



34071

ROFICHE N°

Republique Tunisienne

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

CENTRE NATIONAL DE

DOCUMENTATION AGRICOLE

TUNIS

الجمهورية التونسية
وزارة الزراعة

المركز القومي
للتوثيق الزراعي
تونس

F

1

CNDA 34071

REPUBLIQUE TUNISIENNE
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE
INSTITUT NATIONAL
DE RECHERCHES FORESTIÈRES

note de recherche

n° 1



Juin 1974

B. Ben Salem - M. Reynders



**EXISTE-T-IL UNE PÉRIODE OPTIMALE ?
DE PLANTATION AUX MOGODS**



PROJET TUN-71 / 540. RENFORCEMENT ET DEVELOPPEMENT DE L'I.N.R.F.



AVIS AU LECTEUR

Cette première NOTE DE RECHERCHE inaugure la nouvelle série de publications de l'Institut National de Recherches Forestières.

Les communications diffusées jusqu'à présent sous forme de "Notes Techniques" et de "Variétés Scientifiques" seront désormais publiées sous forme de "NOTES DE RECHERCHE", dont celle-ci porte le numéro 1. Comme leurs aînées, elles paraîtront au fur et à mesure des sujets traités, sans périodicité fixe. Chaque note sera consacrée à un seul sujet de recherches.

Nouvelles dans leur forme, ces publications se voudraient être un véhicule d'information permanent, reflétant les activités, les résultats et les perspectives de la Recherche Forestière tunisienne, à l'intention non seulement des professionnels mais également de tous ceux qui, d'une manière ou d'une autre, ne sont pas indifférents aux problèmes de la forêt et à ses implications économiques et sociales.

AUTRES PUBLICATIONS DE L'I.N.R.F.

- Bulletin d'Information
- Annales

ADRESSE : I.N.R.F., Route de la Soukra, B. P. 2, Ariana
Tél. 280.757 - 283.320

EXISTE-T-IL UNE PERIODE OPTIMALE
DE PLANTATION AUX MOGODS ?

-S-I-E-E-E-

B. Ben Salem - M. Reynders

ملخص

- أقيمت تجربتان لتحديد احسن وقت لفراسة الاشغال وانسب مدة لاقامتها بالمشتل وذلك بمنطقة التجارب بطمرة في جهال المقعد شمال الهلار التونسية.
- خست التجربة الاولى الصنوبر البحرى (*Pinus pinaster*) رخصت الثانية اليوكالبتوس ميدانى (*Eucalyptus maideni*).
- اشتملت كل تجربة على عدة معاملات في المشتل وفي الحقل ترمي الي التوفيق بين عدة اوقات لزراعة البذور بالمشتل وعدة اوقات لفراسة الاشغال في الحقل.
- وتدرت نسبة نجاح الاشغال ونموها في السنة الاولى والثانية والرابعة بعد فرائستها.
- وخلافا لما كان يحتقد فقد اثبتت نتائج البحث ان هناك أي فارق بارز بين المعاملات التي اجري عليها الدرس. ولكن يظهر بعد هذه الدراسة ان هناك عدة عوامل اثرت على النتائج المتحصل عليها.

R E S U M E

Pour déterminer la meilleure époque de plantation et la durée optimum de séjour en pépinière, deux essais ont été installés dans le Centre Expérimental de Taméra, dans la région des Mogods : l'un pour le *Pinus pinaster* et l'autre pour l'*Eucalyptus maideni*.

Chaque essai compare plusieurs traitements résultant d'une combinaison de différentes dates de semis en pépinière et de différentes dates de plantation sur le terrain. La survie et la croissance des plants ont été mesurées la première, la deuxième et la quatrième année après la plantation.

Contrairement à ce que l'on pouvait attendre, l'analyse des résultats ne fait pas apparaître de différences sensibles entre les traitements. En réalité, il apparaît que plusieurs facteurs ont pu intervenir sur les résultats observés.

A B S T R A C T

In order to determine the best planting period and the optimum length of stay of the seedlings in the nursery, two trials have been established in the Tamera Experimental Station in the Mogods Region of Tunisia. One of the trials was with Pinus pinaster and the other with Eucalyptus maideni.

Each trial compares several treatments resulting from a combination of different sowing dates in the nursery and different field planting dates. Seedling survival and growth have been measured the first, second and fourth year following planting.

Contrary to what was expected, the analysis of the results has failed to show any important differences between treatments. It appears that several factors have interfered in the observed results.

R E S U M E N

Con el fin de determinar la mejor época de plantación y la duración óptima de estancia de las plantas en el vivero, dos ensayos han sido establecidos en el Centro Experimental de Tamera, situado en la región de los Mogods. Las especies estudiadas fueron; el Pinus pinaster y el Eucalyptus maideni.

Cada ensayo compara los tratamientos que resultan de las combinaciones de las diferentes fechas de siembra en el vivero y las diferentes fechas de plantación en el terreno.

La supervivencia y el crecimiento de las plantas se midieron el primer año, el segundo y el cuarto después de la plantación.

Al contrario de lo esperado el análisis no ha mostrado diferencias importantes entre los tratamientos. Probablemente muchos factores han interferido los resultados observados.

SOMMAIRE

	<u>Pages</u>
I INTRODUCTION	1
II MATERIEL ET METHODES	1
III RESULTATS	6
IV DISCUSSION DES RESULTATS	17
V CONCLUSIONS	18

Annexe 1

Analyses et calculs complets pour la survie des plants en Juin 1968 de l'essai d' <u>Eucalyptus maideni</u>	20
--	----

Annexe 2

Résumés des analyses et des tests pour les mensurations de survie et de croissance de Juin 1968, Janvier 1970 et Avril 1973, pour <u>Eucalyptus maideni</u> et <u>Pinus pinaster</u>	26
--	----

Bibliographie	38
---------------	----

LISTE DES FIGURES

	<u>Pages</u>
Figure 1 : Centre Expérimental de Taméra, implantation des essais	2
Figure 2 : Représentation graphique des traitements	5
Figure 3 : Résumé graphique des résultats des mensurations de Juin 1968 pour l' <u>Eucalyptus maideni</u>	7
Figure 4 : Résumé graphique des résultats des mensurations de Janvier 1970 pour <u>Eucalyptus maideni</u>	8
Figure 5 : Résumé graphique des résultats des mensurations d'Avril 1973 pour <u>Eucalyptus maideni</u>	9
Figure 6 : Résumé graphique des résultats des mensurations de Juin 1968 pour <u>Pinus pinaster</u>	10
Figure 7 : Résumé graphique des résultats des mensurations de Janvier 1970 pour <u>Pinus pinaster</u>	11
Figure 8 : Résumé graphique des résultats des mensurations d'Avril 1973 pour <u>Pinus pinaster</u>	12
Figure 9 : Représentation graphique des résultats de la mensuration de survie de <u>Pinus pinaster</u> en Avril 1973	16

I. INTRODUCTION

QUELLE EST LA MEILLEURE EPOQUE DE SENIS ET LA DUREE OPTIMUM D'ELEVAGE DES PLANTS EN PEPINIERE ?
QUEL EST L'AGE LE PLUS FAVORABLE DU PLANT A LA PLANTATION ET L'EPOQUE OPTIMUM DE MISE EN PLACE ?

Ce sont des questions que les forestiers se posent à chaque fois qu'ils préparent un programme de reboisement.

C'est dans le Nord de la Tunisie, dans les étages humides et sub-humides, que les opinions sont les plus divisées, certains forestiers préconisant des plantations en automne, d'autres en printemps et d'autres encore pendant quasi toute la saison utile des pluies c.à.d. entre Octobre et Avril.

C'est dans le but de trouver une réponse à ces questions qu'en 1966, dans le cadre des activités du Projet TUN 11 (Institut de Reboisement de Tunis), des essais ont été installés dans le Centre Expérimental de Taméra. Les essences utilisées sont le Pinus pinaster et l'Eucalyptus maidani qui représentaient alors les espèces les plus employées par le Service Forestier pour le reboisement des Mogods.

II. MATERIEL ET METHODES

Le Centre Expérimental de Taméra se trouve dans la région naturelle des Mogods, dans le bioclimat humide inférieur à hivers doux. Les caractéristiques climatiques de la station la plus proche (Tabarka) sont :

- pluviométrie moyenne annuelle = 920 mm
- température moyenne du mois le plus froid = 7,2°C
- température moyenne du mois le plus chaud = 31,4°C
- minimum absolu de la température = 0,5°C

La pluviométrie saisonnière se répartit comme suit :

- printemps : 176 mm ou 19,1 %
- été 27 mm ou 2,9 %
- automne 290 mm ou 31,5 %
- hiver 427 mm ou 46,5 %

Le Centre Expérimental de Taméra se présente comme un versant exposé au NW, d'altitude variant de 125 m à 420 m. Le substrat est composé de marnes au bas du versant et dans le col situé à mi-versant, d'argile sur l'ensemble du versant, et de grès sur quelques affleurements.

La végétation appartient à l'oléolentisque sur le substrat marneux et à la subéraie sur les autres sols. Les principaux groupements figurent sur le schéma ci-dessous, fait d'après la carte Phytopédologique du Centre Expérimental de Taméra, dressée par P. Dimanche et A. Schoenenberger (Septembre 1966).

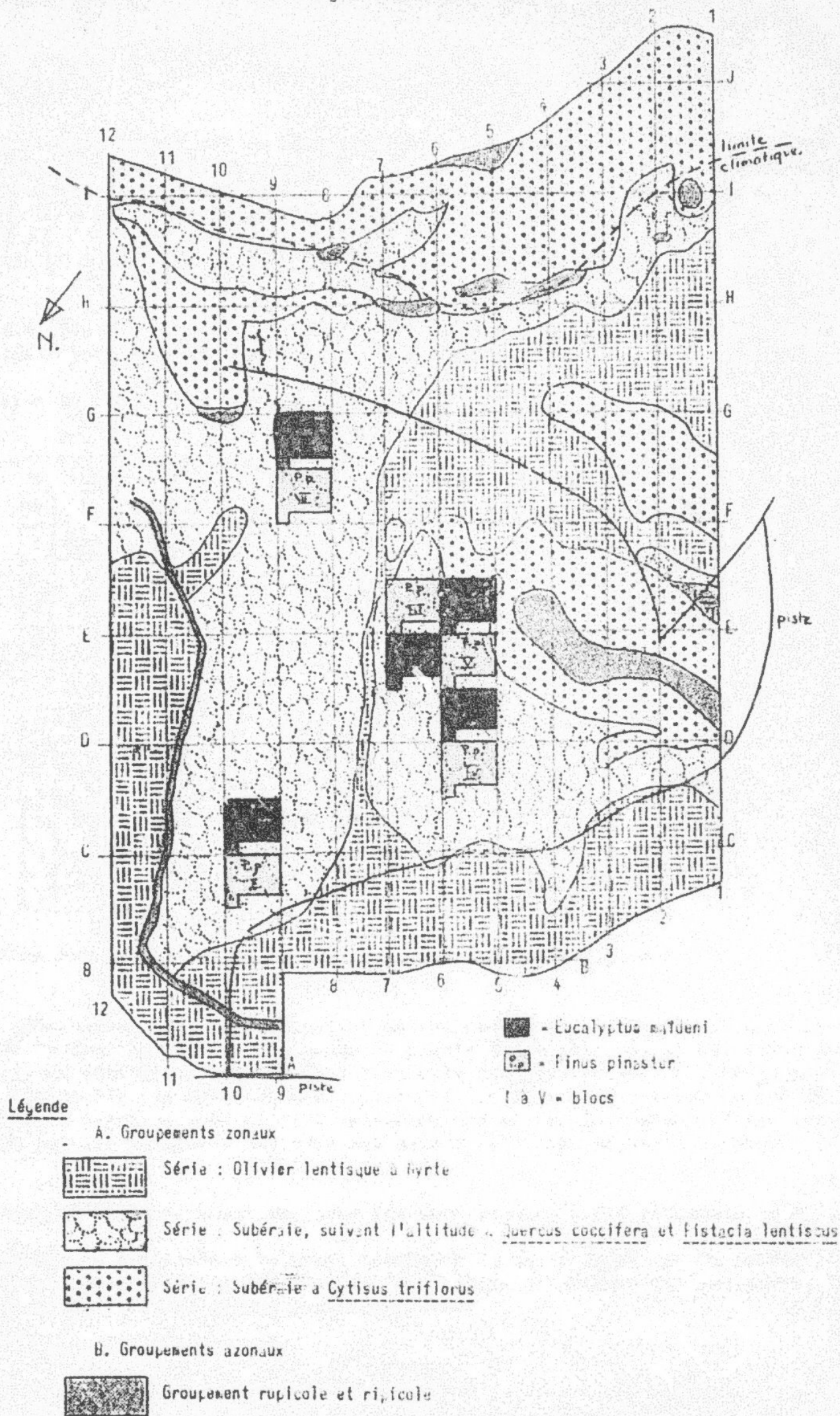
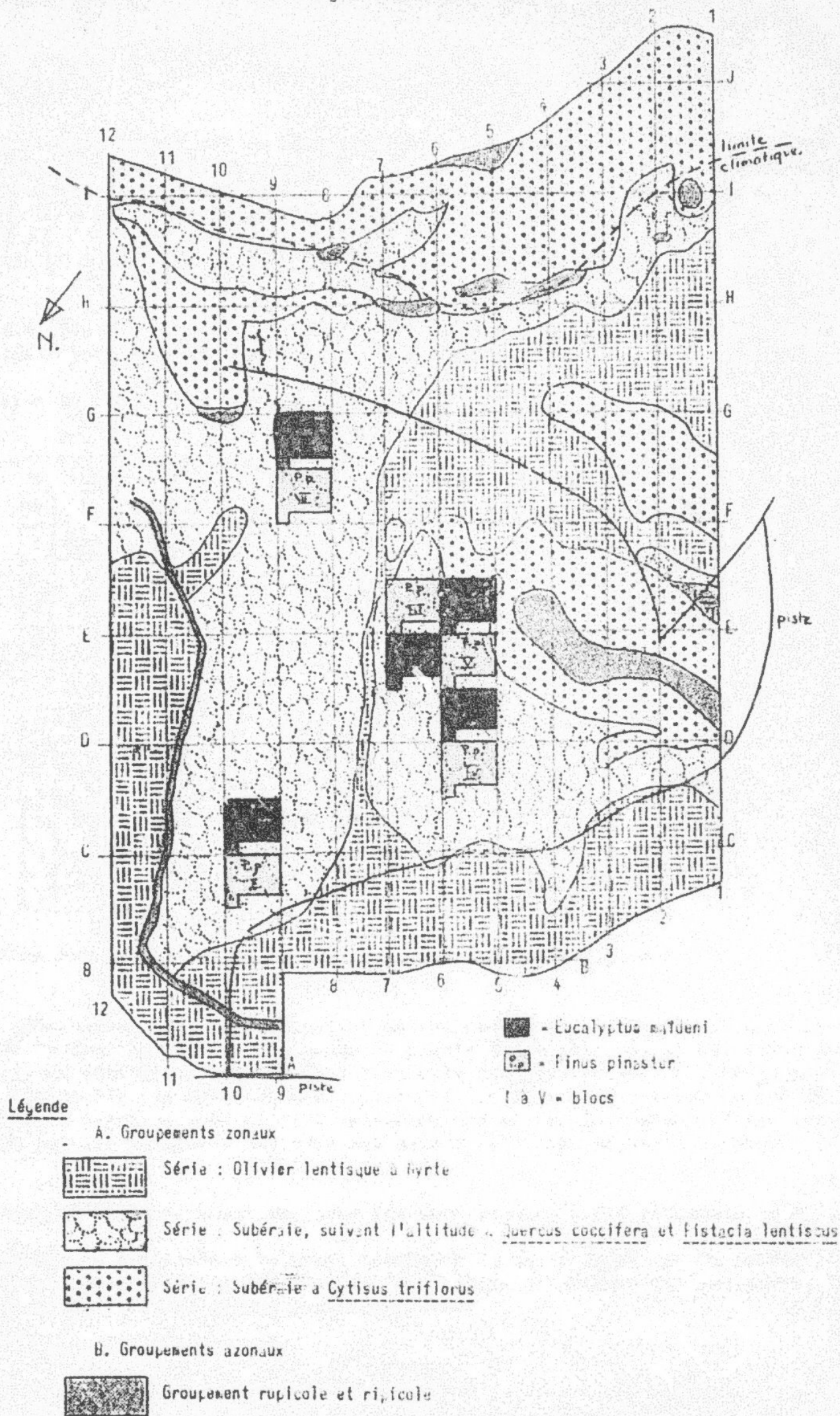


