅ | C ₁₅ | S | N ^{os} | D ₁₅ | C ₁₅ | F ₁₅ | REGAPIITULATION | | | | | |
| | | | | | | | | | | classes | Nb. de cas | Moyennes C ₁₅ | Moyennes F ₁₅ | | |
| 428 | 10/ | 397 | 245 | 23,6 | 429 | 4/ | 394 | 363 | 28,7 | 200/249 | 2 | 246 | 21,6 | | |
| 428 | 20/ | 363 | 248 | 19,7 | 429 | 2/ | 430 | 363 | 27,2 | 250/299 | 2 | 267 | 22,7 | | |
| 428 | 2/ | 397 | 250 | 20,8 | 429 | 6/ | 476 | 368 | 28,9 | 300/349 | 13 | 323 | 24,5 | | |
| 428 | 14/ | 378 | 284 | 24,6 | 429 | 16/ | 432 | 370 | 29,4 | 350/399 | 17 | 373 | 29,7 | | |
| 429 | 8/ | 381 | 301 | 23,0 | 429 | 9/ | 419 | 372 | 32,5 | 400/449 | 4 | 427 | 34,5 | | |
| 428 | 8/ | 386 | 303 | 23,6 | 429 | 15/ | 465 | 373 | 32,4 | 450/499 | 2 | 471 | 42,2 | | |
| 428 | 11/ | 378 | 310 | 20,6 | 428 | 18/ | 433 | 375 | 31,5 | | | | | | |
| 428 | 4/ | 408 | 313 | 19,3 | 429 | 5/ | 398 | 377 | 30,1 | | | | | | |
| 429 | 12/ | 412 | 315 | 17,3 | 429 | 13/ | 408 | 379 | 30,2 | | | | | | |
| 428 | 1/ | 361 | 317 | 22,6 | 429 | 19/ | 438 | 379 | 31,6 | | | | | | |
| 429 | 11/ | 387 | 329 | 26,9 | 429 | 20/ | 443 | 381 | 32,3 | | | | | | |
| 429 | 10/ | 387 | 331 | 24,7 | 428 | 7/ | 441 | 383 | 31,7 | | | | | | |
| 428 | 6/ | 400 | 331 | 24,7 | 428 | 13/ | 455 | 392 | 32,2 | | | | | | |
| 428 | 17/ | 359 | 334 | 24,9 | 428 | 15/ | 439 | 394 | 32,3 | | | | | | |
| 428 | 7/ | 450 | 338 | 32,0 | 429 | 18/ | 460 | 413 | 29,2 | | | | | | |
| 428 | 9/ | 417 | 340 | 29,5 | 428 | 19/ | 478 | 418 | 36,5 | | | | | | |
| 428 | 16/ | 404 | 341 | 26,2 | 428 | 3/ | 460 | 429 | 33,9 | | | | | | |
| 428 | 5/ | 450 | 357 | 18,7 | 429 | 3/ | 534 | 447 | 38,3 | | | | | | |
| 429 | 17/ | 404 | 359 | 27,5 | 429 | 14/ | 532 | 470 | 44,3 | | | | | | |
| 428 | 12/ | 424 | 361 | 28,0 | 429 | 1/ | 510 | 472 | 40,2 | | | | | | |

S = numéros des séries
nos = numéros des épreuves

Fig. 10
Etude de corrélation entre la densité à 15 % et la charge de rupture
en compression axiale par cm^2 de deux provenances de pin maritime de Corse.
(nos 424 et 425)

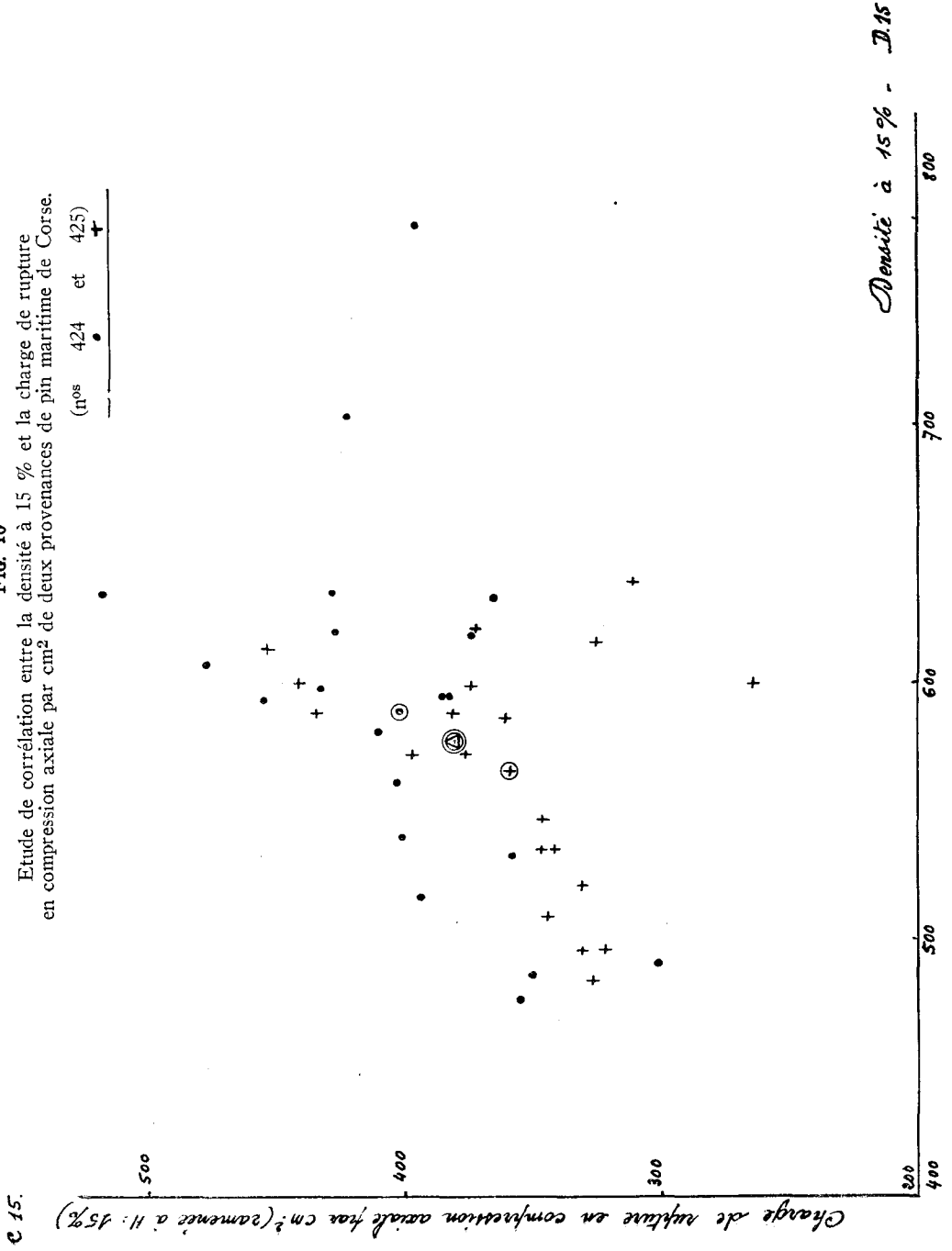
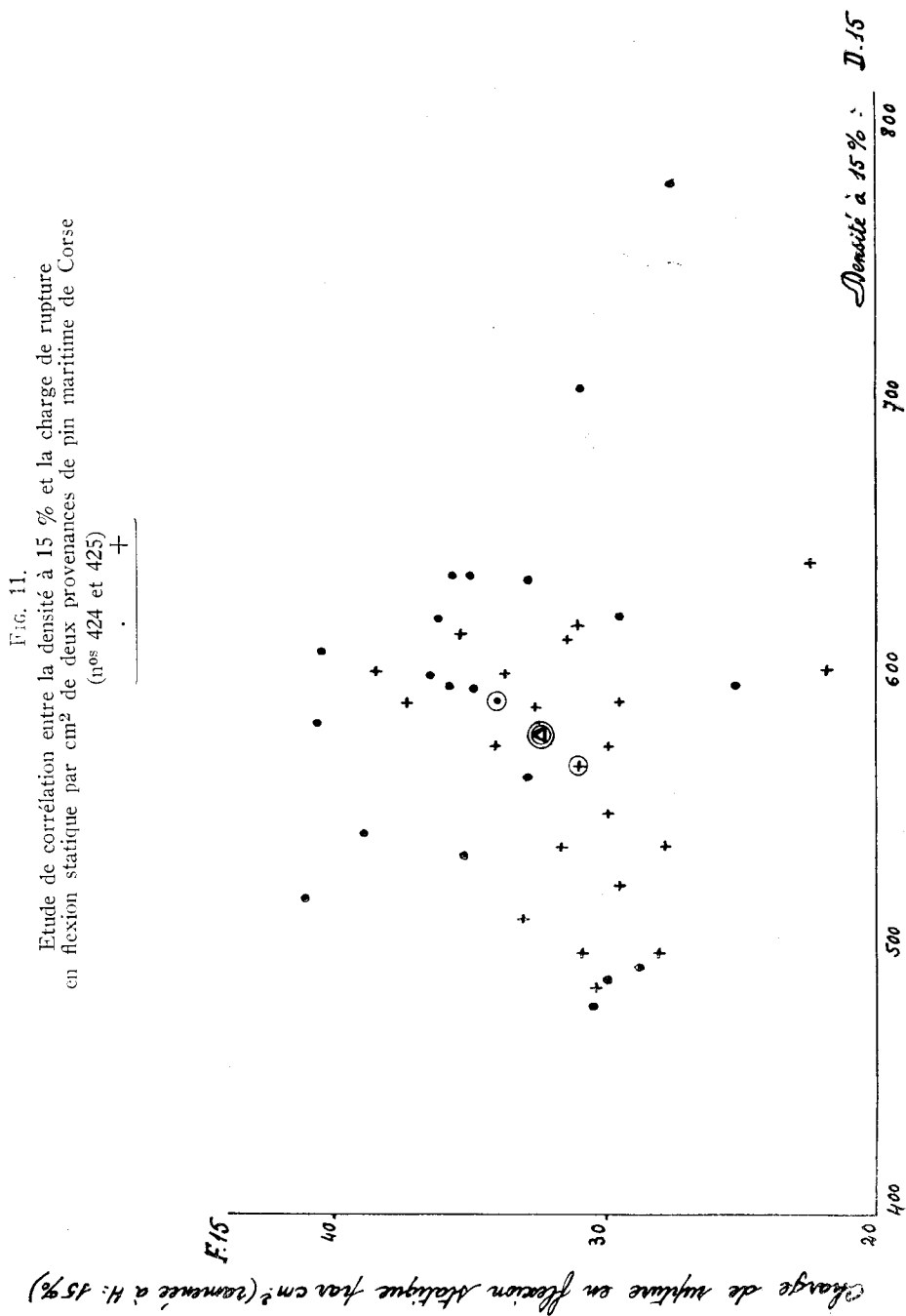


TABLEAU 10 Bis

| PIN MARITIME DE CORSE Provenances 424 & 425 | | | | CORRELATION ENTRE D 15 et C 15 | | | | | | | | | |
|--|----|-------|---------------|--------------------------------|-------------|------|------|-------|-----|------|------|------|-------|
| RECAPITULATION | | | | S | N° | D 15 | C 15 | NR/CR | S | N° | D 15 | C 15 | NR/CR |
| 450/499 | 6 | 2922 | 1989 (487) | 424 (20) | 425 (10) | 475 | 356 | 5 | 425 | (18) | 587 | 435 | 9 |
| 500/549 | 8 | 4228 | 2848 (528) | 424 (9) | 424 (19) | 485 | 327 | 12 | 424 | (17) | 592 | 456 | 8 |
| 550/599 | 14 | 8212 | 5507 (587) | 424 (20) | 424 (13) | 490 | 351 | 5 | 424 | (8) | 593 | 383 | 7 |
| 600/649 | 10 | 6217 | 4061 (622) | 425 (11) | 425 (19) | 485 | 302 | 5 | 424 | (5) | 593 | 386 | 5 |
| 700/749 | 1 | 701 | 423 (406) | 425 (7) | 425 (12) | 495 | 331 | 7 | 424 | (1) | 597 | 433 | 4 |
| 750/799 | 1 | 776A | 387 | 425 (10) | 425 (14) | 508 | 322 | 8 | 425 | (15) | 598 | 375 | 12 |
| | 40 | 23056 | 5225 (576) | 425 (15) | 425 (16) | 516 | 345 | 5 | 425 | (4) | 599 | 264 | 4 |
| | | | | 425 (12) | 425 (6) | 520 | 395 | 10 | 424 | (2) | 606 | 442 | 14 |
| | | | | 424 (10) | 424 (11) | 531 | 331 | 19 | 424 | (16) | 610 | 479 | 9 |
| | | | | 425 (12) | 425 (14) | 534 | 359 | 3 | 425 | (9) | 610 | 373 | 7 |
| | | | | 425 (14) | 425 (15) | 534 | 347 | 5 | 425 | (2) | 612 | 455 | 12 |
| | | | | 424 (15) | 424 (16) | 539 | 342 | 7 | 425 | (3) | 615 | 326 | 5 |
| | | | | 425 (16) | 424 (6) | 546 | 402 | 3 | 424 | (2) | 618 | 375 | 9 |
| | | | | 424 (6) | 424 (5) | 560 | 327 | 4 | 424 | (12) | 619 | 428 | 6 |
| | | | | 425 (6) | 425 (8) | 571 | 404 | 5 | 424 | (3) | 632 | 366 | 10 |
| | | | | 425 (5) | 424 (14) | 571 | 398 | 8 | 424 | (7) | 633 | 519 | 6 |
| | | | | 424 (14) | 425 (8) | 580 | 377 | 9 | 424 | (4) | 634 | 429 | 4 |
| | | | | 425 (8) | 425 (11) | 585 | 411 | 4 | 425 | (1) | 638 | 311 | 2 |
| | | | | 425 (11) | 425 | 587 | 361 | 11 | 424 | (11) | 701 | 423 | 3 |
| | | | | 425 | 425 | 587 | 382 | 6 | 424 | (18) | 776 | 397 | 3 |