Figure n° 1 : Centre expérimental de Tavera, implantation des essais.



Le dispositif expérimental est en blocs complets randomisés avec 5 répétitions de 26 traitements. Le dispositif est le même pour les deux essences utilisées. Chaque parcelle élémentaire qui représente un traitement, contient 100 pieds plantés à équidistance de 2 m. Ainsi, la parcelle élémentaire se présente comme un carré de 20 m sur 20 m.

La superficie d'un bloc est de $26 \times 400 \text{ m}^2 = 10\,400 \text{ m}^2$, et contient $26 \times 100 = 2600$ plants.

La superficie totale d'un essai est donc : $5 \times 10\,400 \text{ m}^2 = 52\,000 \text{ m}^2$, et le nombre total de plants pour un essai est égal à : $5 \times 2\,600 = 13\,000$.

La composition de chaque bloc est la suivante.

Bloc I

18	5	23	6	7
19	9	14	3	26
4	1	22	20	17
25	16	13	2	15
11	6	26	21	12
10				

Bloc II

1	22	9	3	20
7	2	26	10	5
12	25	19	8	4
6	18	23	14	16
17	11	24	15	13
21				

Bloc III

23	22	1	19	15
2	9	8	18	11
6	10	5	24	25
3	13	16	17	7
4	14	26	20	12
21				

Bloc IV

12	17	11	16	6
26	18	1	19	23
9	15	2	7	24
8	5	13	23	10
3	21	20	22	14
4				

Bloc V

16	26	17	13	7
8	6	11	5	10
9	22	20	24	3
21	23	15	2	25
14	18	12	4	1
19				

L'implantation des essais sur le terrain est montré dans la figure 1.

Les plants nécessaires pour la réalisation de ces essais ont été produits dans la pépinière de Taméra. La méthode d'élevage de plants était celle de la Direction des Forêts c.à.d. on sème directement dans des sachets de polyéthylène remplis de terreau et on n'effectue pas de repiquage. Toutefois, en raison de l'irrégularité du semis, et dès la première semaine de l'émergence des semis, les sachets vides ont été regarnis par des plantules retirées des sachets où elles étaient en excès.

La préparation du terrain, identique pour les deux essais, a été effectuée en 4 étapes.

- D'abord, on a procédé à la coupe totale de la partie aérienne du maquis au moyen de serpes. Cette opération remplaçait l'incinération qui était la méthode utilisée depuis longtemps.

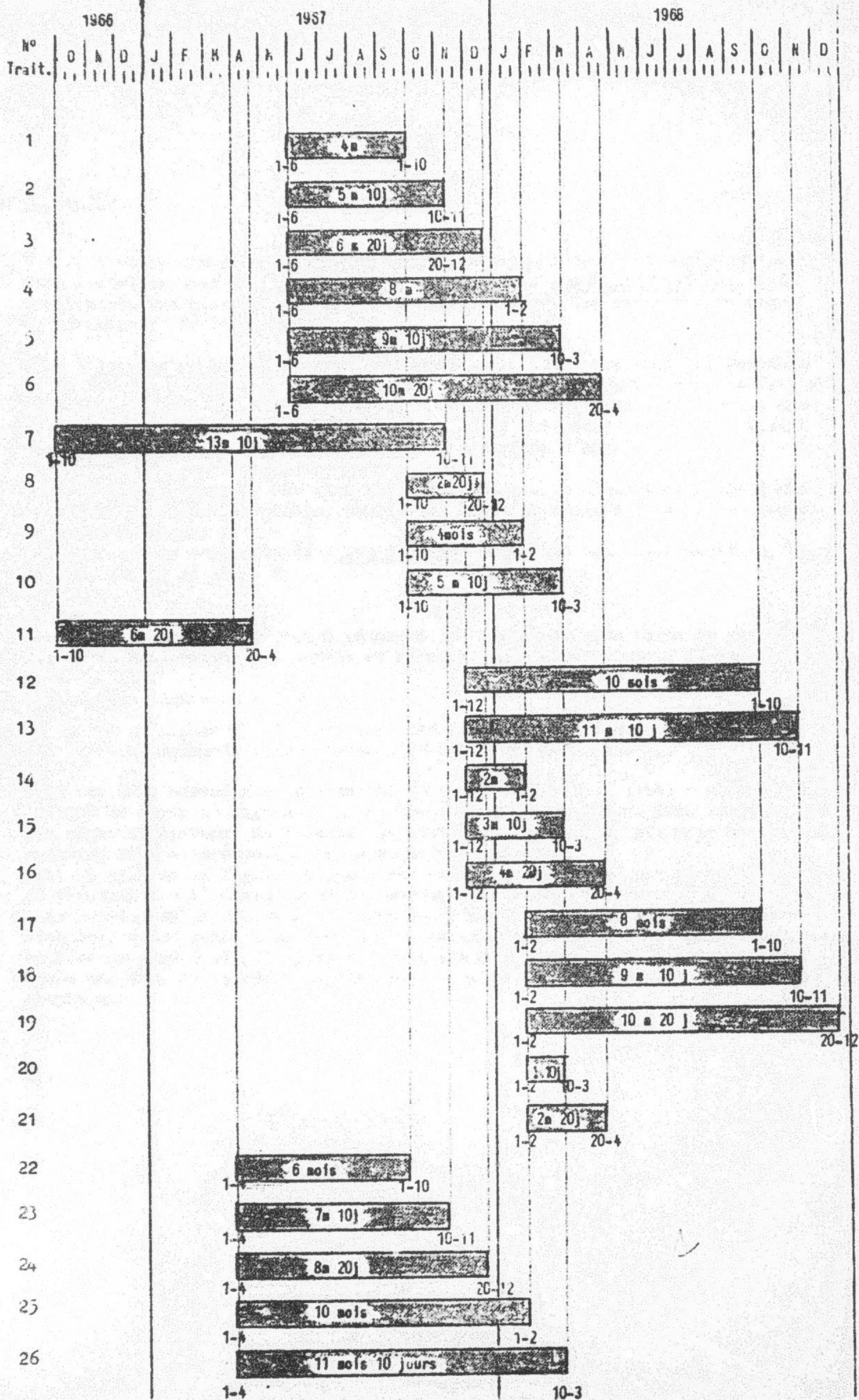


Figure n° 2

III. RESULTATS

Des 26 traitements prévus dans les essais, seulement 19 traitements ont pu être installés pour le Pinus pinaster et 16 pour l'Eucalyptus maideni. Les traitements non plantés sont dus à la mauvaise levée des semis en pépinière de Décembre et de Février.

Pour l'Eucalyptus maideni, aucun des traitements issus des semis de Décembre et de Février n'a pu être installé. Ces traitements manquants sont les traitements 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 et 21. Le traitement 11 n'avait pas été mesuré entièrement en 1968 ni en 1970. Il a été mesuré en 1973 et figure donc uniquement dans les analyses de la mensuration d'Avril 1973.

Pour le Pinus pinaster, des cinq semis de Décembre, seulement deux ont donné un nombre suffisant de plants, tandis que des cinq semis de Février seulement un semis a réussi.

Les traitements manquants de Pinus pinaster sont donc les traitements 12, 13, 14, 17, 18, 19 et 20.

Les figures 3, 4, 5, 6, 7 et 8 résument les résultats sous forme de graphiques des trois mensurations de survie et de croissance pour les deux essences essayées.

Dans chaque figure on trouve :

- en abscisse : les moyennes des hauteurs ou circonférences,
- en ordonnée : les moyennes de survie en %.

Pour les deux paramètres le résultat du test de DUNCAN au seuil $p = 0,05$ est indiqué au moyen de lignes. Les traitements soulignés par un même trait ne sont pas significativement différents. Le test de DUNCAN a été fait pour chaque mensuration sans considération de la signification de F.

Dans le plan de la figure, chaque traitement est symbolisé par un point (o) se trouvant sur l'intersection des moyennes de survie et de croissance. Un point noir représente un traitement planté en "hiver", c.à.d. en Octobre-Novembre-Décembre, et un point blanc représente un traitement planté en "printemps" c.à.d. en Février-Mars-Avril. La position relative d'un point, donc d'un traitement, donne une idée de la réussite, les meilleurs se trouvant en haut et à droite du graphique.