TABEAU 11 bis.

| CORRELATION ENTRE D ₁₅ ET F ₁₅ | | | | | | | | | | PINS MARITIMES DE CORSE Provenances 424 et 425 | | | | | |
|--|-----|-----------------|-----------------|-----------|-----|-----|-----------------|-----------------|-----------|---|----------------|------------------------------------|-------------------------|---------|------|
| S | nos | D ₁₅ | F ₁₅ | NC/ CR | S | Nos | D ₁₅ | F ₁₅ | NC/ CR | RECAPITULATION | | | | | |
| | | | | | | | | | | Nb. de cas | classes D15 | taux partiels Moyenne D15 | taux partiels F15 | Moyenne | |
| 424 | 20 | 475 | 30,5 | 5 | 425 | 18 | 587 | 37,4 | 9 | 6 | 450/499 | 2922 | 178,6 | 29,8 | |
| 425 | 10 | 482 | 30,4 | 12 | 424 | 17 | 592 | 34,9 | 8 | 8 | 500/549 | 4228 | 267,5 | 33,4 | |
| 424 | 9 | 485 | 30,0 | 5 | 424 | 8 | 593 | 25,2 | 7 | 14 | 550/599 | 8212 | 463,7 | 33,1 | |
| 424 | 19 | 490 | 28,8 | 5 | 424 | 5 | 593 | 35,8 | 5 | 10 | 600/649 | 6217 | 330,1 | 33,0 | |
| 425 | 20 | 495 | 30,9 | 7 | 424 | 1 | 597 | 36,5 | 4 | 0 | 690/699 | 0 | 0 | 0 | |
| 425 | 13 | 495 | 28,0 | 8 | 425 | 15 | 598 | 33,8 | 12 | 1 | 700/749 | 701 | 30,9 | | |
| 424 | 13 | 508 | 33,1 | 5 | 425 | 17 | 599 | 21,8 | 4 | 1 | 750/799 | 776 | 27,6 | | |
| 425 | 7 | 516 | 41,2 | 10 | 425 | 4 | 599 | 38,6 | 14 | | | | | | |
| 425 | 13 | 520 | 29,5 | 19 | 424 | 16 | 606 | 40,6 | 9 | 40 | | 23056 | 576 | 298,4 | 32,5 |
| 424 | 10 | 531 | 35,3 | 3 | 425 | 9 | 610 | 31,4 | 7 | | | | | | |
| 425 | 12 | 534 | 27,8 | 5 | 425 | 2 | 612 | 35,4 | 12 | | | | | | |
| 425 | 14 | 534 | 31,7 | 7 | 425 | 3 | 615 | 31,0 | 5 | | | | | | |
| 424 | 15 | 539 | 39,0 | 3 | 424 | 2 | 618 | 36,2 | 9 | | | | | | |
| 425 | 16 | 546 | 29,9 | 4 | 424 | 12 | 619 | 29,5 | 6 | | | | | | |
| 424 | 6 | 560 | 32,9 | 5 | 424 | 3 | 632 | 32,9 | 10 | | | | | | |
| 425 | 6 | 571 | 34,1 | 8 | 424 | 7 | 633 | 35,0 | 6 | | | | | | |
| 425 | 5 | 571 | 29,9 | 9 | 424 | 4 | 634 | 35,7 | 4 | | | | | | |
| 424 | 14 | 580 | 40,7 | 4 | 425 | 1 | 638 | 22,4 | 2 | | | | | | |
| 425 | 8 | 585 | 32,6 | 11 | 424 | 11 | 701 | 30,9 | 3 | | | | | | |
| 425 | 11 | 587 | 29,5 | 6 | 424 | 18 | 776 | 27,6 | 3 | | | | | | |

FIG. 12.

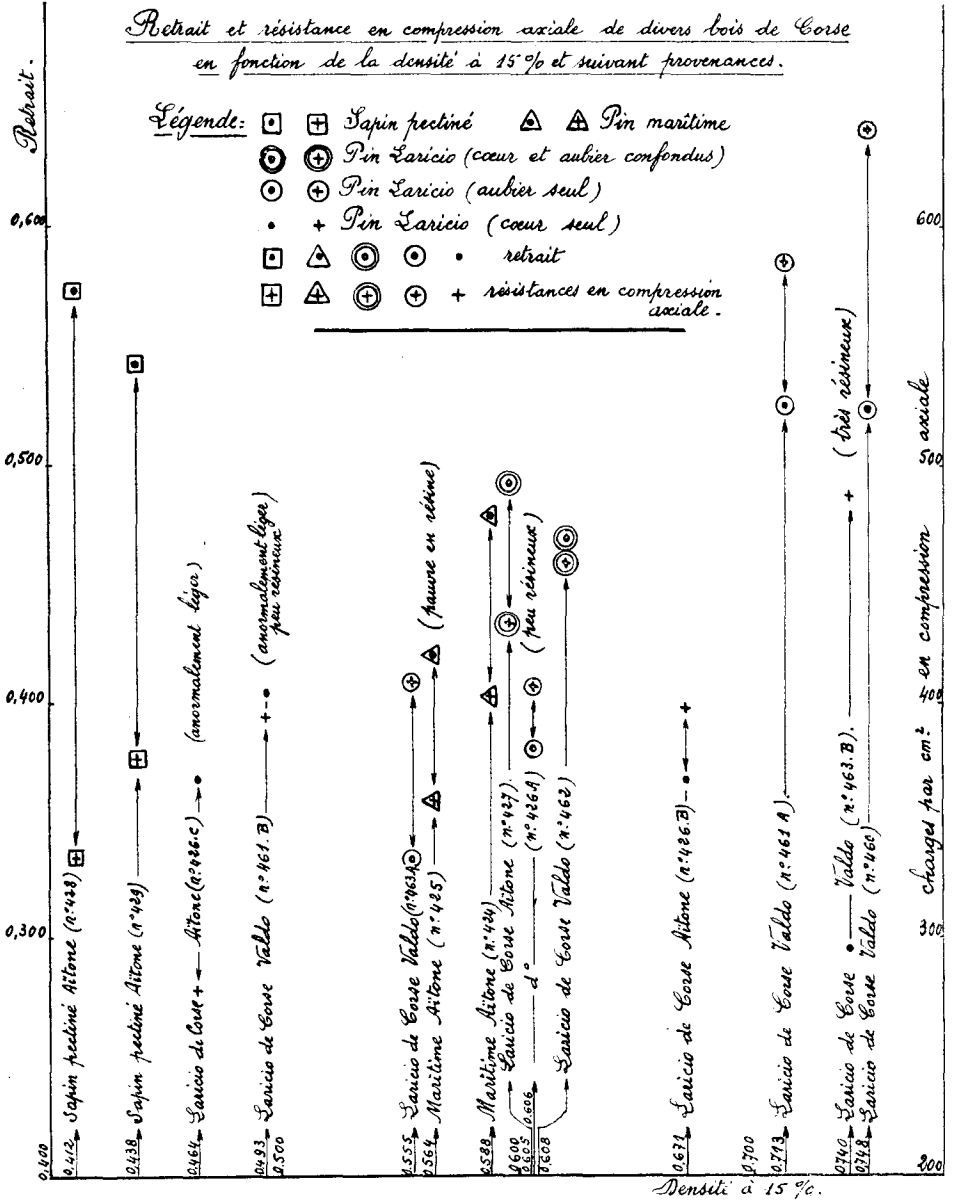


FIG. 13.

Résistance en flexion statique et au choc de divers bois de Corse en fonction de la densité et suivant provenances et différence entre cœur et aubier