C.E. TAMERA

Essai 5-3-2 : Date de plantation et durée d'élevage en pépinière

Eucalyptus maideni

plantation : 1967-1968

Date de mensuration : Juin 1968

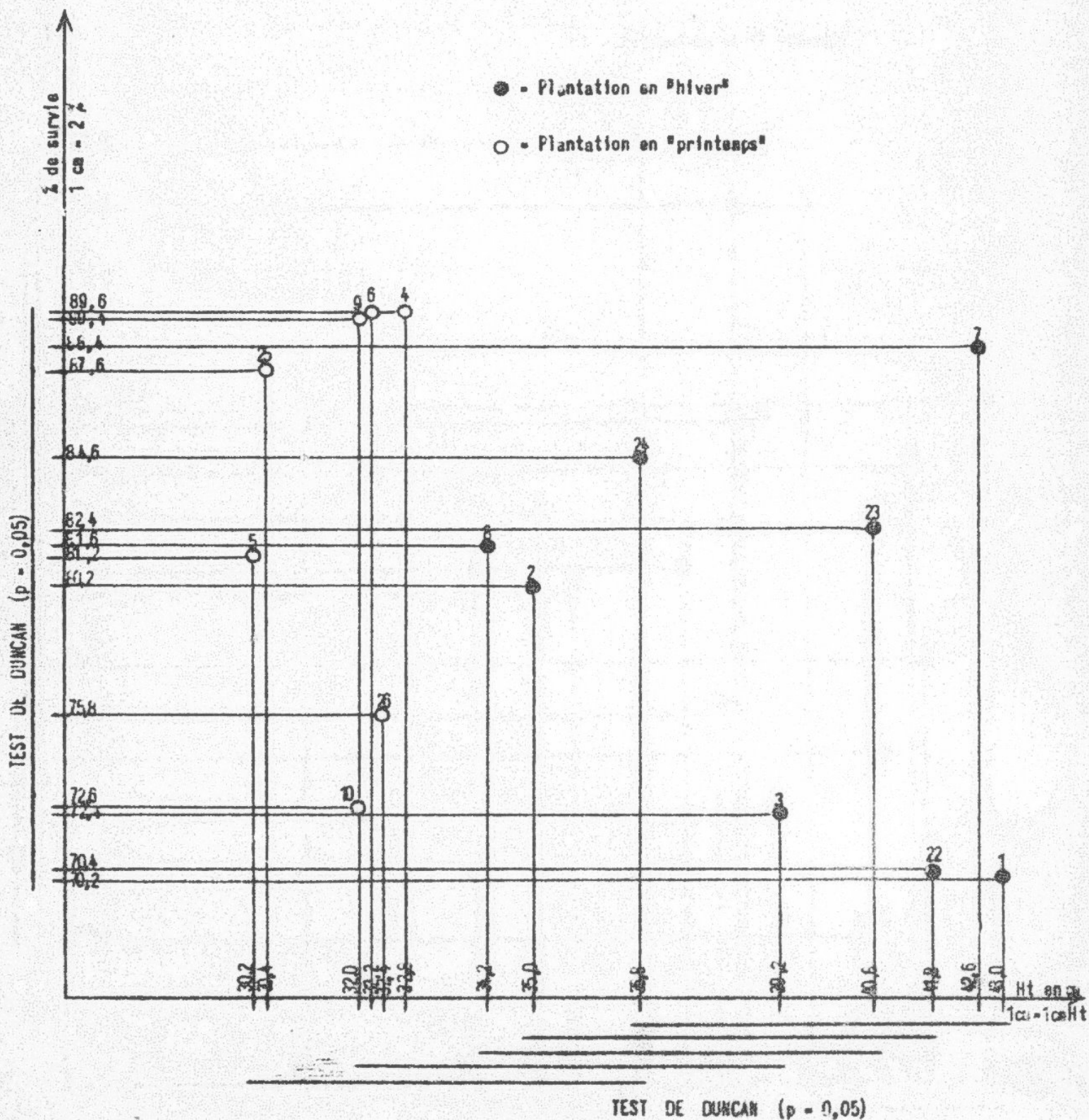


Figure n° 3

C.E. TAMERA

Essai 3-3-2 : Date de plantation et durée d'élevage en pépinière

Eucalyptus maideni

Plantation: 1967 - 1968

Date de mensuration : Janvier 1970

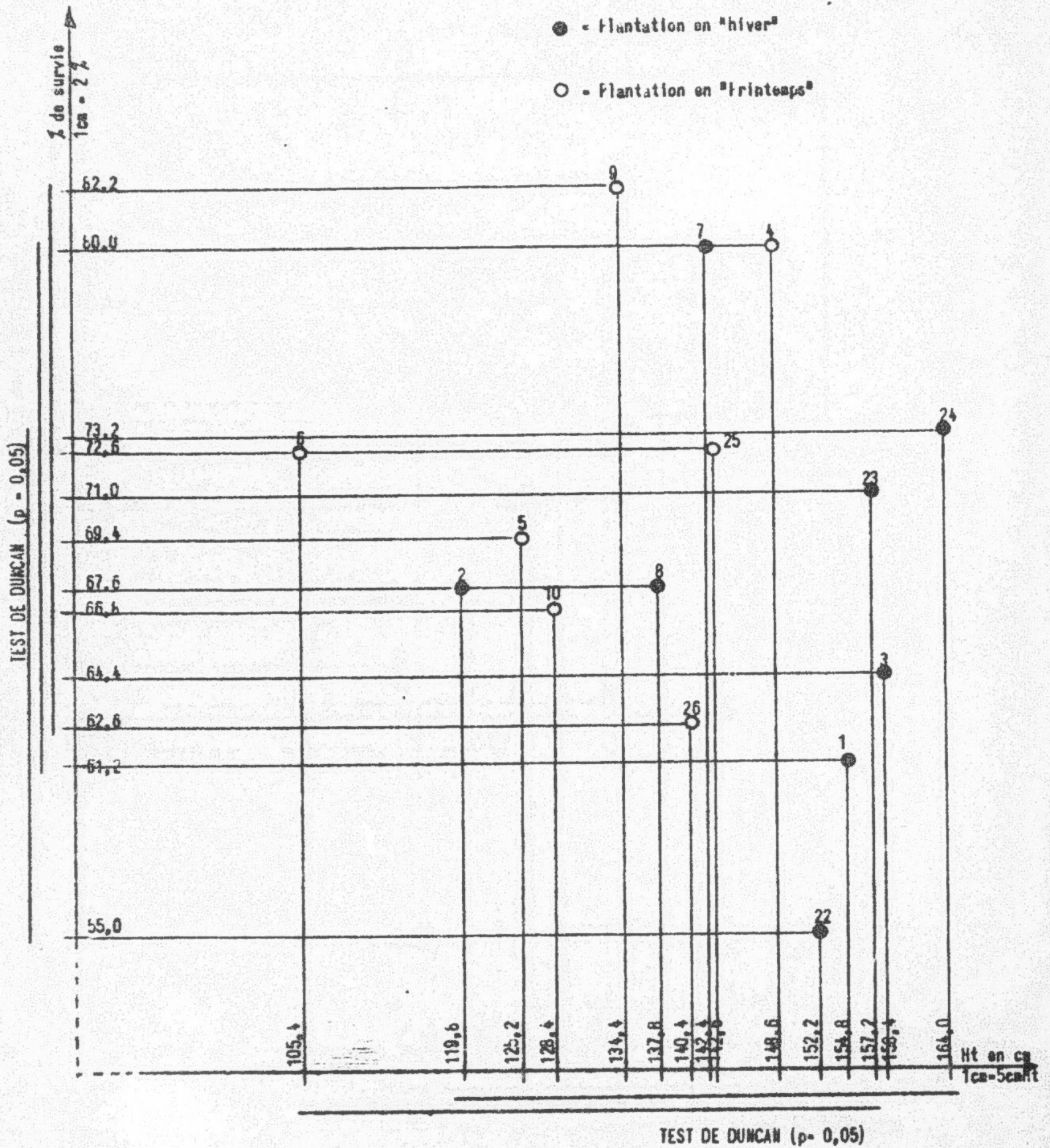


Figure n° 4

C.E. TAMERA

Essai 5-3-2 : Date de plantation et durée d'élevage en pépinière

Eucalyptus maideni

Plantation 1967 - 1968

Date de censuration : Avril 1973

● - plantation "d'hiver"

○ - plantation de "printemps"

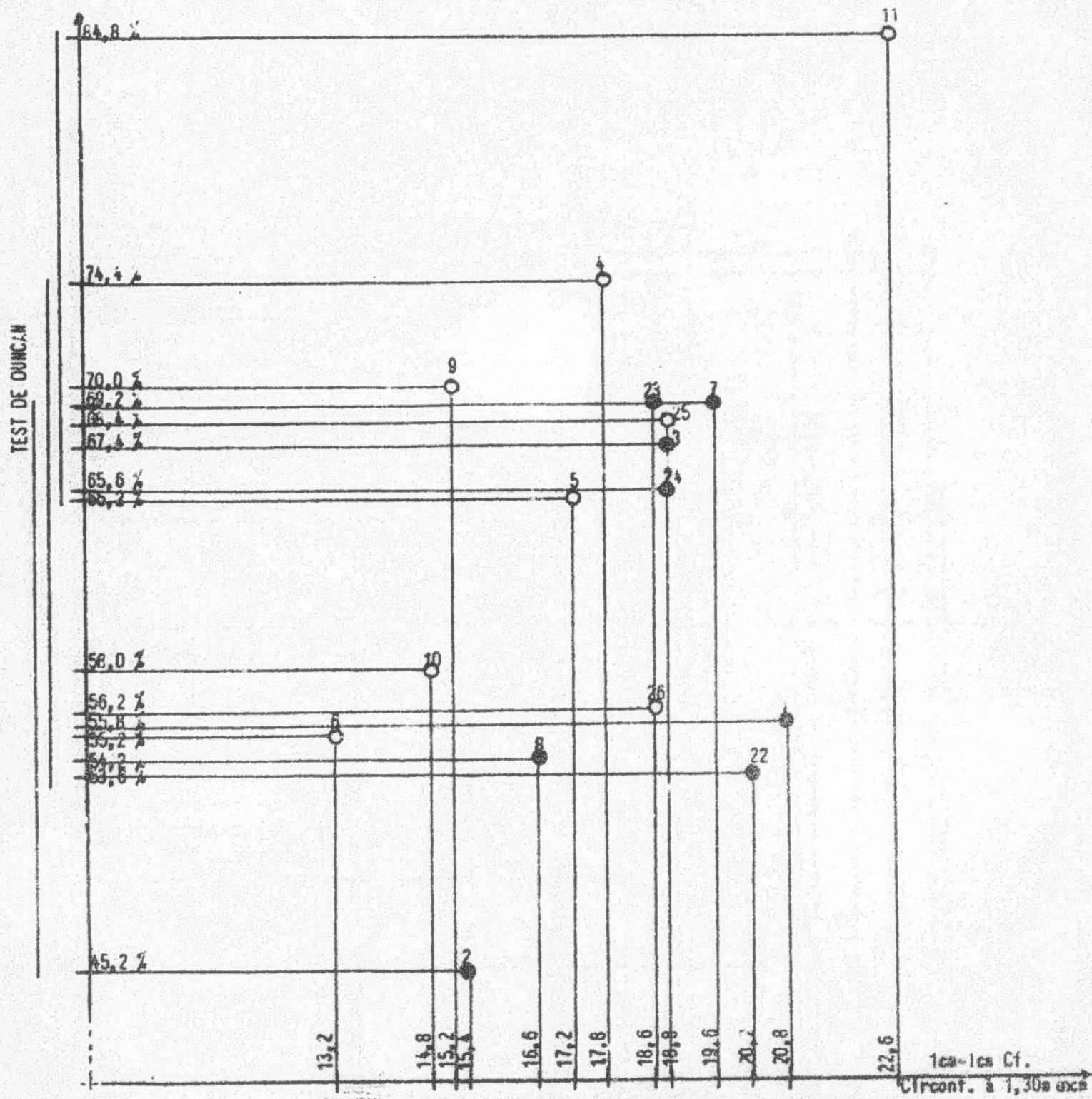


Figure n° 5

TEST DE DUNCAN (p = 0,05)

C.E. TAMERA

Essai 5-3-3 : Date de plantation et durée d'élevage en pépinière

Pinus pinaster

Plantation 1967 - 1968

Date de mensuration : Juin 1968

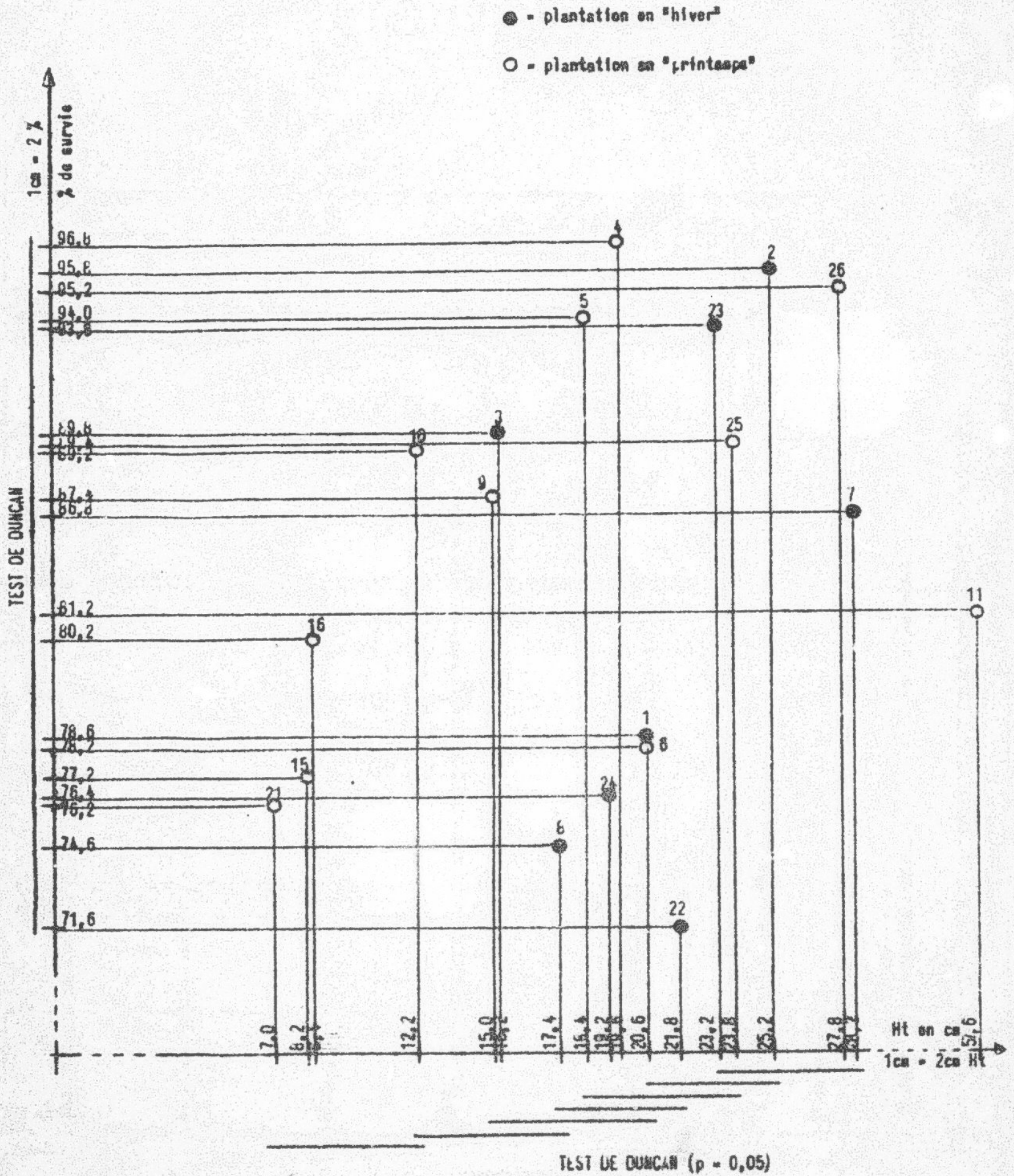


Figure n° 6

C.E. TAMERA

Essai 5-3-3 : Date de plantation et durée d'élevage en pépinière

Pinus pinaster

Plantation 1967 - 1968

Date de mensuration : Janvier 1970

● - plantation en "hiver"

○ - plantation en "printemps"