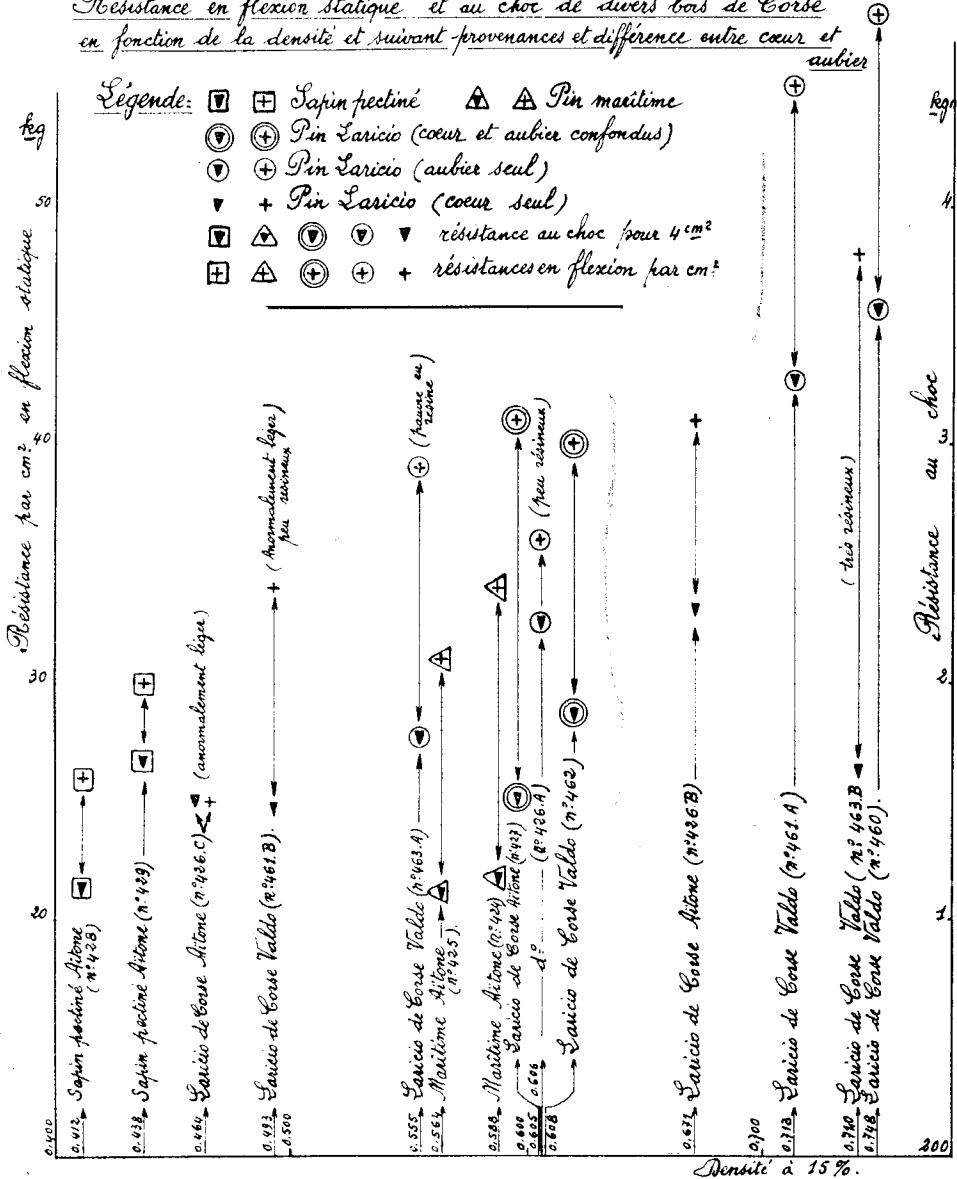
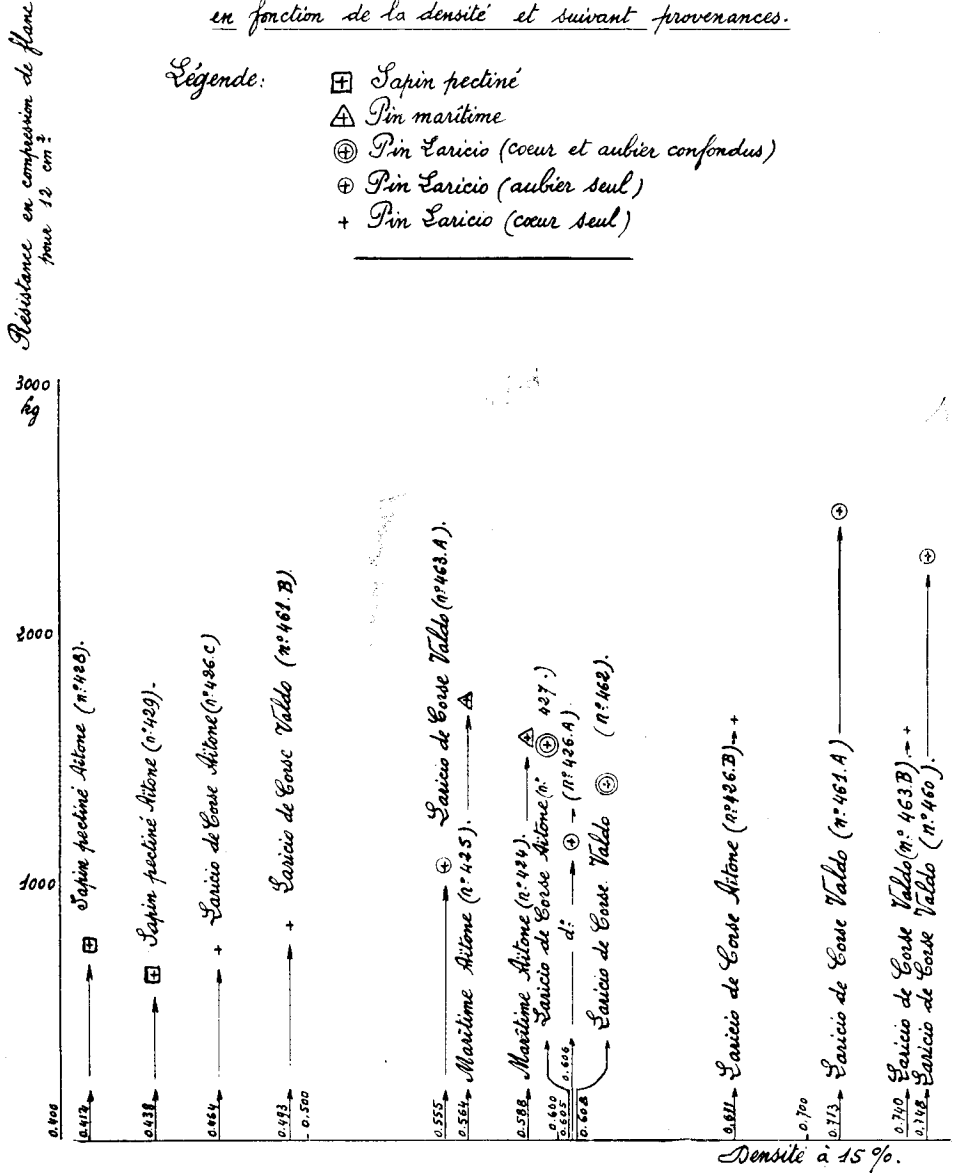


FIG. 14.

Résistance en compression de flanc de divers bois de Corse en fonction de la densité et suivant provenances.

Légende:

- ⊕ Sapin pectiné
- △ Pin maritime
- ⊕ Pin Laricio (cœur et aubier confondus)
- ⊕ Pin Laricio (aubier seul)
- + Pin Laricio (cœur seul)



Ces deux provenances, avec leur retrait faible et leurs propriétés mécaniques voisines de la moyenne, s'apparentent aux autres lots des mêmes provenances: 426 B et 463 B, qui sont les bois de cœur correspondants.

En conclusion, en ce qui concerne les pins Laricios:

ou bien, on obtient des bois à fort retrait et à propriétés mécaniques élevées:

460: retrait fort (0,524 %) — propriétés mécaniques très élevées,

461 A: retrait fort (0,526 %) — propriétés mécaniques très élevées,

427: retrait assez fort (0,492 %) — propriétés mécaniques bonnes,

462: retrait au-dessus de la moyenne (0,469 %) — propriétés mécaniques bonnes,

(le retrait moyen pour l'ensemble des bois est 0,44 %).

ou bien, on obtient des bois à retrait moyen ou faible et à propriétés mécaniques moyennes ou légèrement inférieures à la moyenne:

463 B: retrait très faible (0,296 %) — propriétés mécaniques bonnes (sauf choc),

426 B: retrait faible (0,367 %) — propriétés mécaniques bonnes (sauf compression axiale),

463 A: retrait faible (0,332 %) — propriétés mécaniques inférieures à la moyenne,

426 A: retrait inférieur à la moyenne (0,381 %) — propriétés mécaniques inférieures à la moyenne (sauf le choc qui est supérieur à la moyenne),

en laissant toutefois de côté les deux bois aberrants (461 B et 426 C).

La provenance *idéale* est 463 B qui possède à la fois un faible retrait et des propriétés mécaniques bonnes et aussi 462 et 426 B qui s'en rapprochent technologiquement. Les deux premiers sont ces bois de cœur normalement résineux de versants N.; 462, lui, contenait à la fois du cœur et de l'aubier, dont le retrait est plus fort que celui du cœur.

La figure 12 donne le retrait et la résistance en compression axiale des 14 lots de bois de Corse, classés par ordre de densité croissante, *la figure 13* donne les résistances en flexion statique et au choc et *la figure 14* les résistances en compression de flanc.

En ce qui concerne les pins *Laricios seuls*, nous avons effectué quelques études de corrélation entre la densité et la résistance mécanique en compression ou en flexion ramenée à 15 % d'humidité. Nous avons établi les graphiques et tableaux suivants :

Fig. 15: répartition des densités par classes (de 0,05 en 0,05).

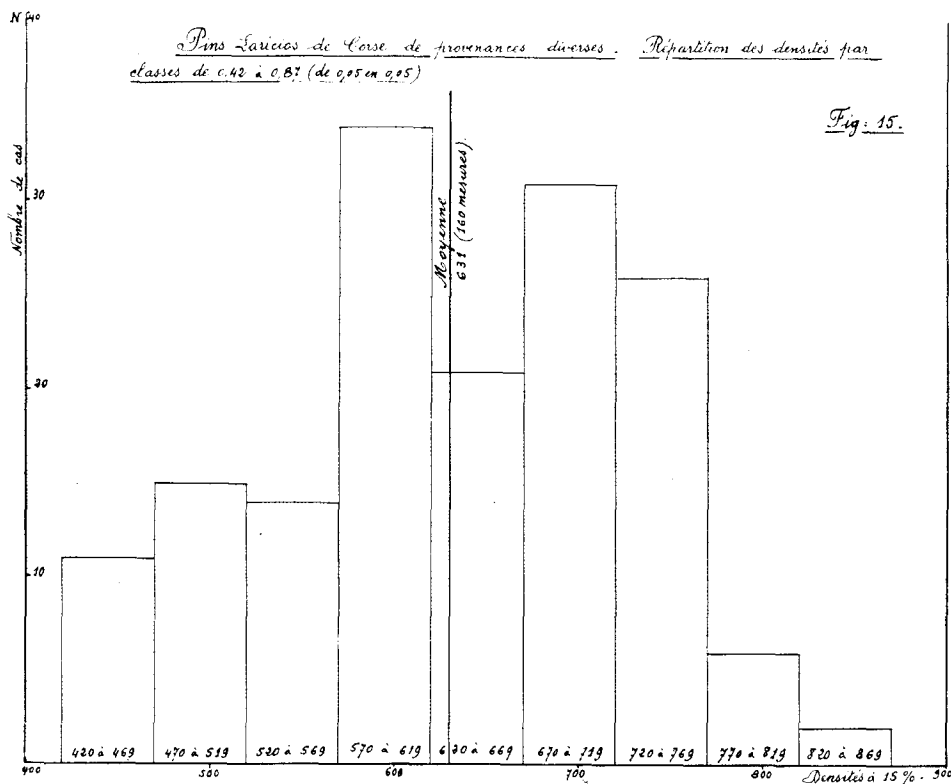


Tableau 16: résistance en compression axiale en fonction de la densité, à H = 15 %.

Tableau 16 bis: mêmes résultats, donnés par provenances.

Fig. 16: étude de corrélation entre la densité à 15 % et la résistance en compression axiale ramenée au même degré d'humidité.

Fig. 17: répartition des résistances en compression axiale par cm², ramenées à H = 15 %, par classes de 50 kg.

Tableau 19: résistance en flexion statique, en fonction de la densité, à H = 15 %.

FIG. 16.

Corrélation entre la résistance en compression axiale et la densité ramenées toutes deux au degré d'humidité 15% - Pins Sarcocées de diverses provenances de Corse.

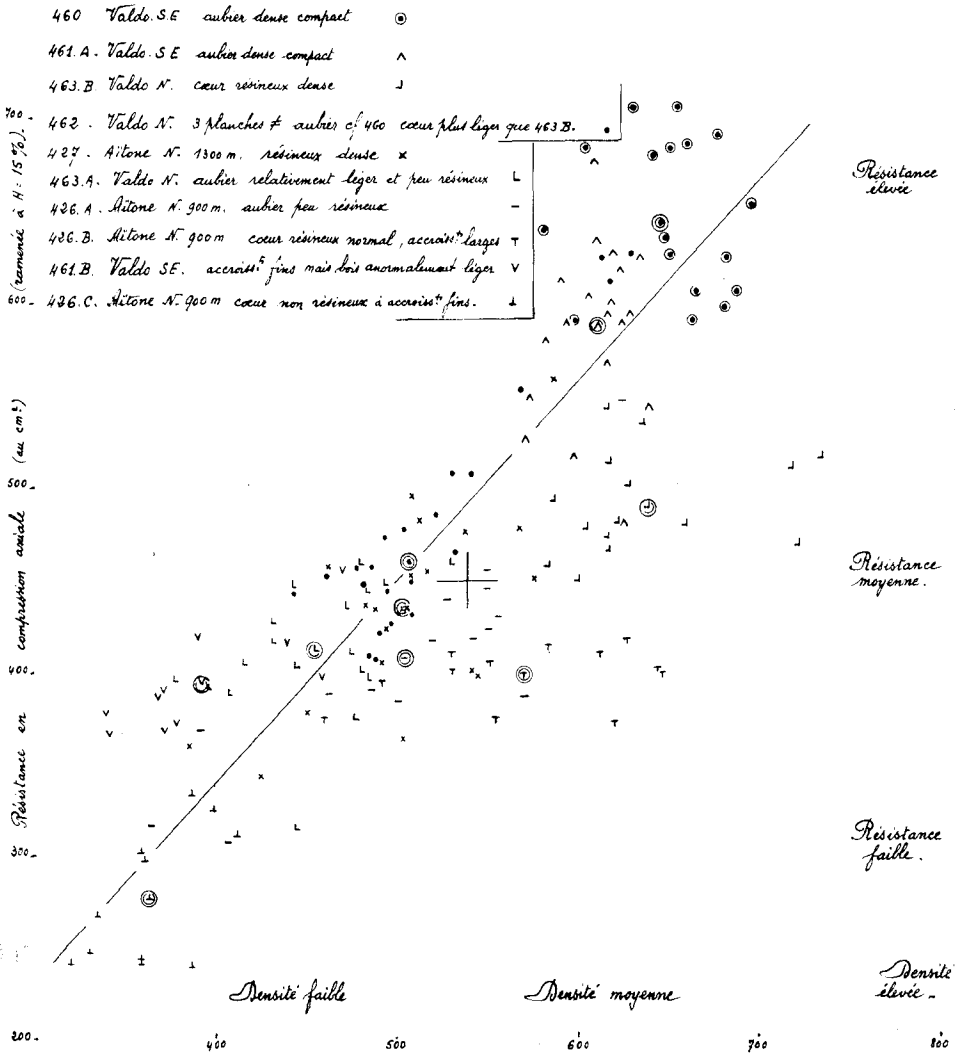


TABLEAU 16.

| CORRELATION ENTRE LA DENSITE ET LA RESISTANCE EN COMPRESSION AXIALE | | | | | | | | | | PINS LARICIOS DE CORSE DE DIVERSES PROVENANCES | | | | | | | | |
|---|-----|-----------------|-----------------|------|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----|--|-----------------|----------------|------------|--------|-------|-------|-----|--|
| S | Nos | D ₁₅ | C ₁₅ | S | Nos | D ₁₅ | C ₁₅ | S | Nos | D ₁₅ | C ₁₅ | RECAPITULATION | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | Classes | Nb. de cas | D15 | C15 | d15 | c15 | |
| 426C | 7 | 420 | 241 | 461B | 19 | 525 | 344 | 461B | 9 | 571 | 454 | 421/470 | 11 | 4940 | 3286 | 449 | 229 | |
| 426 | 6 | 431 | 246 | 461B | 1 | 532 | 416 | 463A | 7 | 572 | 435 | 471/520 | 15 | 7384 | 5373 | 482 | 358 | |
| 426C | 10 | 435 | 267 | 463A | 5 | 532 | 427 | 463A | 17 | 575 | 410 | 521/570 | 14 | 7632 | 5655 | 545 | 405 | |
| 461B | 2 | 440 | 377 | 461B | 9 | 533 | 388 | 463A | 6 | 578 | 375 | 571/620 | 34 | 20162 | 14634 | 593 | 430 | |
| 461B | 5 | 442 | 366 | 427 | 18 | 486 | 360 | 461B | 15 | 579 | 546 | 621/670 | 21 | 13498 | 9352 | 653 | 444 | |
| 426C | 9 | 459 | 241 | 426C | 8 | 487 | 239 | 463A | 15 | 581 | 400 | 671/720 | 31 | 21739 | 16634 | 701 | 575 | |
| 426C | 1 | 459 | 244 | 426C | 3 | 487 | 334 | 463A | 12 | 581 | 458 | 771/820 | 26 | 19259 | 14957 | 741 | 575 | |
| 426C | 5 | 459 | 302 | 461B | 10 | 491 | 418 | 463A | 16 | 584 | 443 | 821/870 | 2 | 1659 | 982 | 792 | 612 | |
| 426C | 4 | 461 | 298 | 426A | 12 | 493 | 369 | 462 | 8 | 584 | 436 | | 160 | 101027 | 74524 | 829,5 | 491 | |
| 426A | P | 465 | 316 | 463A | 18 | 497 | 392 | 427 | 9 | 551 | 378 | | | | | | | |
| 461B | 6 | 469 | 366 | 426C | 2 | 499 | 325 | 461B | 8 | 559 | 397 | | | | | | | |
| | | 4940 | 3286 | 426A | 7 | 507 | 307 | 426B | 6 | 560 | 375 | | | | | | | |
| | | | | 426C | 11 | 508 | 388 | 462 | 2 | 588 | 456 | | | | | | | |
| | | | | 463A | 11 | 512 | 311 | 427 | 4 | 589 | 406 | | | | | | | |
| | | | | 463A | 8 | 516 | 404 | | 14 | 563 | 457 | | | | | | | |
| | | | | | | 7632 | 5655 | 427 | 12 | 589 | 434 | | | | | | | |
| | | | | | | | | 462 | 5 | 591 | 421 | | | | | | | |
| | | | | | | | | 426B | 5 | 592 | 395 | | | | | | | |
| | | | | | | | | 427 | 3 | 593 | 405 | | | | | | | |
| | | | | | | | | 463A | 9 | 594 | 447 | | | | | | | |
| | | | | | | | | 463A | 3 | 595 | 396 | | | | | | | |
| | | | | | | | | A. REPORTER ... | | 693 | 8472 | | | | | | | |

Moyennes générales D15 = 63
C15 = 466

Tableau 20: mêmes résultats, donnés par provenances.

Fig. 18: étude de corrélation entre la densité à 15 % et la résistance en flexion statique, ramenée au même degré d'humidité.

Fig. 19: répartition des résistances en flexion statique par cm², ramenées à H = 15 % (par classes de 5 kg).

Fig. 20: étude de corrélation entre la densité à 15 % et le coefficient de retrait.

Fig. 21: corrélations parallèles entre la densité à 15 % et la résistance en compression axiale et en flexion statique, ramenées l'une et l'autre à H = 15 %.

Récapitulation du tableau 16

| Catégories de densité | Nombre d'essais | Moyennes | |
|--------------------------|--------------------|-----------------|-----------------|
| | | D ₁₅ | C ₁₅ |
| — | — | — | — |
| 420/469 | 11 | 449 | 299 |
| 470/519 | 15 | 492 | 358 |
| 520/569 | 14 | 545 | 404 |
| 570/619 | 34 | 593 | 430 |
| 620/669 | 21 | 643 | 444 |
| 670/719 | 31 | 701 | 537 |
| 720/769 | 26 | 741 | 575 |
| 770/819 | 6 | 792 | 612 |
| 820/869 | 2 | 830 | 491 |

5 — CONCLUSIONS

Les recherches ont permis de comparer trois essences croissant dans des stations très voisines, et parfois en mélange: le sapin, se mélangeant au pin Laricio de Corse en haut des versants à l'ombre et le pin maritime, se mêlant au pin Laricio à basse altitude.

1) Des recherches exposées ci-dessus, il ressort que *le sapin pectiné*, avec des cernes de l'ordre de 3 mm, a une densité anhydre faible, mais par contre un retrait élevé (ce qui est très grave) et des propriétés mécaniques médiocres. Cette essence doit donc être considérée surtout pour son intérêt cultural, soit en sous-étage, soit en mélange avec le pin Laricio dans l'étage dominant, mais il semble qu'on doive toujours lui préférer le pin Laricio de Corse.

2) *Le pin maritime*, avec des cernes allant de 1 à 10 mm (moyenne 2 mm) a une densité moyenne de 0,576 (contre 0,425 au sapin pectiné) et un retrait inférieur à celui du sapin (0,45 contre 0,55).

TABLEAU 16 bis. — Corrélation entre la densité à 15

| 426A | | | 426B | | | 426C | | | 427 | | | 460 | | | 461A | | | | |
|-----------------|-----------------|-----------------|------|-----------------|-----------------|------|-----------------|-----------------|------|-----------------|-----------------|------|-----------------|-----------------|------|-----------------|-----------------|------|--|
| N° | D ₁₅ | C ₁₅ | N° | D ₁₅ | C ₁₅ | N° | D ₁₅ | C ₁₅ | N° | D ₁₅ | C ₁₅ | N° | D ₁₅ | C ₁₅ | N° | D ₁₅ | C ₁₅ | N° | |
| (8) | 465 | 316 | (6) | 560 | 375 | (7) | 420 | 241 | (18) | 486 | 360 | (1) | 693 | 637 | (8) | 672 | 525 | (2) | |
| (12) | 493 | 369 | (5) | 592 | 395 | (6) | 431 | 248 | (19) | 525 | 344 | (13) | 700 | 589 | (11) | 674 | 548 | (5) | |
| (7) | 507 | 307 | (8) | 631 | 401 | (10) | 435 | 267 | (9) | 551 | 378 | (3) | 707 | 682 | (20) | 684 | 579 | (6) | |
| (9) | 533 | 388 | (9) | 631 | 411 | (9) | 459 | 241 | (14) | 563 | 457 | (17) | 715 | 622 | (3) | 692 | 611 | (4) | |
| (3) | 587 | 390 | (3) | 652 | 405 | (1) | 459 | 244 | (8) | 584 | 436 | (11) | 719 | 609 | (14) | 696 | 588 | (7) | |
| (10) | 602 | 384 | (12) | 655 | 375 | (5) | 459 | 302 | (12) | 589 | 434 | (10) | 731 | 624 | (17) | 699 | 516 | (3) | |
| (13) | 621 | 416 | (4) | 684 | 415 | (4) | 461 | 298 | (3) | 593 | 405 | (7) | 733 | 704 | (5) | 708 | 602 | (10) | |
| (5) | 629 | 438 | (1) | 712 | 410 | (8) | 487 | 239 | (17) | 596 | 423 | (4) | 734 | 682 | (2) | 711 | 676 | (1) | |
| (1) | 643 | 417 | (7) | 720 | 373 | (3) | 487 | 334 | (6) | 604 | 364 | (18) | 744 | 678 | (19) | 712 | 633 | (18) | |
| (11) | 651 | 422 | (10) | 727 | 417 | (2) | 499 | 325 | (4) | 606 | 434 | (15) | 751 | 633 | (16) | 718 | 568 | (9) | |
| (14) | 651 | 444 | (2) | 744 | 401 | (11) | 512 | 311 | (13) | 608 | 452 | (14) | 754 | 624 | (15) | 718 | 593 | | |
| (15) | 651 | 454 | (11) | 746 | 399 | | | 3050 | (11) | 610 | 495 | (5) | 758 | 704 | (6) | 720 | 599 | | |
| (4) | 657 | 429 | | | 4777 | | | | (7) | 614 | 481 | (6) | 763 | 684 | (4) | 721 | 626 | | |
| (2) | 671 | 386 | | | | | | | (2) | 618 | 454 | (19) | 765 | 589 | (12) | 725 | 617 | | |
| (6) | 726 | 546 | | | | | | | (10) | 639 | 475 | (20) | 768 | 604 | (9) | 726 | 480 | | |
| | | 6106 | | | | | | | (5) | 642 | 400 | (16) | 780 | 689 | (7) | 726 | 588 | | |
| | | | | | | | | | (16) | 645 | 398 | (12) | 783 | 596 | (10) | 726 | 624 | | |
| | | | | | | | | | (1) | 669 | 477 | (18) | 784 | 622 | (18) | 730 | 593 | | |
| | | | | | | | | | (20) | 677 | 450 | (9) | 790 | 604 | (1) | 740 | 543 | | |
| | | | | | | | | | (15) | 684 | 558 | (2) | 798 | 651 | (13) | 769 | 606 | | |
| | | | | | | | | | | | 8675 | | | 12827 | | | 11715 | | |
| Moyennes | 606 | 407 | | 671 | 398 | | 464 | 277 | | 605 | 434 | | 748 | 641 | | 713 | 586 | | |

FIG. 17.

Pins Laricios de Corse de provenances diverses.
 Répartition des mesures de résistances en compression axiale par classes successives de 200 à 750 kg/cm² (de 50 en 50 kg).

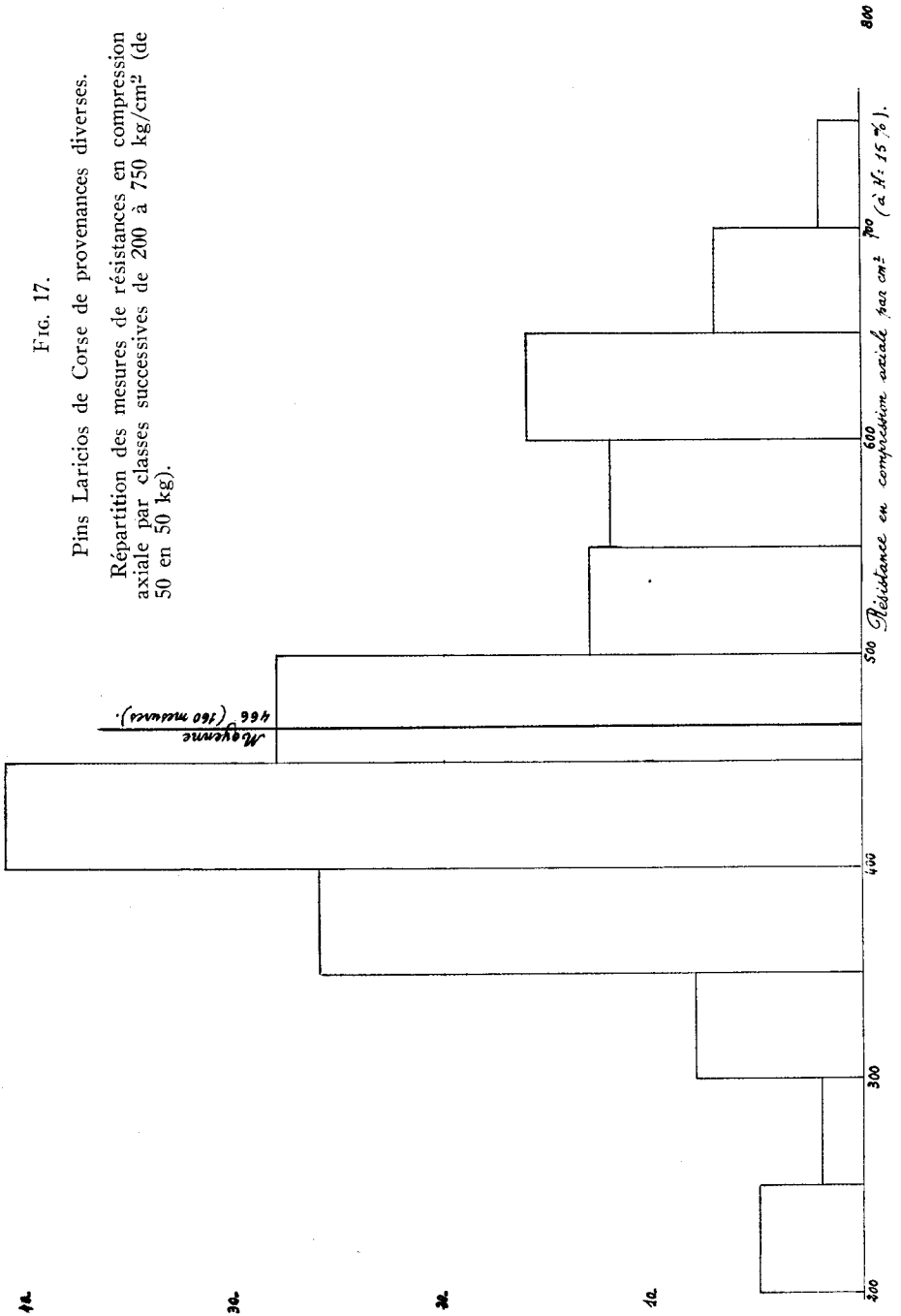


FIG. 18.