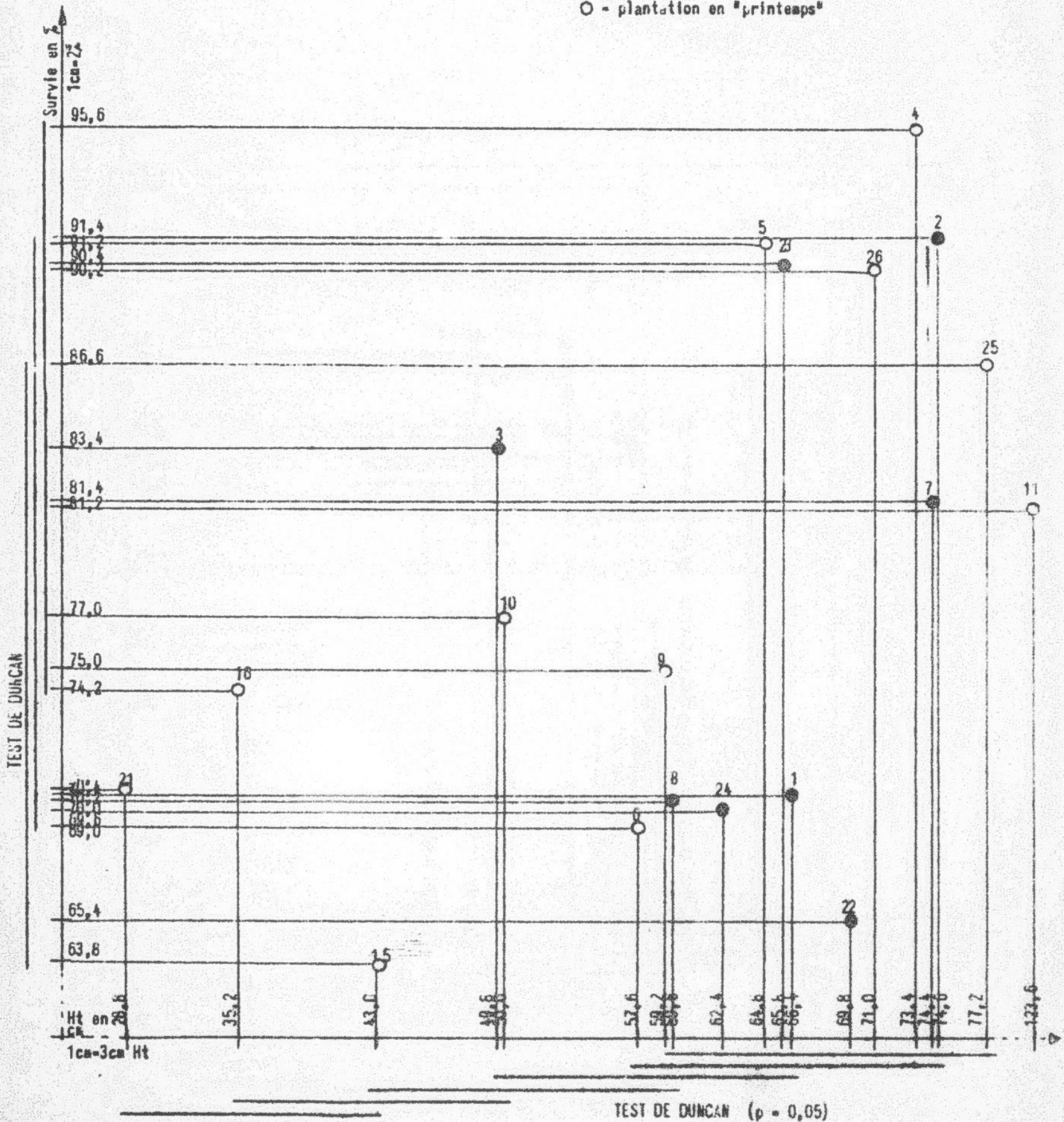


Figure n° 7

C.E. TAMERA

Essai 5-3-3 : Date de plantation et durée d'élevage en pépinière

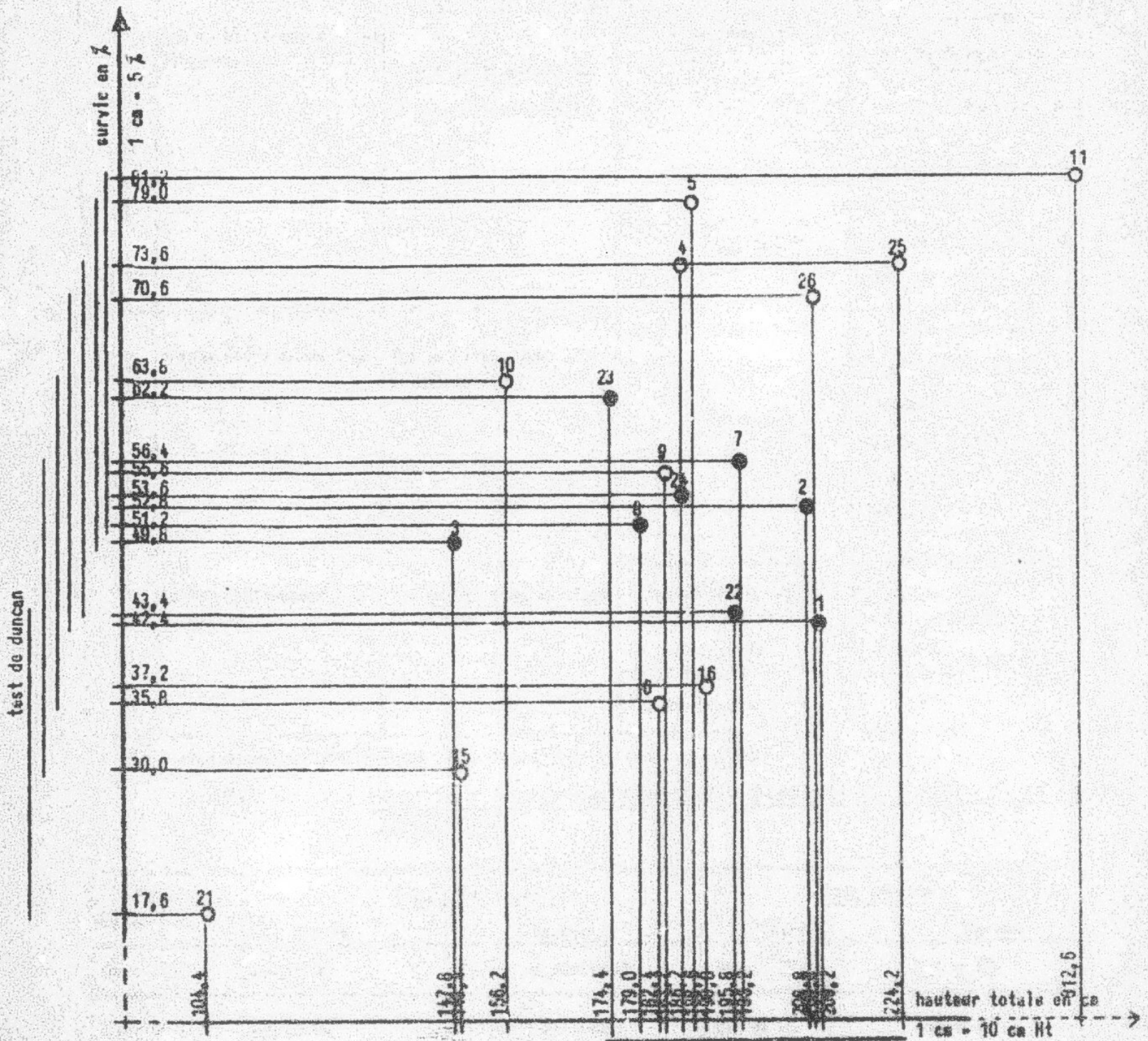
Pinus pinaster

Plantation 1967 - 1968

Date de mensuration : Avril 1973

● - plantation en "hiver"

○ - plantation en "printemps"



TEST DE DUNCAN (p = 0,05)

Figure n° 6

Les résultats des dépouillements ont été résumés dans les tableaux suivants :

Tableau 1 : Résultats des comparaisons des traitements

Date de mesure- tion	<u>Eucalyptus maideni</u>		<u>Pinus pinaster</u>	
	Survie	Hauteur	Survie	Hauteur
Juin 1968	Pas de Différences Significatives	$1-7 > 5-25-10-9-6-26-4-8$ $22 > 5-25-10-9-6-26-4-8$ $23 > 5-25-10-9-6-26-4$ $3 > 5-25$	Pas de Différences Significatives	$11 > \text{tous traitements}$ $7-26 > 21-15-16-10-9-3-8$ $5-24-4-1-6-22$ $2 > 21-15-16-10-9-3-6$ $5-24-4$ $25-23 > 21-15-16-10-9-3-6$ $22 > 21-15-16-10-8-3$ $1-6-4-24-5 > 21-15-16-10$ $8-3-9 > 21-15-16$
Janvier 1970	Pas de Différences Significatives	Pas de Différences Significatives	$4 > 15-22-6-24-8-1-21$ $2-5-23-26 > 15-22$	$11 > \text{tous traitements}$ $25 > 21-16-15-3-10-6$ $2-7-4-26-22 > 21-16-15-3-10$ $1-23-5-24 > 21-16-15$ $8-8-6 > 21-16$ $10-3 > 21$
Avril 1973	Pas de Différences Significatives	Pas de Différences Significatives	$11 > 21-15-6-16-1-22-3$ $5 > 21-15-6-16-1-22$ $4-25 > 21-15-6-16-1$ $26 > 21-15-6-16$ $10-23 > 21-15$ $7-9-24-2-8-3 > 21$	$11 > \text{tous traitements}$ $25 > 21-3-15-10$ $1-26-2 > 21-3-15$ $7-22-16-5-4$ $24-9-6-8-23 > 21$

> - significativement différent et supérieur à : (au seuil $p = 0,05$)

Tableau 2 : Résultats des comparaisons des plantations "d'hiver" et de "printemps"

Dates de Mesuration	<u>Eucalyptus maideni</u>		<u>Pinus pinaster</u>	
	Survie	Hauteur	Survie	Hauteur
Juin 1968	pas de DS	"Hiver" > "Printemps"	pas de DS	pas de DS
Janvier 1970	pas de DS	"Hiver" > "Printemps"	pas de DS	pas de DS
Avril 1973	pas de DS	pas de DS	pas de DS	pas de DS

DS - Différence Significative

> - Significativement différent et supérieur à : (au seuil $p = 0,05$)

"Hiver" - plantations en fin d'année, c.à.d. 1 Octobre, 10 Novembre et 20 Décembre

"Printemps" - plantations en début d'année, c.à.d. 1 Février, 10 Mars et 20 Avril.

De l'examen des résultats du tableau 1 pour l'Eucalyptus maideni il apparaît que la plantation des plants de différents âges et à différentes époques de l'année, n'a pas affecté significativement la survie et ce pour les trois mensurations effectuées en Juin 1968, Janvier 1970 et Avril 1973. En Juin 1968 le maximum de survie était de 89,6 % et le minimum de 70,2 % tandis qu'en Avril 1973 les extrêmes étaient de 84,8 % et 45,2 %.

En ce qui concerne la croissance des plants d'Eucalyptus maideni, les différences constatées lors de la mensuration de Juin 1968, n'étaient plus décelables en Janvier 1970 et Avril 1973.

Les hauteurs des plants relevés en Juin 1968 variaient entre 30 cm et 43 cm. Environ deux ans après les extrêmes étaient de 105 cm à 164 cm. Lors de la mensuration d'Avril 1973 la croissance des plants exprimée en circonférence variait de 13,2 cm à 22,6 cm.

De l'examen des résultats du tableau 1 pour le Pinus pinaster, il ressort que la survie des plants lors de la mensuration de Juin 1968 était pratiquement la même. Cette survie variait de 71,6 % à 96,8 %.

En Janvier 1970, quelques petites différences sont apparues sans marquer toutefois une orientation bien définie.

En Avril 1973, d'autres différences sont venues s'ajouter aux précédentes. On constate que les plants de 6 mois 20 jours plantés en Avril 1967 (traitement 11) ont une survie de 81,2 %, supérieure à 7 autres traitements, parmi lesquels trois (traitements 21, 6 et 16) ont également été plantés en Avril. Les plants de 2 mois 20 jours plantés en Avril 1968 (traitement 21) ont donné une très mauvaise réussite de 17,6 % qui est nettement inférieure à la réussite de la majorité des autres traitements (figure 9).

Les autres différences ne permettent pas non plus de dégager des conclusions fermes quant à l'époque de semis, la durée de séjour en pépinière et la date de plantation.

En ce qui concerne la hauteur des plants de Pinus pinaster, lors de la mensuration de Juin 1968, les plants de 6 mois 20 jours plantés en Avril 1967 (traitement 11) ont eu la meilleure croissance (57,6 cm).

Les plants de 13 mois 10 jours plantés en Novembre 1967 (traitement 7) et les plants de 11 mois 10 jours plantés en Mars 1968 (traitement 26), manifestent une croissance supérieure à la plupart des autres traitements.

Les plants de 5 mois 10 jours plantés en Novembre 1967 (traitement 2) ont également montré une bonne croissance.

Les plus petites hauteurs de 7 cm, 8,2 cm et 8,4 cm ont respectivement été atteintes par les plants de 2 mois 20 jours plantés en Avril 1968 (traitement 21), 3 mois 10 jours plantés en Mars 1968 (traitement 15) et de 4 mois 20 jours plantés en Avril 1968 (traitement 16).

En Janvier 1970, les différences constatées en Juin 1968 se sont généralement maintenues. Les hauteurs extrêmes observées sont 123,6 cm (traitement 11) et 28,8 cm (traitement 21).

En Avril 1973, 5 ans après la plantation, les plants de 6 mois 20 jours plantés en Avril 1967 (traitement 11) ont atteint une hauteur moyenne de 3,12 m, supérieure à tous les autres traitements.

Le hauteur de 2,24 m atteinte par les plants de 10 mois plantés en Février 1968 (traitement 25) ne montre une différence significative qu'avec les hauteurs des plants de 2 mois 20 jours plantés en Avril 1968 (traitement 21), 6 mois 20 jours plantés en Décembre 1967 (traitement 3), 3 mois 10 jours plantés en Mars 1968 (traitement 10).

Les plants de 2 mois 20 jours plantés en Avril 1968 (traitement 21), avec une hauteur moyenne de 1,04 m, sont nettement inférieurs à la majorité des autres traitements.