Corrélation entre la résistance en flexion statique par cm² et la densité ramonées l'une et l'autre à H : 15 %. Pins Laricios de diverses provenances de Corse.

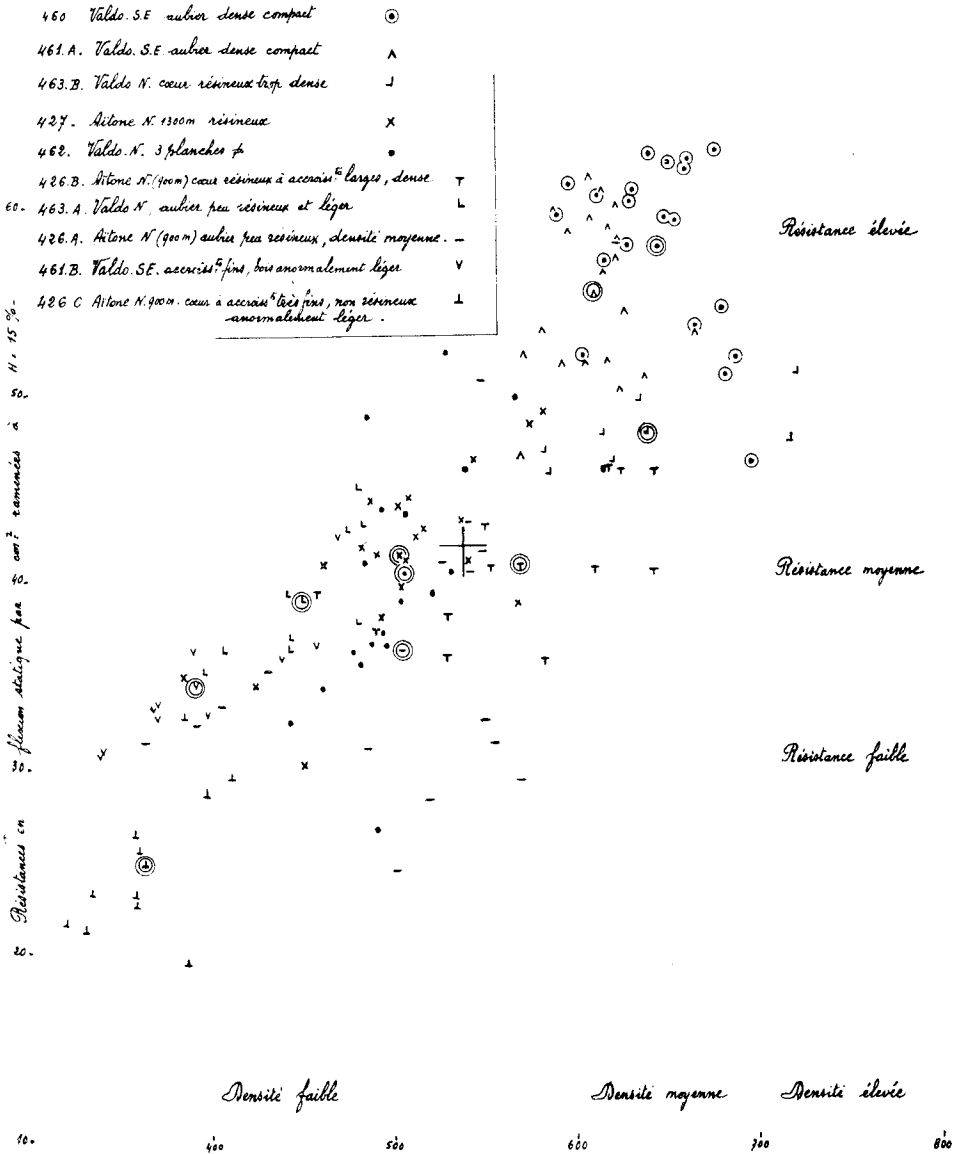


Fig. 19.

Pins Laricios de Corse de provenances diverses.
Répartition des mesures de résistances en flexion statique
par classes successives de 5 à 65 kg/cm² (de 5 en 5 kg).

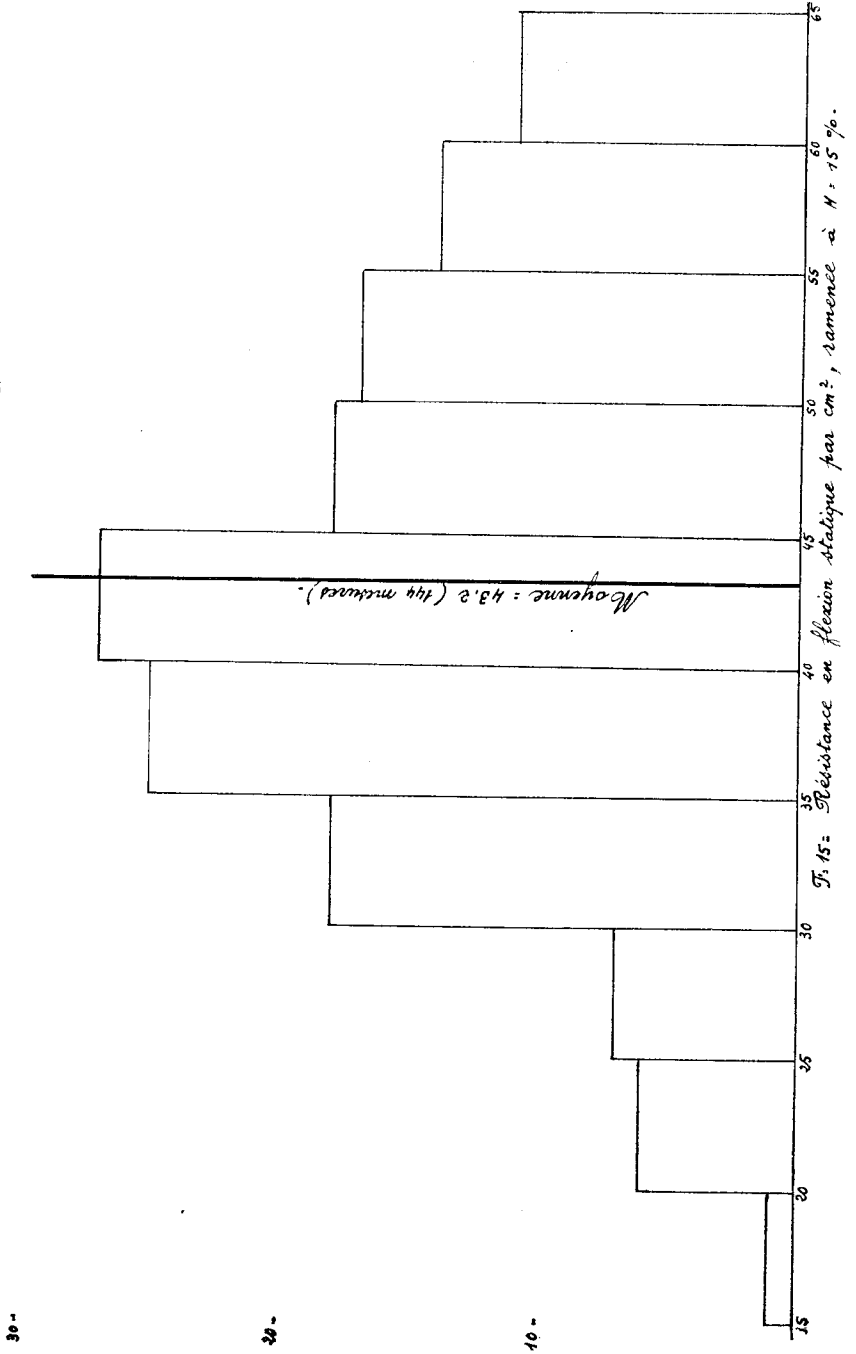


TABLEAU 19

| CORRELATION ENTRE LA DENSITE A 15 % ET LA RESISTANCE EN FLEXION STATIQUE PAR CM2 RAMENE A H = 15 %, F 15 | | | | | | | | | | PINS LARICIOS DE CORSE DE DIVERSES PROVENANCES | | | | | | | |
|--|-----|-----------------|-----------------|------|-----|-----------------|-----------------|------|-----|--|-----------------|---------------------|------------|-----------------------|--------------|--------------|------|
| S | Nos | D ₁₅ | F ₁₅ | S | Nos | D ₁₅ | F ₁₅ | S | Nos | D ₁₅ | F ₁₅ | RECAPITULATION d 15 | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | Classe densité | Nb. de cas | Sommes partielles d15 | Moyennes D15 | Moyennes F15 | |
| 426C | 7 | 420 | 21,6 | 461B | 4 | 472 | 33,3 | 427 | 9 | 571 | 42,2 | 421/470 | 11 | 4940 | 289,1 | 449 | 26,3 |
| - | 6 | 431 | 21,2 | - | 7 | 472 | 32,5 | - | 17 | 575 | 42,7 | 471/520 | 13 | 6390 | 415,1 | 492 | 31,9 |
| 461B | 10 | 435 | 23,2 | - | 3 | 479 | 32,8 | 426A | 15 | 579 | 36,1 | 521/570 | 12 | 6568 | 430,5 | 547 | 35,9 |
| - | 2 | 440 | 30,6 | 461B | 18 | 486 | 34,9 | 461B | 15 | 581 | 37,6 | 571/620 | 30 | 17823 | 1187,6 | 594 | 39,6 |
| 426C | 5 | 442 | 30,8 | 427 | 8 | 487 | 19,3 | 463A | 12 | 581 | 44,8 | 621/670 | 20 | 12867 | 821,9 | 643 | 41,1 |
| - | 9 | 459 | 23,0 | 426C | 3 | 487 | 32,7 | - | 13 | 583 | 35,4 | 671/720 | 27 | 18996 | 1384,7 | 700 | 51,3 |
| - | 1 | 459 | 22,5 | - | 16 | 544 | 36,8 | 462 | 10 | 584 | 42,9 | 721/770 | 24 | 17768 | 1325,1 | 740 | 55,2 |
| - | 5 | 459 | 26,4 | 461B | 10 | 491 | 36,1 | 462 | 8 | 584 | 41,8 | 771/820 | 6 | 4754 | 312,8 | 792 | 52,1 |
| - | 4 | 461 | 25,5 | 426A | 12 | 493 | 32,2 | 462 | 10 | 586 | 40,9 | 821/870 | 1 | 823 | 50,8 | 823 | 50,8 |
| 426A | 8 | 465 | 31,3 | 463A | 18 | 497 | 35,0 | 427 | 3 | 587 | 31,0 | | 144 | 90829 | 6217,6 | | |
| 461B | 6 | 469 | 33,0 | 426A | 7 | 507 | 33,2 | 426B | 3 | 588 | 48,7 | | | | | | |
| | 11 | 4940 | 289,1 | 463A | 11 | 508 | 35,2 | 462 | 2 | 588 | 48,7 | | | | | | |
| | | | | 426C | 11 | 512 | 29,4 | 427 | 4 | 589 | 36,5 | | | | | | |
| | | | | | 13 | 5390 | 415,1 | | 12 | 589 | 44,2 | | | | | | |
| | | | | | | | | | 5 | 591 | 26,6 | | | | | | |
| | | | | | | | | | 5 | 592 | 37,2 | | | | | | |
| | | | | | | | | | 3 | 593 | 41,3 | | | | | | |
| | | | | | | | | | 16 | 9353 | 629,9 | | | | | | |