De l'examen du tableau 2, la comparaison des résultats acquis par les traitements plantés en fin d'année, (appelés "d'hiver"), à ceux des traitements plantés en début d'année (appelés de "printemps") montre qu'il n'y a pas de différence significative entre l'une ou l'autre époque de plantation pour la survie et la hauteur de Pinus pinaster ni pour la survie d'Eucalyptus maideni, et ce pour les trois mensurations.

Pour l'Eucalyptus maideni, et pour les mensurations de Juin 1968 et Janvier 1970, les hauteurs des plants plantés en "hiver" sont significativement différentes et supérieures à celles des plants plantés en "printemps". Toutefois en Avril 1973, il n'y a plus de différence significative entre les hauteurs des plants plantés en "hiver" et en "printemps".

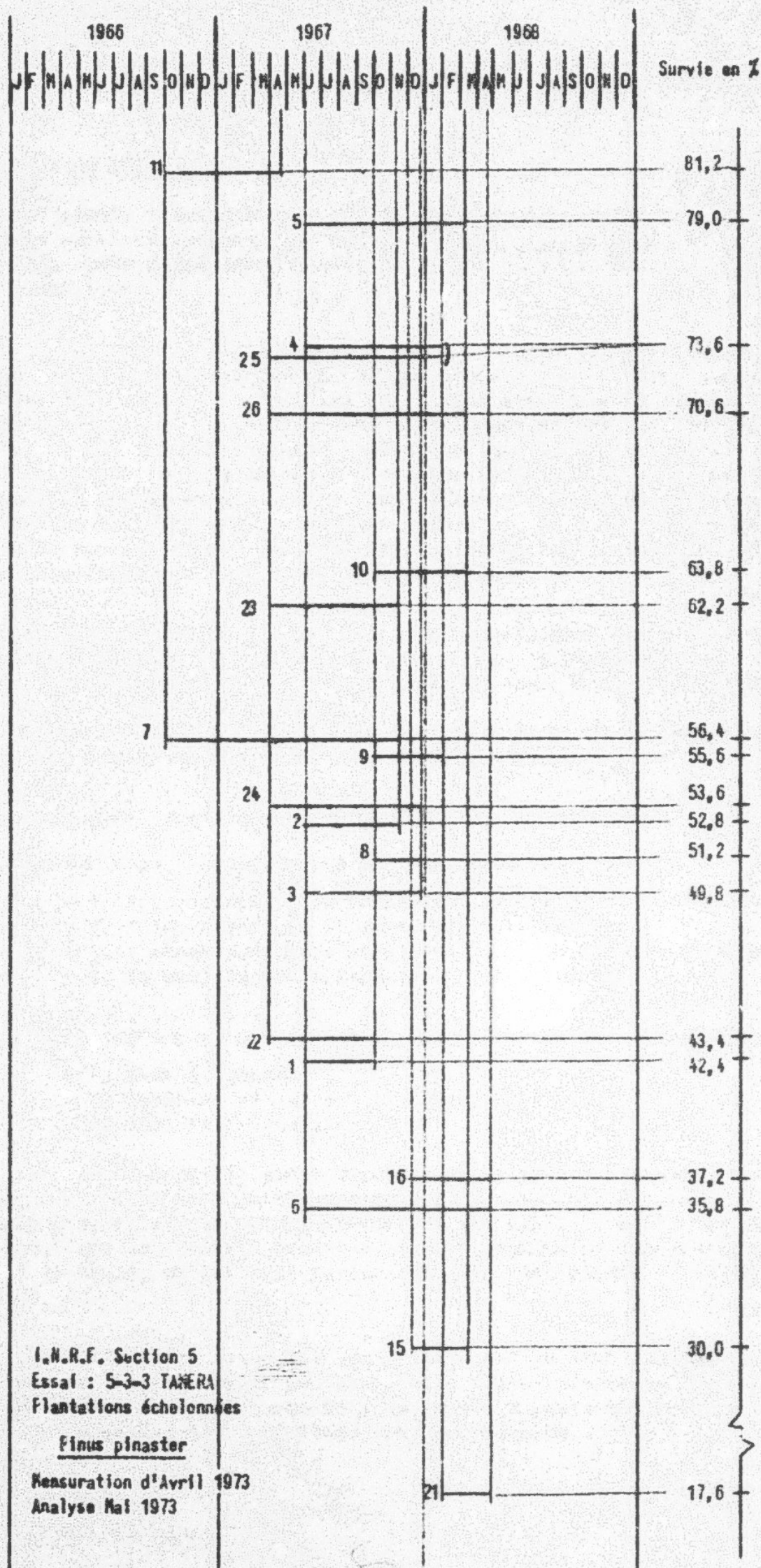


Figure n° 9

IV. DISCUSSION DES RESULTATS

On est plutôt surpris par le peu de différences constatées, aussi bien en survie qu'en croissance, des plants d'Eucalyptus maideni et de Pinus pinaster plantés après différentes durées de séjour en pépinière et à différentes dates de plantation.

Les différences constatées dans l'essai de Pinus pinaster (voir tableau 1, page 13) ne permettent pas de dégager une conclusion ferme quant à la durée optimale de séjour en pépinière et la meilleure date de plantation. D'une manière générale, ces différences se résument en une supériorité du traitement 11 et en une infériorité des traitements 15, 16 et 21. Le traitement 11 comporte des plants issus d'un semis d'octobre 1966, mis en place en Avril 1967 après 6 mois de séjour en pépinière. Etant donné que ce traitement a été le seul à être installé durant la campagne 1966-1967, il a pu prendre une avance considérable sur les autres traitements plantés durant la campagne 1967-1968, et il a pu bénéficier de conditions plus favorables.

Les traitements 15 et 16 sont deux traitements dont les plants sont issus d'un semis de Décembre 1967 et respectivement mis en place en Mars 1968 et Avril 1968. Le traitement 21 comporte des plants issus d'un semis de Février 1968 et mis en place en Avril 1968.

L'infériorité de ces trois traitements peut être attribuée à la mauvaise qualité des plants au moment de leur installation.

Comment donc expliquer le manque de différences ?

Quatre facteurs principaux ont pu intervenir pour masquer les différences :

- 1. la complexité des variables dans un même traitement,
- 2. l'importance de l'erreur expérimentale,
- 3. l'absence de périodicité de la capacité de régénération des racines,
- 4. la qualité des opérations d'installation.

1. Chaque traitement étudié est la résultante de trois variables, à savoir :

- la date de semis,
- la durée de séjour en pépinière, ou l'âge des plants,
- la date de plantation.

Il est très difficile, sinon impossible, de décaler la part de l'action de chaque variable dans le comportement du traitement. En fixant l'une des trois variables, cela mène automatiquement à une multiplication des essais. Néanmoins, dans un contexte pratique, il est logique de considérer une date fixe pour le semis, ne laissant varier que l'âge des plants et la date de mise en place.

2. Les différences entre les traitements ont pu être masquées par la valeur élevée de l'erreur expérimentale. Cette valeur élevée est probablement due au grand nombre de traitements et à la grande superficie couverte par l'essai, qui ont engendré des variations non contrôlables.

IV. DISCUSSION DES RESULTATS

On est plutôt surpris par le peu de différences constatées, aussi bien en survie qu'en croissance, des plants d'Eucalyptus maideni et de Pinus pinaster plantés après différentes durées de séjour en pépinière et à différentes dates de plantation.

Les différences constatées dans l'essai de Pinus pinaster (voir tableau 1, page 13) ne permettent pas de dégager une conclusion ferme quant à la durée optimale de séjour en pépinière et la meilleure date de plantation. D'une manière générale, ces différences se résument en une supériorité du traitement 11 et en une infériorité des traitements 15, 16 et 21. Le traitement 11 comporte des plants issus d'un semis d'octobre 1966, mis en place en Avril 1967 après 6 mois de séjour en pépinière. Etant donné que ce traitement a été le seul à être installé durant la campagne 1966-1967, il a pu prendre une avance considérable sur les autres traitements plantés durant la campagne 1967-1968, et il a pu bénéficier de conditions plus favorables.

Les traitements 15 et 16 sont deux traitements dont les plants sont issus d'un semis de Décembre 1967 et respectivement mis en place en Mars 1968 et Avril 1968. Le traitement 21 comporte des plants issus d'un semis de Février 1968 et mis en place en Avril 1968.

L'infériorité de ces trois traitements peut être attribuée à la mauvaise qualité des plants au moment de leur installation.

Comment donc expliquer le manque de différences ?

Quatre facteurs principaux ont pu intervenir pour masquer les différences :

- 1. la complexité des variables dans un même traitement,
- 2. l'importance de l'erreur expérimentale,
- 3. l'absence de périodicité de la capacité de régénération des racines,
- 4. la qualité des opérations d'installation.

1. Chaque traitement étudié est la résultante de trois variables, à savoir :

- la date de semis,
- la durée de séjour en pépinière, ou l'âge des plants,
- la date de plantation.

Il est très difficile, sinon impossible, de décaler la part de l'action de chaque variable dans le comportement du traitement. En fixant l'une des trois variables, cela mène automatiquement à une multiplication des essais. Néanmoins, dans un contexte pratique, il est logique de considérer une date fixe pour le semis, ne laissant varier que l'âge des plants et la date de mise en place.

2. Les différences entre les traitements ont pu être masquées par la valeur élevée de l'erreur expérimentale. Cette valeur élevée est probablement due au grand nombre de traitements et à la grande superficie couverte par l'essai, qui ont engendré des variations non contrôlables.

3. La périodicité de la "capacité de régénération des racines"* n'est pas apparente. L'observation de ce phénomène aurait permis de déceler une époque optimale pour la survie des plants (STONE et ALL, 1959, 1962, 1963). Toutefois, en raison du mode d'élevage des plants et la complexité des traitements, la périodicité de la capacité de régénération des racines n'a pas pu être mise en évidence.
4. En regardant les réussites de plantation enregistrées au mois de Juin 1968, on observe que la survie pour tous les traitements est comprise entre 89,6 % et 70,2 % pour l'Eucalyptus maideni et entre 96,8 % et 71,6 % pour le Pinus pinaster, ce qui peut être considéré comme un résultat très satisfaisant pour les Mogods. Cette réussite peut être expliquée par la qualité de toutes les opérations d'installation. Le sol a été défriché complètement, les poquets de plantation ont été bien préparés et la concurrence de la végétation adventice a été bien contrôlée.

V. CONCLUSION

Sans un examen sérieux des résultats de ces essais, on serait tenté de conclure qu'il n'existe aucune période de plantation plus favorable qu'une autre.

Si ces résultats étaient concluants, cela permettrait, lors des reboisements, d'étaler les plantations durant toute la saison pluvieuse, en utilisant des plants de différents âges, ce qui faciliterait considérablement l'organisation des opérations de reboisement.

Malheureusement, il est apparu qu'on ne pouvait négliger les différents facteurs analysés plus haut, qui ont incontestablement influé sur les résultats observés.

Cette étude est la première de ce genre à avoir été entreprise en Tunisie. Même si ses résultats ne sont pas concluants, elle aura au moins permis de montrer la complexité du problème et de révéler l'importance des différents facteurs qui peuvent influencer les résultats et qui doivent être pris en considération.

Aussi, de nouvelles études, utilisant des dispositifs expérimentaux plus appropriés, doivent être entreprises avant de dégager des conclusions définitives sur les époques optimales de plantation.

* La capacité de régénération des racines est l'aptitude du plant à émettre de nouvelles racines et/ou à accroître les racines existantes. Cette capacité peut être mesurée par l'accroissement des racines après un mois de séjour en milieu contrôlé (substrat : sol limono-sablonneux, humidité : capacité au champ, température 20° C).

3. La périodicité de la "capacité de régénération des racines"* n'est pas apparente. L'observation de ce phénomène aurait permis de déceler une époque optimale pour la survie des plants (STONE et ALL, 1959, 1962, 1963). Toutefois, en raison du mode d'élevage des plants et la complexité des traitements, la périodicité de la capacité de régénération des racines n'a pas pu être mise en évidence.
4. En regardant les réussites de plantation enregistrées au mois de Juin 1968, on observe que la survie pour tous les traitements est comprise entre 89,6 % et 70,2 % pour l'Eucalyptus maideni et entre 96,8 % et 71,6 % pour le Pinus pinaster, ce qui peut être considéré comme un résultat très satisfaisant pour les Mogods. Cette réussite peut être expliquée par la qualité de toutes les opérations d'installation. Le sol a été défriché complètement, les poquets de plantation ont été bien préparés et la concurrence de la végétation adventice a été bien contrôlée.

V. CONCLUSION

Sans un examen sérieux des résultats de ces essais, on serait tenté de conclure qu'il n'existe aucune période de plantation plus favorable qu'une autre.

Si ces résultats étaient concluants, cela permettrait, lors des reboisements, d'étaler les plantations durant toute la saison pluvieuse, en utilisant des plants de différents âges, ce qui faciliterait considérablement l'organisation des opérations de reboisement.

Malheureusement, il est apparu qu'on ne pouvait négliger les différents facteurs analysés plus haut, qui ont incontestablement influé sur les résultats observés.

Cette étude est la première de ce genre à avoir été entreprise en Tunisie. Même si ses résultats ne sont pas concluants, elle aura au moins permis de montrer la complexité du problème et de révéler l'importance des différents facteurs qui peuvent influencer les résultats et qui doivent être pris en considération.

Aussi, de nouvelles études, utilisant des dispositifs expérimentaux plus appropriés, doivent être entreprises avant de dégager des conclusions définitives sur les époques optimales de plantation.

* La capacité de régénération des racines est l'aptitude du plant à émettre de nouvelles racines et/ou à accroître les racines existantes. Cette capacité peut être mesurée par l'accroissement des racines après un mois de séjour en milieu contrôlé (substrat : sol limono-sablonneux, humidité : capacité au champ, température 20° C).