S = numéros des séries
 Nos = numéros des éprouvettes
 D₁₅ = densité à 15 %
 F₁₅ = résistance en flexion statique par cm² ramené à H = 15 %

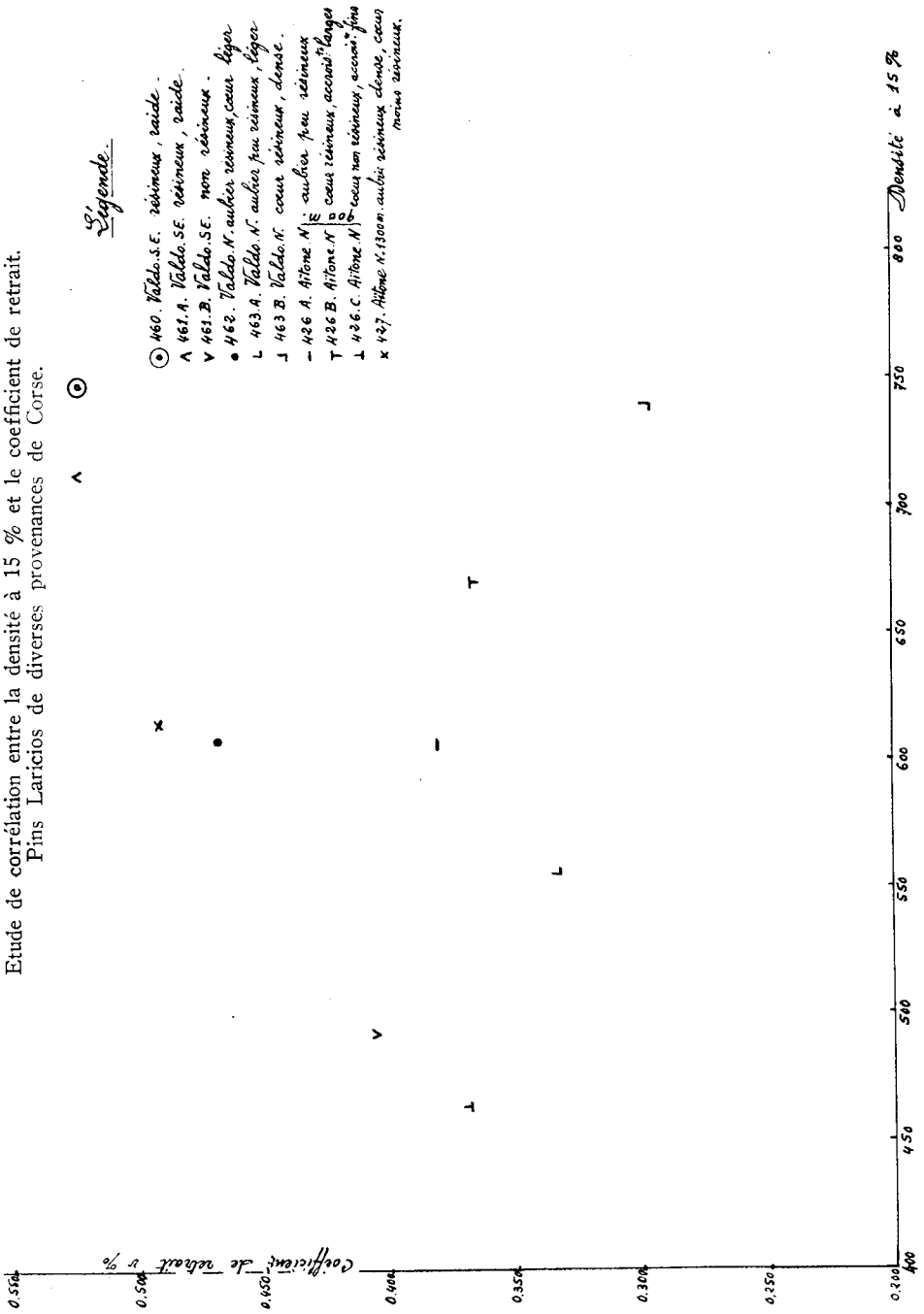
D15 = 631
 F15 = 43,2

TABLEAU 19 (1^{re} suite)

| S | Nos | D ₁₅ | F ₁₅ | S | Nos | D ₁₅ | F ₁₅ | S | Nos | D ₁₅ | F ₁₅ | S | Nos | D ₁₅ | F ₁₅ |
|------|-----|-----------------|-----------------|------|-----|-----------------|-----------------|------|-----|-----------------|-----------------|------|-------|-----------------|-----------------|
| 462 | 17 | 595 | 629,9 | 13 | 621 | 28,2 | 426A | 2 | 671 | 29,3 | 426B | 18 | 2437 | 1 | 40,5 |
| - | 14 | 596 | 37,1 | 19 | 623 | 39,2 | 461A | 8 | 672 | 46,7 | 460 | 17 | 715 | 17 | 60,3 |
| 427 | 17 | 596 | 38,0 | 5 | 629 | 40,9 | - | 11 | 674 | 52,0 | 461A | 16 | 718 | 16 | 56,3 |
| 462 | 16 | 598 | 36,4 | 8 | 631 | 38,1 | 427 | 20 | 677 | 48,2 | - | 15 | 718 | 15 | 60,7 |
| 426A | 10 | 602 | 24,5 | 9 | 631 | 36,0 | 426B | 4 | 684 | 35,7 | 463B | 10 | 718 | 10 | 47,6 |
| 427 | 6 | 604 | 43,9 | - | - | 427 | - | 15 | 684 | 48,9 | - | - | - | - | - |
| 462 | 20 | 605 | 38,8 | 462 | 632 | 52,0 | 461A | 20 | 684 | 53,2 | - | - | - | - | - |
| 427 | 4 | 606 | 39,6 | - | 1 | 635 | 40,4 | 463B | 12 | 685 | 46,7 | 460 | 11 | 719 | 56,9 |
| - | 13 | 608 | 41,0 | 427 | 10 | 639 | 43,2 | - | 13 | 688 | 45,6 | 462 | 11 | 719 | 45,9 |
| 462 | 18 | 609 | 41,8 | - | 5 | 642 | 41,0 | 461A | 3 | 692 | 59,7 | 426B | 7 | 720 | 45,9 |
| - | 9 | 609 | 43,5 | 462 | 7 | 642 | 45,9 | 460 | 1 | 693 | 59,3 | 461A | 6 | 720 | 50,6 |
| 427 | 11 | 610 | 44,4 | 426A | 1 | 643 | 43,0 | 461A | 14 | 696 | 51,5 | - | 6 | 720 | 50,6 |
| - | 7 | 614 | 42,3 | 427 | 16 | 645 | 46,3 | - | 17 | 699 | 58,5 | - | 6 | 720 | 50,6 |
| - | 2 | 618 | 42,7 | 426A | 11 | 651 | 41,4 | 460 | 13 | 700 | 60,8 | - | 6 | 720 | 50,6 |
| - | - | 1823 | 187,6 | - | 14 | 651 | 32,5 | - | - | - | - | - | 18896 | 188,7 | 188,7 |
| - | - | - | - | 426B | 3 | 651 | 50,6 | 460 | 3 | 707 | 51,8 | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | 12 | 655 | 42,9 | 461A | 5 | 708 | 51,5 | - | - | - | - |
| - | - | - | - | 426A | 4 | 657 | 31,3 | - | 2 | 711 | 61,4 | - | - | - | - |
| - | - | - | - | 427 | 1 | 669 | 38,7 | - | 19 | 712 | 59,2 | - | - | - | - |
| - | - | - | - | 462 | 12 | 670 | 49,6 | - | - | 12437 | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | 8867 | 821,9 | - | - | - | - | - | - | - | - |

Report ..

Fig. 20.
Etude de corrélation entre la densité à 15 % et le coefficient de retrait.
Pins Laricios de diverses provenances de Corse.



Ses propriétés mécaniques sont sensiblement supérieures à celles du sapin (381 kg/cm² en compression axiale contre 356 kg pour le sapin — 32,5 kg par cm² en flexion statique contre 28,3 kg pour le sapin). Par ailleurs le pin maritime, avec 1 684 kg par éprouvette, est supérieur à la moyenne générale des 3 essences en compression de flanc (1 422 kg), mais médiocre en choc (1,111 kg contre 1,846 pour la moyenne générale). Enfin, comme c'est fréquemment le cas, le pin maritime présente des différences d'accroissement très marquées (1 à 10 mm) lesquelles influent sur la densité et les propriétés mécaniques, mais de façon beaucoup moins catastrophique que dans le cas du sapin. Il semble donc que la culture du pin maritime est recommandable dans le bas des versants ensoleillés, en peuplements peu denses, seul ou en mélange avec le pin Laricio de Corse qui, aux stations trop chaudes et océaniques a tendance à devenir nerveux.

3) *Le pin Laricio de Corse* semble assez polymorphe. Les meilleurs résultats sont obtenus avec les provenances qu'on pourrait qualifier de « continentales » (Valdoniello), en ce sens qu'elles ne s'ouvrent pas sur le golfe de Porto.

Avec des cernes fins (1,5 mm), imposés sans doute par les conditions écologiques mais peut-être aussi par la densité des peuplements, on obtient des densités très élevées (0,730), et des charges de rupture qu'on rapprochera des chiffres qui précèdent: en compression axiale 613 kg/cm², en flexion 56 kg/cm², en compression de flanc 2 433 kg, en choc 3,39 kgm.

Le retrait est de 0,53, inférieur à celui du sapin pectiné mais plus élevé que celui du maritime.

Toutes les provenances de pin Laricio ne présentent pas des résultats aussi sensationnels. Certaines planches que nous avons reçues étaient assez aberrantes: légères et très peu résineuses, leurs propriétés mécaniques étaient alors assez faibles, voisines de celles du pin maritime.

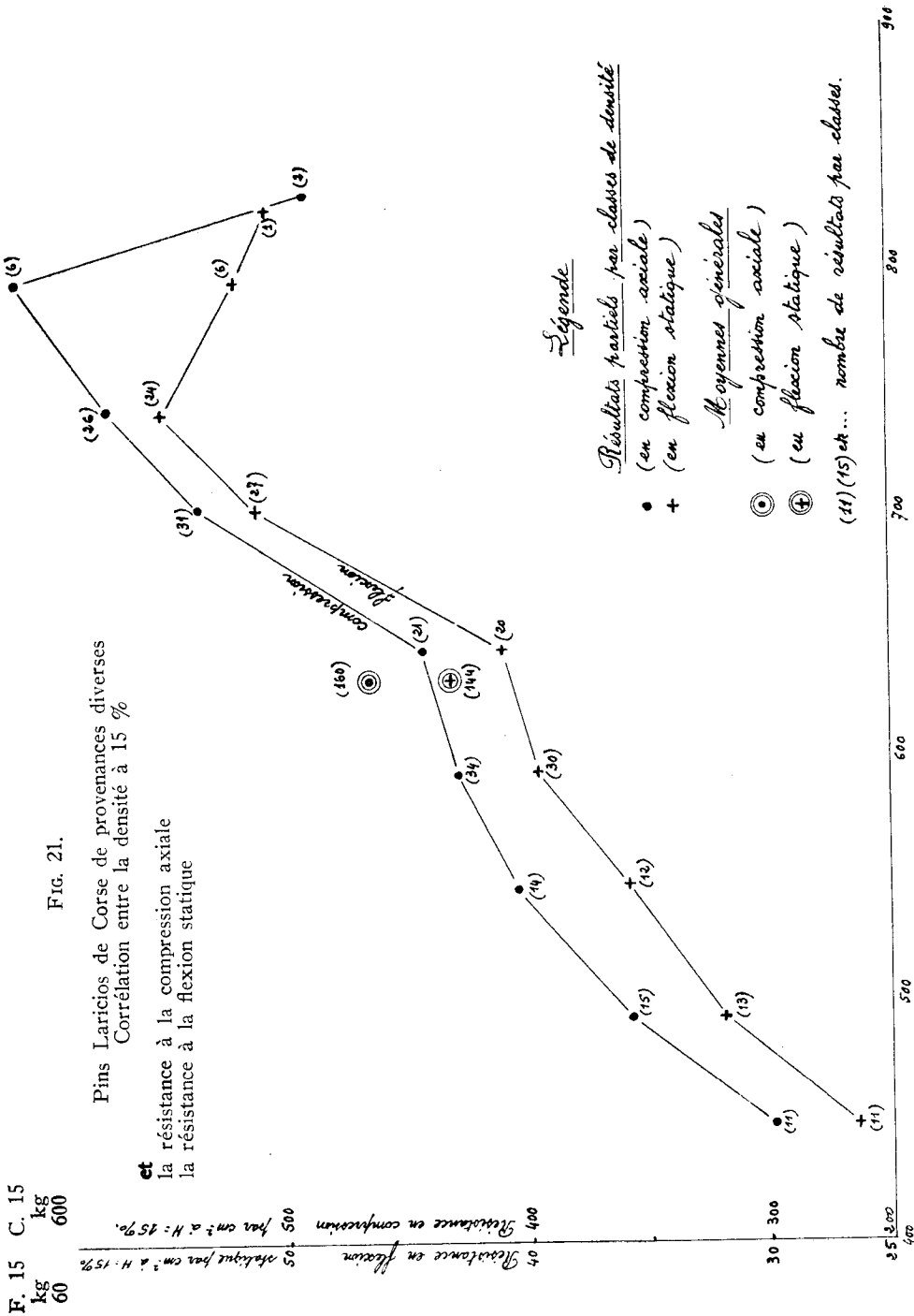
Mais, *en moyenne*, le bois de pin Laricio de Corse est largement supérieur à celui du pin maritime. Le bois parfait a généralement un retrait plus faible que l'aubier, mais la résistance mécanique de ce dernier est supérieure à celle du bois parfait.

L'augmentation de la largeur des cernes ne réduit pas gravement les propriétés mécaniques mais, par contre, diminue la densité et surtout le retrait, ce qui est un grand avantage. Les bois à cernes de 3 mm sont à peine inférieurs à ceux de 1,5 à 2 mm. En outre, on note que les éprouvettes à cernes inférieurs à 1 mm ne donnent pas de résultats mécaniques très élevés.

Il semble donc que la culture du pin Laricio de Corse doit être favorisée au maximum, cette essence n'étant pas seulement prestigieuse par les dimensions et la forme, mais aussi par les qualités mécaniques.

TABLEAU 20. — Corrélation entre la densité à 15 %

| 46A | | | 46B | | | 46C | | | 427 | | | 460 | | | 461A | | | 461B | |
|----------|-----------------|-----------------|------|-----------------|-----------------|------|-----------------|-----------------|------|-----------------|-----------------|------|-----------------|-----------------|------|-----------------|-----------------|------|-----------------|
| N° | D ₁₅ | F ₁₅ | N° | D ₁₅ | F ₁₅ | N° | D ₁₅ | F ₁₅ | N° | D ₁₅ | F ₁₅ | N° | D ₁₅ | F ₁₅ | N° | D ₁₅ | F ₁₅ | N° | D ₁₅ |
| (8) | 465 | 31,3 | (6) | 560 | 39,3 | (7) | 420 | 21,6 | (18) | 486 | 34,9 | (1) | 693 | 59,3 | (8) | 672 | 46,7 | (2) | 44 0 |
| (12) | 493 | 32,2 | (5) | 592 | 37,2 | (6) | 431 | 21,2 | (19) | 525 | 34,4 | (13) | 700 | 60,8 | (11) | 674 | 52,0 | (5) | 442 |
| (7) | 507 | 33,2 | (9) | 631 | 36,0 | (10) | 435 | 23,2 | (9) | 551 | 30,1 | (3) | 707 | 51,8 | (20) | 684 | 53,2 | (6) | 469 |
| (9) | 533 | 35,1 | (8) | 631 | 38,1 | (1) | 459 | 22,5 | (14) | 563 | 40,8 | (17) | 715 | 60,3 | (3) | 692 | 59,7 | (7) | 472 |
| (3) | 587 | 31,0 | (3) | 652 | 42,9 | (9) | 459 | 23,0 | (8) | 584 | 41,8 | (11) | 719 | 56,9 | (14) | 696 | 51,5 | (4) | 472 |
| (10) | 602 | 24,5 | (12) | 655 | 40,7 | (5) | 459 | 26,4 | (12) | 589 | 44,2 | (10) | 731 | 57,7 | (17) | 699 | 58,5 | (3) | 479 |
| (13) | 621 | 28,2 | (4) | 684 | 35,7 | (4) | 461 | 25,5 | (3) | 593 | 41,3 | (7) | 733 | 60,0 | (5) | 708 | 51,5 | (10) | 491 |
| (5) | 629 | 40,9 | (1) | 712 | 40,5 | (8) | 487 | 19,3 | (17) | 596 | 38,0 | (4) | 734 | 60,5 | (2) | 711 | 61,4 | (1) | 540 |
| (1) | 643 | 43,0 | (7) | 720 | 45,9 | (3) | 487 | 32,7 | (6) | 604 | 43,9 | (8) | 744 | 62,5 | (19) | 712 | 59,2 | (8) | 559 |
| (14) | 651 | 32,5 | (10) | 727 | 45,7 | (2) | 499 | 28,5 | (4) | 606 | 39,6 | (15) | 751 | 59,1 | (16) | 718 | 56,3 | (9) | 571 |
| (11) | 651 | 41,4 | (2) | 744 | 40,4 | (11) | 512 | 29,4 | (13) | 608 | 41,0 | (14) | 754 | 62,0 | (15) | 718 | 60,7 | | |
| (15) | 651 | 50,6 | (11) | 746 | 45,7 | | | 273,3 | (11) | 610 | 44,4 | (5) | 758 | 59,0 | (6) | 720 | 50,6 | | |
| (4) | 657 | 31,3 | | | 488,1 | | | | (7) | 614 | 42,3 | (6) | 763 | 61,7 | (4) | 721 | 58,7 | | |
| (2) | 671 | 29,3 | | | | | | | (2) | 618 | 42,7 | (19) | 765 | 62,2 | (12) | 725 | 57,1 | | |
| (6) | 726 | 57,8 | | | | | | | (10) | 639 | 43,2 | (20) | 768 | 53,3 | (7) | 726 | 50,1 | | |
| | | 542,3 | | | | | | | (5) | 642 | 41,0 | (16) | 780 | 62,7 | (9) | 726 | 58,0 | | |
| | | | | | | | | | (16) | 645 | 46,3 | (12) | 783 | 54,3 | (10) | 726 | 59,9 | | |
| | | | | | | | | | (1) | 669 | 38,7 | (18) | 784 | 50,7 | (18) | 730 | 54,2 | | |
| | | | | | | | | | (20) | 677 | 48,2 | (9) | 790 | 51,7 | (1) | 740 | 50,8 | | |
| | | | | | | | | | (15) | 684 | 48,9 | (2) | 798 | 46,2 | (13) | 769 | 53,2 | | |
| | | | | | | | | | | | 85,7 | | | 1152,7 | | | 1103,3 | | |
| Moyennes | 606 | 36,2 | | 671 | 40,7 | | 464 | 24,8 | | 605 | 41,3 | | 641 | 57,6 | | 713 | 552 | | 493 |



Le problème qui se pose — il se pose d'ailleurs pour un grand nombre d'essences — est de savoir s'il convient, par la culture, d'augmenter la largeur des cernes.

Il y a lieu de noter tout d'abord que l'augmentation de la largeur des cernes ne dépend pas uniquement de la volonté de l'homme, mais aussi des conditions de la station. Des éclaircies fortes peuvent conduire à des peuplements trop clairs où le sol n'est plus entièrement occupé et où la production à l'hectare décroît. Il y a une limite à ne pas dépasser.

Ceci dit, il semble qu'on doive s'efforcer de ne pas produire d'accroissements anormalement fins (inférieurs à 1 ou 1,2 mm) qui n'améliorent pas la qualité du bois, risquent de diminuer la production (on récolte des bois morts) et augmentent inutilement les délais nécessaires pour obtenir des dimensions marchandes. Il semble qu'on doive rechercher, pour le pin Laricio de Corse, dans les stations étudiées, des accroissements de 2 à 3 mm (2 mm en altitude, sur les expositions ombragées et en conditions continentales, 3 mm ailleurs). La pratique d'éclaircies régulières doit permettre d'arriver à cela. En même temps, il serait bon de pratiquer l'élagage artificiel des tiges d'avenir dans les peuplements jeunes (moins de 15 cm de diamètre) pour augmenter la production de bois sans nœud, le pin Laricio de Corse apparaissant comme une essence propre à donner peut-être du bois de déroulage et sûrement un excellent bois de menuiserie.

Cette étude devrait être complétée par l'étude d'autres stations en Corse, avec observations complémentaires sur la nature des stations, la structure des peuplements et prélèvements d'échantillons à la tarière pour augmenter le nombre des résultats et accroître leur valeur statistique.

RÉSUMÉ

Les recherches ont permis de comparer trois essences croissant dans des stations très voisines, et parfois en mélange : le sapin, se mélangeant au pin Laricio de Corse en haut des versants à l'ombre et le pin maritime, se mêlant au pin Laricio à basse altitude.

1) Des recherches exposées ci-dessus, il ressort que *le sapin pectiné*, avec des cernes de l'ordre de 3 mm, a une densité anhydre faible mais par contre un retrait élevé (ce qui est très grave) et des propriétés mécaniques médiocres. Cette essence doit donc être considérée surtout pour son intérêt cultural, soit en sous-étage, soit en mélange avec le pin Laricio dans l'étage dominant, mais il semble qu'on doive toujours lui préférer le pin laricio de Corse.

2) *Le pin maritime*, avec des cernes allant de 1 à 10 mm (moyenne 2 mm), a une densité moyenne de 0,576 (contre 0,425 au sapin pectiné) et un retrait inférieur à celui du sapin (0,45 contre 0,55). Ses propriétés mécaniques sont sensiblement supérieures à celles du sapin (381 kg/cm² en compression axiale contre 356 kg pour le sapin — 32,5 kg par cm² en flexion statique contre 28,3 kg pour le sapin). Par ailleurs, le pin maritime, avec 1 684 kg par éprouvette, est supérieur à la moyenne générale des 3 essences en compression de flanc (1 422 kg), mais médiocre en choc (1,111 kgm contre 1 846 pour la moyenne générale). Enfin, comme c'est fréquemment le cas, le pin maritime présente des différences d'accroissement très marquées (1 à 10 mm) lesquelles influent sur la densité et les propriétés mécaniques, mais de façon beaucoup moins catastrophique que dans le cas du sapin. Il semble donc que la culture du pin maritime est recommandable dans le bas des versants ensoleillés, en peuplements peu denses, seul ou en mélange avec le pin Laricio de Corse qui, aux stations trop chaudes et océaniques, a tendance à devenir nerveux.

3) *Le pin Laricio de Corse* semble assez polymorphe. Les meilleurs résultats sont obtenus avec les provenances qu'on pourrait qualifier de « continentales » (Valdoniello), en ce sens qu'elles ne s'ouvrent pas sur le golfe de Porto.

Avec des cernes fins (1,5 mm), imposés sans doute par les conditions écologiques mais peut-être aussi par la densité des peuplements, on obtient des densités très élevées (0,730), et des charges de rupture qu'on rapprochera des chiffres qui précèdent: en compression axiale 613 kg/cm², en flexion 56 kg/cm², en compression de flanc 2 433 kg, en choc 3,39 kgm.

Le retrait est de 0,53, inférieur à celui du sapin pectiné mais plus élevé que celui du maritime.

Toutes les provenances de Pin Laricio ne présentent pas des résultats aussi sensationnels. Certaines planches que nous avons reçues étaient assez aberrantes: légères et très peu résineuses, leurs propriétés mécaniques étaient alors assez faibles, voisines de celles du Pin maritime.

Mais, *en moyenne*, le bois de pin Laricio de Corse est largement supérieur à celui du pin maritime. Le bois parfait a généralement un retrait plus faible que l'aubier, mais la résistance mécanique de ce dernier est supérieure à celle du bois parfait.

L'augmentation de la largeur des cernes ne réduit pas gravement les propriétés mécaniques mais, par contre, diminue la densité et surtout le retrait, ce qui est un grand avantage. Les bois à cernes de 3 mm sont à peine inférieurs à ceux de 1,5 à 2 mm. En outre, on note que les éprouvettes à cernes inférieurs à 1 mm ne donnent pas de résultats mécaniques très élevés.

Il semble donc que la culture du pin Laricio de Corse doit être favorisée au maximum, cette essence n'étant pas seulement prestigieuse par les dimensions et la forme, mais aussi par les qualités mécaniques.

Le problème qui se pose — il se pose d'ailleurs pour un grand nombre d'essences — est de savoir s'il convient, par la culture, d'augmenter la largeur des cernes.