(F) ANNEXES *

ANNEXE 1

Analyse et calculs complets pour la survie des plants en Juin 1968 de l'essai d'Eucalyptus maideni

ANNEXE 2

Les résumés des analyses et des tests pour les mensurations de survie et de croissance de Juin 1968, Janvier 1970 et Avril 1973, pour Eucalyptus maideni et Pinus pinaster

* Ces annexes servent aussi comme matériel didactique pour la formation du personnel de l' Institut National de Recherches Forestières en Statistique et Expérimentation Forestière.

/F) NNEXE 1

I.N.R.F.

Section : 5 C.E. TAMERA

CALCULS : Analyse de la variance (pour un dispositif de blocs complets randomisés).

Essai de : Plantations échelonnées - Eucalyptus maideni 5 - 3 - 2

Date de plantation : 1967 - 1968

Date de mensuration : Juin 1968

Per :

Caractéristique mesurée : survie en

1. Tableau et premiers calculs

[illegible]

Calculs faits par :

Date :

Calcul d'une donnée manquante

Dans une expérimentation par la méthode des blocs complets randomisés, la valeur d'une donnée manquante ou d'une donnée faussée par l'action d'agents extérieurs (par exemple le bétail, le feu etc.) peut être calculée par la formule suivante [Steel and Torrie 1960] :

$$X = \frac{rB + tT - G}{(r - 1)(t - 1)}$$

où r = le nombre de répétitions (blocs) = 5

t = le nombre de traitements = 5

B et T sont les totaux des valeurs observées dans le bloc et le traitement qui contiennent la donnée manquante.

G = grand total des valeurs observées.

La valeur estimée (X) est mise dans le tableau avec les valeurs observées et l'analyse de la variance se fait normalement et un degré de liberté est soustrait aussi bien du nombre total de degrés de liberté que du nombre de degrés de liberté de l'erreur.

Une estimation de donnée manquante ne fournit pas d'information supplémentaire au chercheur, cela lui facilite seulement l'analyse des autres données.

La donnée manquante est ici : la survie dans la parcelle 26 du bloc V.

$$X = \frac{5(1012) + 15(312) - 6013}{4 \times 14} = \frac{5060 + 4680 - 6013}{56} = \frac{3727}{56}$$

= 66,55 $\approx$ 67 (valeur arrondie)

Continuation de l'analyse de la variance

Section : 5 C.E. TAMERA

Essai de 5 - 3 - 2 Eucalyptus maideni

date de mensuration : Juin 1968

2. Le calcul des sommes des carrés s'effectue de la manière suivante :

$$2.1. \text{ Terme correctif } = C = \frac{\bar{x}_{..}^2}{rt} = \frac{6080^2}{5 \times 15} = \frac{6080^2}{75} = 492\,885$$

$$2.2. \text{ Somme des carrés totale } = \sum_{i,j} x_{ij}^2 - C = 508012 - C = 15\,127$$

$$2.3. \text{ Somme des carrés pour les blocs } = \frac{\sum_j x_{.j}^2}{t} - C = \frac{7419300}{15} - C = 494\,620 - 492\,885 = 1735$$

$$2.4. \text{ Somme des carrés pour les traitements } = \frac{\sum_i x_{i.}^2}{r} - C = \frac{2482758}{5} - C = 496551 - 492885 = 3666$$

$$2.5. \text{ Somme des carrés de l'erreur } = SC \text{ totale} - SC \text{ blocs} - SC \text{ traitements} \\ = 15127 - 1735 - 3666 \\ = 9726$$

3. Tableau de l'analyse de la variance

Sources de variation	Degrés de liberté	Sommes des carrés	Carré moyen	Test F
Entre blocs	$(r - 1) = 5 - 1 = 4$	1735	$\frac{1735}{4} = 433,75$	$\frac{433,75}{176,83} = 2,45$
Entre traitements	$(t - 1) = 15 - 1 = 14$	3666	$\frac{3666}{14} = 261,85$	$\frac{261,85}{176,83} = 1,48$ N.S.
Erreur résiduelle	$(r - 1)(t - 1)$ $(4 \times 14) - 1* = 55$	9726	$\frac{9726}{55} = 176,83$	
Total	$(rt - 1) = 75 - 1 - 1* = 73$	15127		
Terme correctif		492885		

* donnée manquante

Valeur de F obtenue dans les tables pour 55 degrés de liberté de l'erreur résiduelle et 14 degrés de liberté des traitements, est égale à : 1,89 au niveau 0,05 (5.)

2,45 au niveau 0,01 (1.)

Conclusion :

Il n'y a pas de différences significatives entre traitements.

(continuation de l'analyse de la variance)

Section 5 C.E. TAILERA

Essai de : 5 - 3 - 2 Eucalyptus maideni

date de mensuration : Juin 1968

4. Test de comparaison des traitements

L'application de "DUNCAN's New Multiple Range Test" entraîne le développement suivant:

r = nombre de répétitions = 5

p = nombre de rendements moyens qui interviennent dans la comparaison. Ce nombre varie de 2 à t (nombre de traitements) = 2 à 14

$s_{\bar{x}}$ = écart-type de la moyenne

$$= \sqrt{\frac{\text{carré moyen de l'erreur}}{r}} = \sqrt{\frac{176,83}{5}} = \sqrt{35,37} = 5,95$$

La table "Significant Studentized Ranges for 5% and 1% level New Multiple Range Test", donne au seuil de 5% et avec 55 degrés de liberté pour l'erreur, les valeurs suivantes:

SSR = amplitudes significatives d'après Student

LSR = amplitudes significatives minimales, soit SSR x $s_{\bar{x}}$

p	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
SSR	2,84	2,99	3,09	3,15	3,21	3,25	3,29	3,32	3,34	3,36	3,38	3,40	3,41										
LSR	16,50	17,79	18,39	18,74	19,10	19,34	19,55	19,75	19,87	19,99	20,11	20,23	20,29										

Classement des moyennes (caractéristique mesurée = survie en %) :

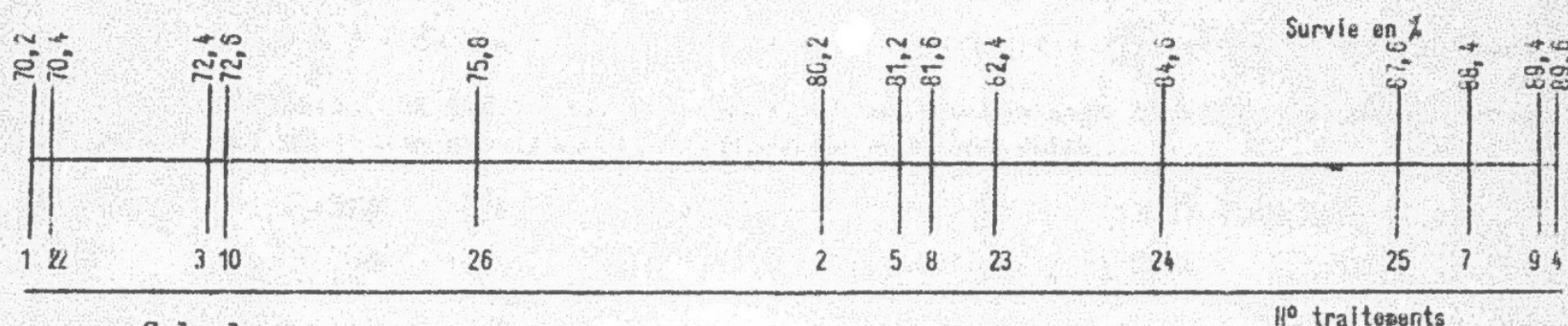
Ordre	Moyennes	Traitements	
		Description	N°
1	89,6	S = 1.6.67 P = 1.2.68 (N°4)	6 A 4
2	89,4	S = 1.6.67 P = 20.1.68 (N°6)	9
3	86,4	S = 1.10.67 P = 1.2.68	7
4	87,6	S = 1.10.68 P = 10.11.67	25
5	84,6	S = 1.4.67 P = 1.2.66	24
6	82,4	S = 1.4.67 P = 20.12.67	23
7	81,6	S = 1.4.67 P = 10.11.67	8
8	81,2	S = 1.10.67 P = 20.12.67	5
9	80,2	S = 1.6.67 P = 10.3.68	2
10	75,8	S = 1.6.67 P = 10.11.67	26
11	72,6	S = 1.4.67 P = 10.3.68	10
12	72,4	S = 1.10.67 P = 10.3.68	3
13	70,4	S = 1.6.67 P = 20.12.67	22
14	70,2	S = 1.4.67 P = 1.10.67	1

• S = date de semis en pépinière

• P = date de plantation

Test de DUNCAN

Représentation graphique des moyennes de survie en %
(Echelle 1 cm = 1 % survie)



Calculs :

De la moyenne 89,6 du traitement le plus grand (N° 6 & N° 4) on soustrait la valeur du LSR pour $p = 14$, cela donne :

$$89,60 - 20,29 = 69,31$$

Ce chiffre 69,31 est comparé aux moyennes et l'on voit que $69,31 < 70,2$ (= survie du traitement N° 1) donc le traitement N° 6 (et N° 4) n'est pas significativement différent du traitement N° 1 et ipso facto des autres traitements.

Dans la représentation graphique, on peut souligner tous les traitements par un seul trait (traitements soulignés par un même trait ne sont pas significativement différents).

5. F - test avec un seul degré de liberté

Pour comparer les traitements plantés en hiver aux traitements plantés en printemps.

Traitements plantés en			
H i v e r		P r i n t e m p s	
N°	Survie en %	N°	Survie en %
1	70,2	4	89,6
2	80,2	5	81,2
3	72,4	6	89,6
7	88,4	9	89,4
8	81,6	10	72,6
22	70,4	25	87,6
23	82,4	26	75,8
24	84,6		
Total	630,2	Total	585,8
Moyenne	78,8	Moyenne	83,7
Nb. Trait.	8	Nb. Trait.	7

Pour comparer les plantations d'hiver à celles du printemps, la question si la moyenne des traitements d'hiver (N° 1, 2, 3, 7, 8, 22, 23, 24) diffère significativement de la moyenne des traitements de plantation au printemps (N° 4, 5, 6, 9, 10, 25, 26), revient à tester si le contraste linéaire

$$\hat{Q} = [8(N^{\circ}4) + 8(N^{\circ}5) + 8(N^{\circ}6) + 8(N^{\circ}9) + 8(N^{\circ}10) + 8(N^{\circ}25) + 8(N^{\circ}26)] - [7(N^{\circ}1) + 7(N^{\circ}2) + 7(N^{\circ}3) + 7(N^{\circ}7) + 7(N^{\circ}8) + 7(N^{\circ}22) + 7(N^{\circ}23) + 7(N^{\circ}24)]$$

diffère significativement de 0.

Notez que la somme des coefficients de ce contraste est égale à zéro.

$$\sum (8 + 8 + 8 + 8 + 8 + 8 + 8) - (7 + 7 + 7 + 7 + 7 + 7 + 7 + 7) = (7 \times 8) - (8 \times 7) = 0.$$

Ces coefficients ont été choisis de manière à mettre les sept moyennes du premier groupe sur une même base que les huit moyennes du deuxième groupe.

$$\hat{Q} = \sum [8(89,6) + 8(81,2) + 8(89,6) + 8(89,4) + 8(72,6) + 8(75,8)] - \sum [7(70,2) + 7(80,2) + 7(72,4) + 7(88,4) + 7(81,6) + 7(70,4) + 7(82,4) + 7(84,6)] = \sum [8(585,8) - 7(630,2)]$$

$$\hat{Q} = 4686,4 - 4411,4 = 275,0$$

$$\text{Sommes des carrés} = \frac{n \hat{Q}^2}{a_i^2} = \frac{5 \times (275)^2}{7(8^2) + 8(-7)^2}$$

1 DL

$$n = 5 = \frac{5 \times 75625}{(7 \times 64) + (8 \times 49)} = \frac{378125}{448 + 392} = \frac{378125}{840} = 450$$

On divise alors par le carré moyen de l'erreur et cela nous donne la valeur de F pour le test du contraste.

$$F = \frac{450}{176,83} = 2,54 \text{ avec 1 et 55 DL.}$$

F dans les tables pour 1 et 55 DL au niveau 5% est égal à 4,02

$$F_{\text{calculé}} = 2,54 < F_{\text{tables}} = 4,02$$

Donc il n'y a pas de différence significative entre les deux groupes.

F N N E X E 2

Centre Expérimental de Taméra

Essai 5 - 3 - 2 Eucalyptus maideni

Date de mensuration : Juin 1968

Caractéristique mesurée : Survie en %

1. Analyse de la variance

Sources de variation	Degrés de liberté	Somme des carrés	Carré moyen	Test F
Entre blocs	$(r - 1)$ $5 - 1 = 4$	1735	433,75	2,45
Entre traitements	$(t - 1)$ $15 - 1 = 14$	3666	261,85	1,48
Erreur résiduelle	$(r - 1)(t - 1)$ $(4 \times 14) - 1 = 55$	9726	176,83	
Total	$(rt - 1)$ $75 - 1 = 74$	15127		
Terme correctif		1492885		

* donnée manquante

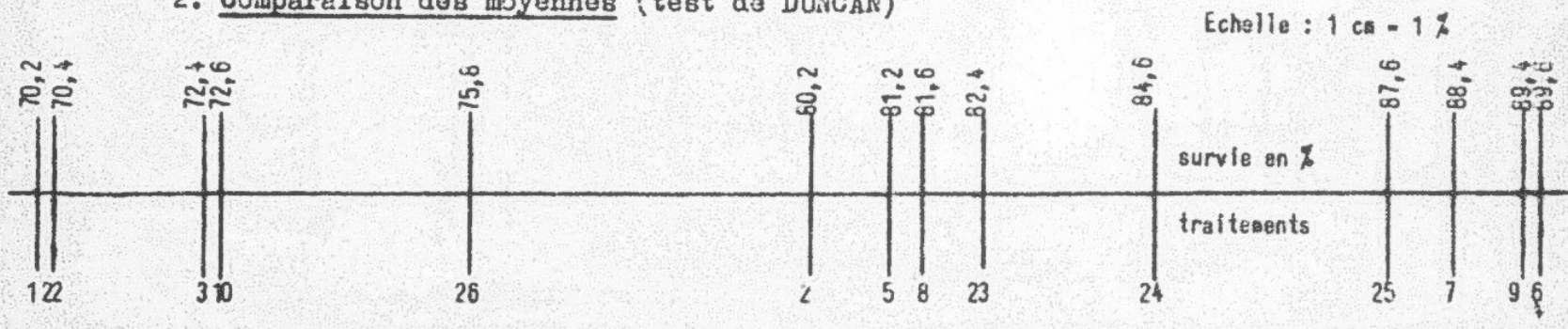
Valeur de F obtenue dans les tables pour 55 degrés de liberté de l'erreur résiduelle et 14 degrés de liberté des traitements, est égale à :

1,89 au niveau 0,05 (5 %)
 2,45 au niveau 0,01 (1 %)

$F_{\text{calculé}} = 1,48 < F_{\text{tables}} = 1,89$

donc il n'y a pas de différences significatives entre traitements

2. Comparaison des moyennes (test de DUNCAN)



(traitements soulignés par la même trait ne sont pas significativement différents)

3. Comparaison des plantations en hiver aux plantations en printemps

(F - test avec un seul degré de liberté).