Il y a lieu de noter tout d'abord que l'augmentation de la largeur des cernes ne dépend pas uniquement de la volonté de l'homme, mais aussi des conditions de la station. Des éclaircies fortes peuvent conduire à des peuplements trop clairs où le sol n'est plus entièrement occupé et où la production à l'hectare décroît. Il y a une limite à ne pas dépasser.

Ceci dit, il semble qu'on doive s'efforcer de ne pas produire d'accroissements anormalement fins (inférieurs à 1 ou 1,2 mm) qui n'améliorent pas la qualité du bois, risquent de diminuer la production (on récolte des bois morts) et augmentent inutilement les délais nécessaires pour obtenir des dimensions marchandes. Il semble qu'on doive rechercher, pour le pin Laricio de Corse, dans les stations étudiées, des accroissements de 2 à 3 mm (2 mm en altitude, sur les expositions ombragées et en conditions continentales, 3 mm ailleurs). La pratique d'éclaircies régulières doit per-

mettre d'arriver à cela. En même temps, il serait bon de pratiquer l'élagage artificiel des tiges d'avenir dans les peuplements jeunes (moins de 15 cm de diamètre) pour augmenter la production de bois sans nœud, le pin Laricio de Corse apparaissant comme une essence propre à donner peut-être du bois de déroulage et sûrement un excellent bois de menuiserie.

Cette étude devrait être complétée par l'étude d'autres stations en Corse, avec observations complémentaires sur la nature des stations, la structure des peuplements et prélèvements d'échantillons à la tarière pour augmenter le nombre des résultats et accroître leur valeur statistique.

SUMMARY

Some investigations have been carried out to compare three species growing in very near sites and sometimes in mixtures: Firs mixed with Corsican Pines on the upper part of sunless slopes and Maritime Pines mixed with Corsican Pines at lower altitude.

1) From the above-mentioned investigations, it is apparent that *Silver Fir* with 3-mm growth rings has a low density but a high shrinkage (which is a serious drawback) and rather poor mechanical properties. This species must therefore be taken into account mainly for its cultural interest, either in understorey or in mixture with Corsican Pine in the dominant tree layer, but it seems that Corsican Pine always ought to be preferred.

2) *Maritime Pine*, with growth rings ranging from 1 to 10 mm (average 2 mm), has a mean density of 0,576 (vs 0,425 for Silver Fir), its shrinkage being lower than for Fir (0,45 vs 0,55). Its mechanical properties are markedly superior to those of Fir (381 kg/cm² in compression parallel to grain vs 356 kg for Fir, 32,5 kg/cm² in static bending vs 28,3 kg for Fir). Besides, Maritime Pine, with 1 684 kg per test specimen, is superior to the general mean of the three species for compression perpendicular to grain (1 422 kg) but below the average for impact bending (1,111 kgm vs 1,846 for the general mean). Finally, as it occurs frequently, Maritime Pine shows very marked differences in increment (1 - 10 mm) which adversely affect density and mechanical properties, but to a much smaller extent than in the case of Fir. Therefore, it seems advisable to grow Maritime Pine on the lower part of sunlit slopes, in rather loose stands, alone or mixed with Corsican Pine which, in too warm and oceanic sites, tends to become harder.

3) *Corsican Pine* seems to be rather polymorphic. The best results are obtained with provenances which could be called « continental » (Valdoniello), since they do not extend to the Gulf of Porto.

With narrow rings (1,5 mm) probably due to ecological conditions, or possibly also to stand density, very high specific gravity (0,730) can be obtained, as well as rupture loads which will be compared with those mentioned above: in compression parallel to the grain 613 kg/cm², in static bending 56 kg/cm², in compression perpendicular to the grain 2 433 kg, in impact bending 3,39 kgm.

Shrinkage rate is 0,53, lower than for Silver Fir but higher than for Maritime Pine.

Such remarkable results could not be obtained with all Corsican Pine provenances. Some of the boards received have given puzzling results: light and with a very low resin percentage, their mechanical properties were then rather poor and comparable to those of Maritime Pine.

But, on the average, Corsican Pine wood is highly superior to that of Maritime Pine. All mature wood has usually a lower shrinkage rate than sapwood, but mechanical resistance for the latter is higher than for the former.

An increase in ring width is not followed with a severe reduction in mechanical properties but, on the other hand, it reduces specific gravity and especially shrinkage, which is a great advantage. Woods with 3-mm rings are but slightly inferior to those with ring width ranging from 1,5 to 2 mm. Moreover, it can be noticed that test specimens with rings below 1 mm do not show very good mechanical properties.

Therefore it seems that growing Corsican Pine should be advocated whenever possible, owing not only to its excellence in regard to size and form but also to its mechanical properties.

The problem is — as for a great many other species — to know whether it is advisable to increase ring width through silviculture.

It must be emphasized first that the increase in ring width does not depend only on man's will but also on site conditions. Heavy thinnings can lead to too sparse stands in which soil is no longer entirely used, which results in a decrease in yield per ha. There is a limit which should not be overreached.

Now it appears that it should be better not to try and obtain extremely small ring increments (below 1 or 1,2 mm) which would bring no improvement in wood quality, might induce a reduction in yield (with cropping of dead wood) and result in useless delays in obtaining merchantable timber. For Corsican Pine, one should manage to obtain increments of 2-3 mm (2 mm in high altitude with shady exposures and continental conditions, 3 mm elsewhere). This aim should be reached by treating with regular thinnings. At the same time, artificial pruning of promising stems should be made in young stands (less than 15 cm in diameter) to increase knotless wood production, since Corsican Pine seems to be a species likely to give veneer wood and at any rate an excellent timber for joinery.

This study should be completed by that of other Corsican stations, with further observations on site conditions, stand structure, and sample borings to increase the number of results and therefore, their statistical value.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Nachforschungen haben den Vergleich von drei Holzarten, welche in fest nebenliegenden Beständen, oft im Mischbestand wuchsen, dargestellt: die Tanne, im Gemisch mit der Korsische Schwarzkiefer, hochoben an den Schattenabhängen, und die Strandkiefer, in niedriger Höhelage mit derselben Kiefer gemischt.

1) Aus des eben erläuterten Nachforschungen, ergibt sich dass die Tanne (*Abies alba* Mill.) mit Jahrringen von 3 mm, einen schwachen Darrgewicht aufweist, aber dagegen ein besträchtliches Schwindmass besitzt (was sehr schlimm ist) und damit noch schwache mechanische Eigenschaften hat. Diese Holzart muss also besonders ihre waldbauliche Vorteile entweder in Unterstand, oder in Oberstand mit der Schwarzkiefer gemischt, in Betracht hommen. Scheinbar soll man ihr aber immer die korsische Schwarzkiefer bevorzihen.

2) Die Strandkiefer (*Pinus Pinaster* Sol.), mit Jahrringen von 1 bis 10 mm (Mittelgrösse von 2 mm), besitzt eine mittlere Rohwichte von 0,576 (gegen 0,425 bei der Tanne) und ein Schwindmass das sich geringer beweist als das der Tanne (0,45 gegenüber 0,55). Ihre mechanische Eigenschaften sind betreffend höher als die der Tanne (381 kg/cm² bei axialer Druckfestigkeit gegen 356 kg bei der Tanne) — (32,5 g per cm² in Biegefestigkeit gegen 28,3 kg bei der Tanne). Anderswo, die Strandkiefer, mit 1 684 kg per Proben widersteht fester dem Druckfestigkeit senkrecht der Faserichtung als die 3 Holzarten (d. h. deren Mittelgrösse insgesamt) mit 1 422 kg, sie ist aber sehr schwach im Schlagbiegefestigkeit (1,111 kgm gegen 1,846 für die gesamte Durchschnittszahl). Endlich, wie es häufig vorkommt, die Strandkiefer beweist sehr beträchtliche Unterschiede im Wachstum (1 zu 10 mm), die die Rohwichte und die mechanische Eigenschaften beeinflussen, aber bedeutend nicht so schadhafte als im Falle der Tanne. Es scheint nun dass das Gebrauch der Strandkiefer empfehlungswert ist, unterhalb der Hängen an der Sonnen Seite, aber in wenig dichten Beständen, alleinstehend oder in Mischbestand mit der korsische Schwarzkiefer. Letztere, in heissen Standörten und ozeanisch beeinflusst, beweist Neigung mit hohen Schwindmass zu werden.

3) *Die korsische Schwarzkiefer* scheint ziemlich vielgestaltet zu sein. Das beste Ergebnis diesbezüglich scheint aus einer Abstammung, die man « kontinental » nennen könnte (Valdoniello), hervorzurufen, in diesem Sinne dass sie nicht dem Portomeerbusen entstammt.

Mit schmalen Jahrringen (1,5 mm), wahrscheinlich durch die ökologischen Verhältnissen begründet, vielleicht auch durch die Bestandesdichtheit erzielt man eine beträchtliche Rohwichte (0,730), und eine Bruchlast die man den obengenannten Kennzahlen nahestellt: in axialer Druckfestigkeit 613 kg/cm², in Biegefestigkeit 56 kg/cm², in Druckfestigkeit senkrecht der Faserrichtung 2 433 kg, in Schlagbiegefestigkeit 3,39 kgm.

Das Schwindmass ist um 0,53 schwächer als die der Tanne, aber stärker als die der Strandkiefer.

Alle von der Schwarzkiefer herrührende Bestandteile beweisen nicht so äusserst hervorragende Eigenschaften: etliche Bretter, die in unseren Besitz gekommen sind, waren ziemlich minderwertig, leicht, und von geringem Harzbestand, ihre mechanische Eigenschaften also seph schwach und denen der Strandkiefer ähnlich.

Aber, *im Durchschnitt*, ist das Holz der korsische Schwarzkiefer weitgehend vortrefflicher als das der Strandkiefer. Das Kernholz hat im allgemeinen ein schwächeren Schwindmass als der Splint, aber die mechanische Eigenschaften des letzteren überragt völlig die des Kernholzes.

Die zunehmende Breite der Jahrringe schwächt nicht allzusehr die mechanische Eigenschaften, aber verringert im Gegenteil die Rohwichte und besonders das Schwindmass, was ein sehr annehmbarer Vorteil aufweist. Die Hölzer mit 3 mm dicken Jahresringen sind kaum schwächer als die mit 1,5 bis 2 mm. Ausserdem merkt man dass die Probenstücke mit geringeren Jahresringen als 1 mm keine mechanische Ergebnisse die sich wertvoll zeigen, aufbringen.

Es scheint also dass das Lariciokiefergebrauch völlig zu bevorzugen sei; denn, diese ansehbare Holzart ist nicht nur wegen seiner Masse und Form, aber auch weil sie hohe mechanische Eigenschaften besitzt.

Die Aufgabe, die sich nun stellt — kommt eben auch in Frage betreffs einer grossen Anzahl von Holzarten — ist zu wissen ob ei ein Vorteil ist die Breite des Jahrringe zu vermehren.

Man merke zuerst dass die wachsende Breite dieser Ringe nicht allein von dem Willen des Menschen abhängt, sondern auch von den Standortverhältnissen. Starke Durchforstungen können zu verlichteten Beständen führen, in welchen der Grundboden unvollkommen besetzt ist und in welchen die Erzeugung abnimmt. Es gibt eine Grenze die nicht zum übertreten ist.

Dieszufolge, scheint es vorteilhaft kein zu winziges Wachsen anzustreben (kleiner als 1 oder 1,2 mm) welches der guten Beschaffenheit des Holzes schadet und damit die Holzerzeugung vermindert (man erntet das abgestorbenen Holz), und die nötige Zeitfrist Handelfähiges Holz zu erziehen in die Länge ziehen. Es scheint man solle im Falle der korsische Schwarzkiefer, in vorher ergründeten Standorten, ein zunehmendes Wachsen von 2 bis 3 mm erstreben (2 mm auf den Höhenlagen, in schattigen Belichtungen und Kontinentalverhältnissen, 3 mm sonst). Eine regelmässige Durchforstung mit Lichthieb muss dazu führen. Gleichwie wäre es vorteilhaft das künstliche Entästung der Zukunft Stämmen in jungen Beständen (mit weniger als 15 cm Durchmesser) durchzuführen und damit Knorrenfreies Holz erzielen. Die korsische Schwarzkiefer scheint dabei vielleicht Schäl furnierholz zu geben, sicher aber ausgezeichnetes Tischlerholz.

Diese Ergründung müsste noch durch die anderer Standorten in Korsika ergänzt werden. Dabei Beobachtungen über die Standortverhältnisse, die Bauart der Beständen, damit auch Auszüge von Probestücke mit Zuwachsbohrer. Man könnte so die Menge der Ergebnissen und ihr statistischer Wert vermehren.