Moyennes de survie : hiver = 78,8 % printemps = 83,7 %

$F_{\text{calculé}} = 2,54 < F_{\text{tables}} = 4,02$ (niveau 0,05)

donc il n'y a pas de différence significative.

Centre Expérimental de Taméra

Essai 5 - 3 - 2 Eucalyptus maïdoni

Date de mensuration : Juin 1968

Caractéristique mesurée : Hauteur totale en cm

1. Analyse de la variance

Sources de variation	Degrés de liberté	Somme des carrés	Carré moyen	Test F
Entre blocs	$(r - 1)$ $5 - 1 = 4$	1266	316,50	12,42
Entre traitements	$(t - 1)$ $15 - 1 = 14$	1488	106,28	4,17
Erreur résiduelle	$(r-1)(t-1)$ $(4 \times 14) - 2 = 54$	1376	25,48	
Total	$(rt - 1)$ $(75 - 1) - 2 = 72$	4130		
Terme correctif		95551		

* données manquantes

La valeur de F obtenue dans les tables pour 54 degrés de liberté de l'erreur résiduelle et 14 degrés de liberté des traitements, est égale à :

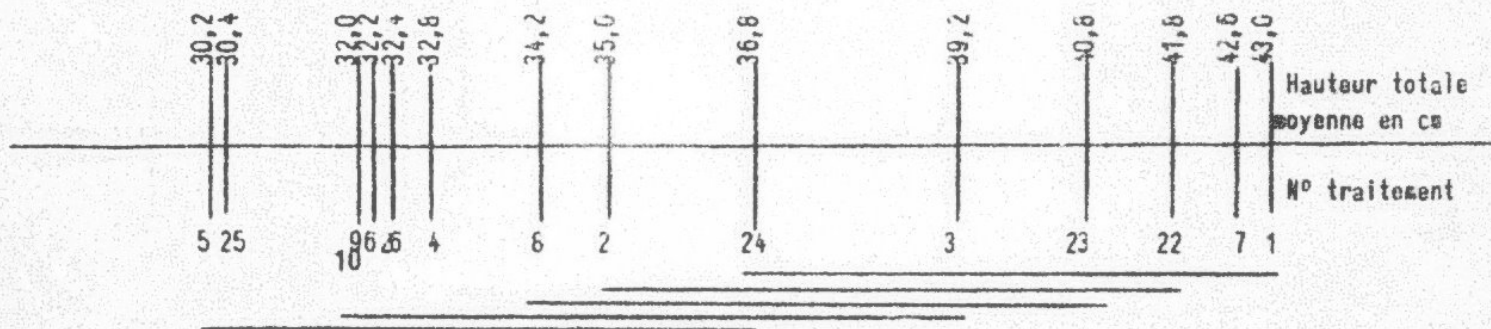
1,90 au niveau 0,05 (5 %)
2,46 au niveau 0,01 (1 %)

$F_{\text{calculé}} = 4,17 > F_{\text{tables}} = 2,46$ (niveau 0,01)

donc il y a des différences hautement significatives entre traitements

2. Comparaison des moyennes (Test de DUNCAN)

Echelle : 1 cm = 1 cm de hauteur



(traitements soulignés par le même trait ne sont pas significativement différents)

3. Comparaison des plantations en hiver aux plantations en printemps

(F - test avec un seul degré de liberté)

Moyennes de hauteur totale : hiver = 39,2 cm printemps = 31,7 cm

$F_{\text{calculé}} = 40,77 > F_{\text{tables}} = 4,02$ (niveau 0,05)

donc il y a une différence significative (en faveur des plantations d'hiver).

Centre Expérimental de Taméra

Essai 5 - 3 - 2 Eucalyptus maïdoni

Date de mensuration : Juin 1968

Caractéristique mesurée : Hauteur totale en cm

1. Analyse de la variance

Sources de variation	Degrés de liberté	Somme des carrés	Carré moyen	Test F
Entre blocs	$(r - 1)$ $5 - 1 = 4$	1266	316,50	12,42
Entre traitements	$(t - 1)$ $15 - 1 = 14$	1488	106,28	4,17
Erreur résiduelle	$(r-1)(t-1)$ $(4 \times 14) - 2 = 54$	1376	25,48	
Total	$(rt - 1)$ $(75 - 1) - 2 = 72$	4130		
Terme correctif		95551		

* données manquantes

La valeur de F obtenue dans les tables pour 54 degrés de liberté de l'erreur résiduelle et 14 degrés de liberté des traitements, est égale à :

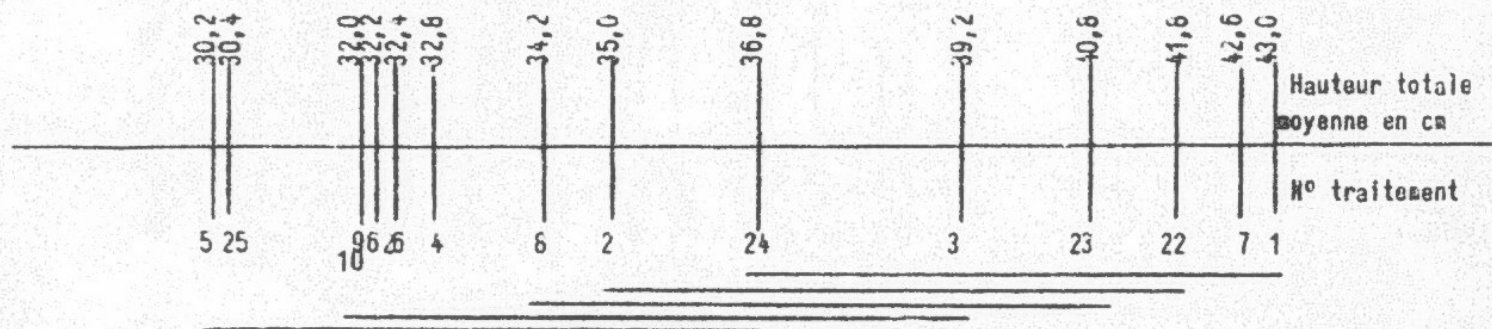
1,90 au niveau 0,05 (5 %)
2,46 au niveau 0,01 (1 %)

$F_{\text{calculé}} = 4,17 > F_{\text{tables}} = 2,46$ (niveau 0,01)

donc il y a des différences hautement significatives entre traitements

2. Comparaison des moyennes (Test de LUNCAN)

Echelle : 1 cm = 1 cm de hauteur



(traitements soulignés par le même trait ne sont pas significativement différents)

3. Comparaison des plantations en hiver aux plantations en printemps

(F - test avec un seul degré de liberté)

Moyennes de hauteur totale : hiver = 39,2 cm printemps = 31,7 cm

$F_{\text{calculé}} = 40,77 > F_{\text{tables}} = 4,02$ (niveau 0,05)

donc il y a une différence significative (en faveur des plantations d'hiver).

Centre Expérimental de Taméra

Essai 5 - 3 - 2 Eucalyptus maideni

Date de mensuration : Janvier 1970

Caractéristique mesurée : Survie en %

1. Analyse de la variance

Source de variation	Degrés de liberté	Somme des carrés	Carré moyen	Test F
Entre blocs	$(r - 1)$ $5 - 1 = 4$	2639	659,75	3,55
Entre traitements	$(t - 1)$ $15 - 1 = 14$	3916	279,71	1,50
Erreur résiduelle	$(r-1)(t-1)$ $(4 \times 14) - 1 = 55$	10205	185,54	
Total	$(rt - 1)$ $75 - 1 = 74$	16760		
Terme correctif		364845		

* donnée manquante

La valeur de F obtenue dans les tables pour 55 degrés de liberté de l'erreur résiduelle et 14 degrés de liberté des traitements, est égale à :

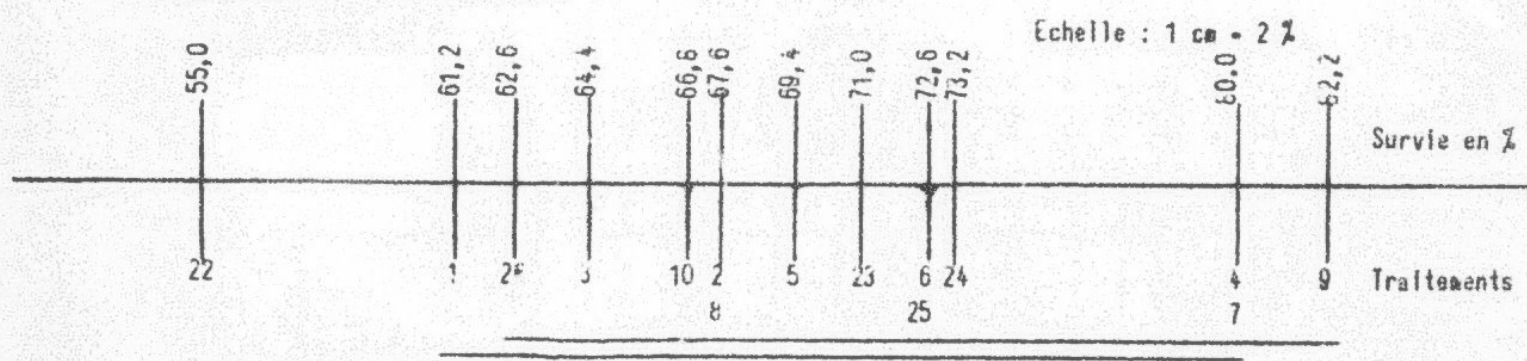
1,89 au niveau 0,05 (5 %)

2,45 au niveau 0,01 (1 %)

$F_{\text{calculé}} = 1,50 < F_{\text{tables}} = 1,89$ (niveau 0,05)

donc il n'y a pas de différences significatives entre traitements.

2. Comparaison des moyennes (Test de DUNCAN)



3. Comparaison des plantations en hiver aux plantations en printemps

(F - test avec une seul degré de liberté)

Moyennes des survies : hiver = 67,5 % printemps = 72,3 %

$F_{\text{calculé}} = 2,33 < F_{\text{tables}} = 4,02$ (niveau 0,05)

donc il n'y a pas de différence significative

Centre Expérimental de Taméra

Essai 5 - 3 - 2 Eucalyptus maideni

Date de mensuration : Janvier 1970

Caractéristique mesurée : Survie en %

1. Analyse de la variance

Source de variation	Degrés de liberté	Somme des carrés	Carré moyen	Test F
Entre blocs	$(r - 1)$ $5 - 1 = 4$	2639	659,75	3,55
Entre traitements	$(t - 1)$ $15 - 1 = 14$	3916	279,71	1,50
Erreur résiduelle	$(r-1)(t-1)$ $(4 \times 14) - 1 = 55$	10205	185,54	
Total	$(rt - 1)$ $75 - 1 - 1 = 73$	16760		
Terme correctif		364845		

* donnée manquante

La valeur de F obtenue dans les tables pour 55 degrés de liberté de l'erreur résiduelle et 14 degrés de liberté des traitements, est égale à :

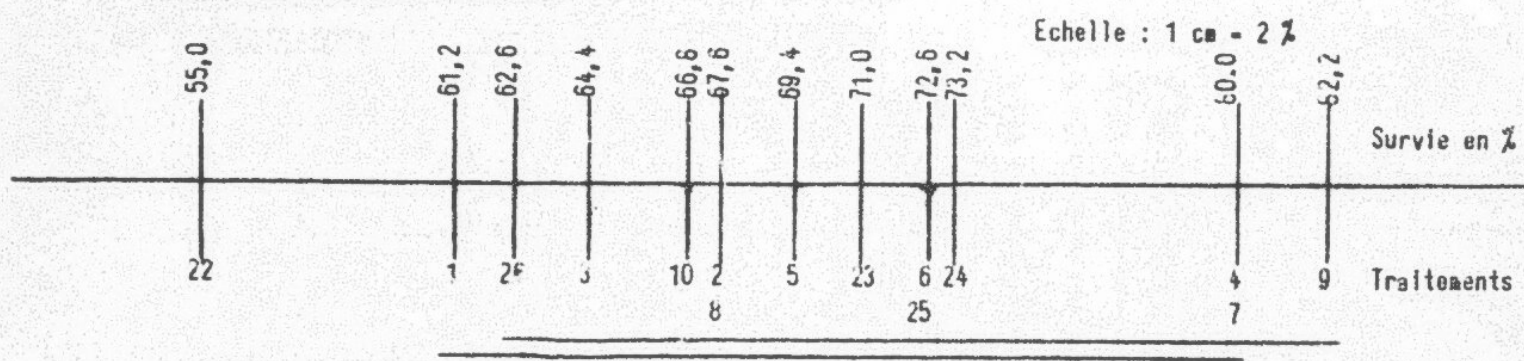
1,89 au niveau 0,05 (5 %)

2,45 au niveau 0,01 (1 %)

$F_{\text{calculé}} = 1,50 < F_{\text{tables}} = 1,89$ (niveau 0,05)

donc il n'y a pas de différences significatives entre traitements.

2. Comparaison des moyennes (Test de DUNCAN)



3. Comparaison des plantations en hiver aux plantations en printemps

(F - test avec une seul degré de liberté)

Moyennes des survies : hiver = 67,5 % printemps = 72,3 %

$F_{\text{calculé}} = 2,33 < F_{\text{tables}} = 4,02$ (niveau 0,05)

donc il n'y a pas de différence significative

Centre Expérimental de Taméra

Essai 5 - 3 - 2 Eucalyptus maïdoni

Date de mensuration : Janvier 1970

Caractéristique mesurée : Hauteur totale en Cm

1. Analyse de la variance

Sources de variation	Degrés de liberté	Somme des carrés	Carré moyen	Test F
Entre blocs	$(r - 1)$ $5 - 1 = 4$	100092	25023,00	20,91
Entre traitements	$(t - 1)$ $15 - 1 = 14$	18256	1304,00	1,09
Erreur résiduelle	$(r-1)(t-1)$ $(4 \times 14) - 1 - 3 = 53$	63404	1196,30	
Total	$(rt - 1)$ $75 - 1 - 3 = 71$	181752		
Terme correctif		1486284		

* données manquantes

La valeur de F obtenue dans les tables pour 53 degrés de liberté de l'erreur résiduelle et 14 degrés de liberté des traitements, est égale à :

1,90 au niveau 0,05 (5%)

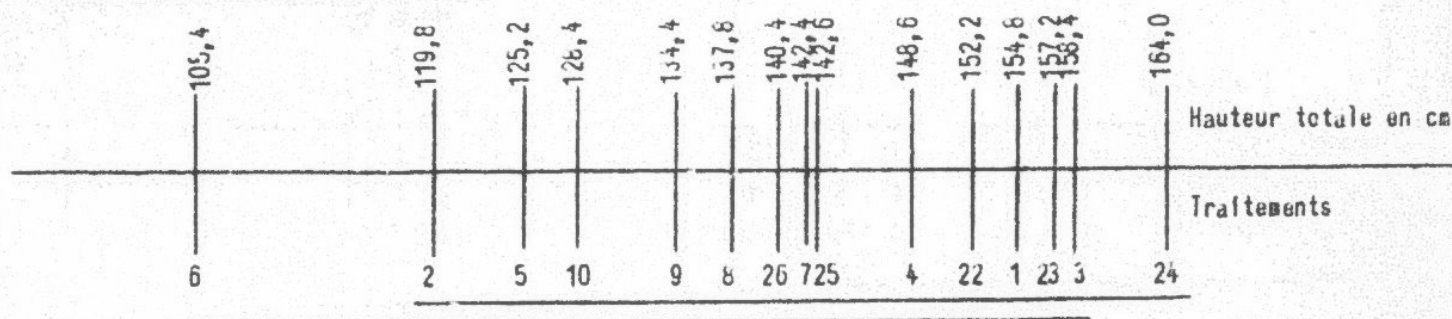
2,46 au niveau 0,01 (1%)

$$F_{\text{calculé}} = 1,09 < F_{\text{tables}} = 1,92$$

donc il n'y a pas de différences significatives entre traitements

2. Comparaison des moyennes (Test de DUNCAN)

Echelle : 1 cm = 5 cm de hauteur



(traitements soulignés par le même trait ne sont pas significativement différents)

3. Comparaison des plantations en hiver aux plantations en printemps

(F - test avec un seul degré de liberté)

Moyennes des hauteurs totales : hiver = 148,3 cm

printemps = 132,1 cm

$$F_{\text{calculé}} = 4,08 > F_{\text{tables}} = 4,02 \text{ (niveau 0,05)}$$

donc il y a une différence significative (en faveur des plantations en hiver).

Centre Expérimental de Taméra

Essai 5 - 3 - 2 Eucalyptus maideni

Date de mensuration : Avril 1973

Caractéristique mesurée : Survie en %

1. Analyse de la variance

Sources de variation	Degrés de liberté	Somme des carrés	Carré moyen	Test F
Entre blocs	$(r - 1)$ $5 - 1 = 4$	4375	1093,75	4,13
Entre traitements	$(t - 1)$ $16 - 1 = 15$	7282	485,46	1,83
Erreur résiduelle	$(r-1)(t-1)$ $4 \times 15 = 60$	15869	264,48	
Total	$(rt - 1)$ $(5 \times 16) - 1 = 79$	27526		
Terme correctif		320298		

La valeur de F obtenue dans les tables pour 60 degrés de liberté de l'erreur résiduelle et 15 degrés de liberté des traitements, est égale à :

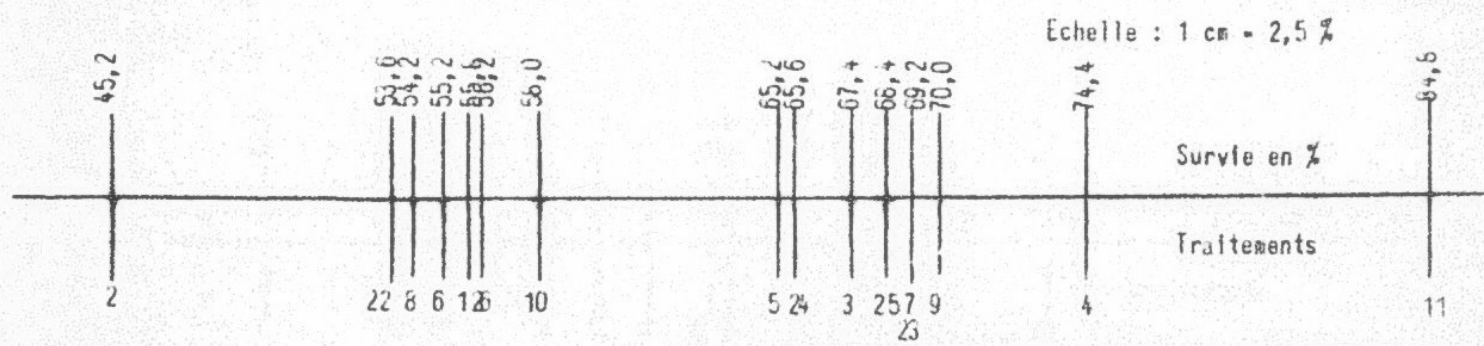
1,84 au niveau 0,05 (5%)

2,35 au niveau 0,01 (1%)

$F_{\text{calculé}} = 1,83 < F_{\text{tables}} = 1,84$

Donc, il n'y a pas de différences significatives entre traitements

2. Comparaison des moyennes (Test de DUNCAN)



(traitements soulignés par le même trait ne sont pas significativement différents)

3. Comparaison des plantations en hiver aux plantations en printemps

(F-test avec un seul degré de liberté)

Moyennes des survies : hiver = 60,0 % printemps = 66,5 %

$F_{\text{calculé}} = 3,19 < F_{\text{tables}} = 4,00$ (niveau 0,05)

Donc, il n'y a pas de différence significative.

Centre Expérimental de Taméra

Essai 5 - 3 - 2 Eucalyptus maïdoni

Date de mensuration : avril 1973

Caractéristique mesurée : Circonférence à 1,30 m en cm

1. Analyse de la variance

Sources de variation	Degrés de liberté	Somme des carrés	Carré moyen	Test F
Entre blocs	$(r - 1)$ $5 - 1 = 4$	987	246,75	11,51
Entre traitements	$(t - 1)$ $16 - 1 = 15$	448	29,86	1,39
Erreur résiduelle	$(r - 1)(t - 1)$ $4 \times 15 = 60$	1286	21,43	
Total	$(rt - 1)$ $5 \times 16 - 1 = 79$	2721		
Terme correctif		25740		

La valeur de F obtenue dans les tables pour 60 degrés de liberté de l'erreur résiduelle et 15 degrés de liberté des traitements est égale à :

1,84 au niveau 0,05 (5 %)

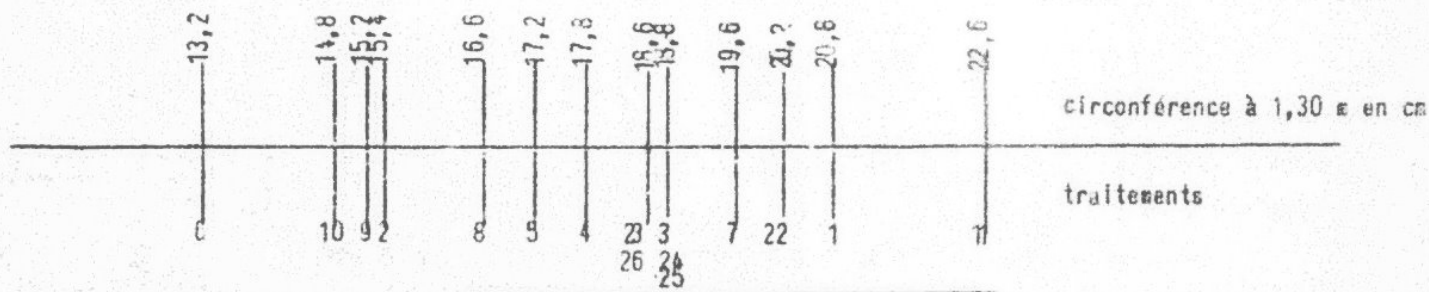
2,35 au niveau 0,01 (1 %)

$$F_{\text{calculé}} = 1,39 < F_{\text{tables}} = 1,84$$

donc il n'y a pas de différences significatives entre traitements

2. Comparaison des moyennes (Test de DUNCAN)

Echelle : 1cm = 1cm de circonférence



(traitements soulignés par le même trait ne sont pas significativement différents)

3. Comparaison des plantations en hiver aux plantations en printemps

(F - test avec un seul degré de liberté)

Moyennes des circonférences : hiver = 13,6 cm printemps = 17,3 cm

$$F_{\text{calculé}} = 1,63 < F_{\text{tables}} = 4,00 \text{ (niveau 0,05)}$$

donc il n'y a pas de différence significative

Centre Expérimental de Taméra

Essai 5 - 3 - 3 Pinus pinaster

Date de mensuration : Juin 1968

Caractéristique mesurée : Survie en %

1. Analyse de la variance

Sources de variation	Degrés de liberté	Somme des carrés	Carré moyen	Test F
Entre blocs	$(r - 1)$ $5 - 1 = 4$	857	214,25	0,76
Entre traitements	$(t - 1)$ $19 - 1 = 18$	6066	337,00	1,20
Erreur résiduelle	$(r-1)(t-1)$ $4 \times 18 - 1 - 1 = 71$	19849	279,56	
Total	$(rt - 1)$ $(5 \times 19) - 1 - 1 = 93$	26772		
Terme correctif		683997		

* donnée manquante

La valeur de F obtenue dans les tables pour 71 degrés de liberté de l'erreur résiduelle et 18 degrés de liberté des traitements, est égale à :

1,78 au niveau 0,05 (5%)

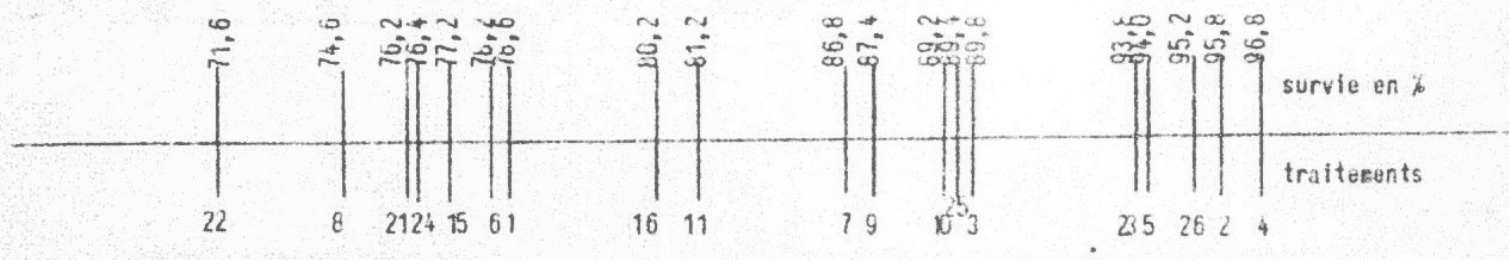
2,23 au niveau 0,01 (1%)

$$F_{\text{calculé}} = 1,20 < F_{\text{tables}} = 1,78$$

Donc, il n'y a pas de différences significatives entre traitements.

2. Comparaison des moyennes (Test de DUNCAN)

Echelle : 1 cm = 2 %



(traitements soulignés par le même trait ne sont pas significativement différents)

3. Comparaison des plantations en hiver aux plantations en printemps

(F-test avec un seul degré de liberté)

Moyennes des survies : hiver 83,4 %

printemps : 85,9 %

$$F_{\text{calculé}} = 0,53 < F_{\text{tables}} = 3,99 \text{ (niveau 0,05)}$$

Donc, il n'y a pas de différence significative

Centre Expérimental de Tamera

Essai 5 - 3 - 3 Pinus pinaster

Date de mensuration : Juin 1968

Caractéristique mesurée : Hauteur totale en cm

1. Analyse de la variance

Source de variation	Degrés de liberté	Somme des carrés	Carré Moyen	Test F
Entre blocs	$(r - 1)$ $5 - 1 = 4$	162	40,50	2,66
Entre traitements	$(t - 1)$ $19 - 1 = 18$	10774	598,55	39,37
Erreur résiduelle	$(r-1)(t-1)$ $(4 \times 18) - 2^* = 70$	1064	15,20	
Total	$(rt - 1)$ $5 \times 19 - 1 - 2^* = 92$	12000		
Terme correctif		39903		

* données manquantes

La valeur de F obtenue dans les tables pour 70 degrés de liberté de l'erreur résiduelle et 18 degrés de liberté des traitements est égale à :

1,78 au niveau 0,05 (5 %)

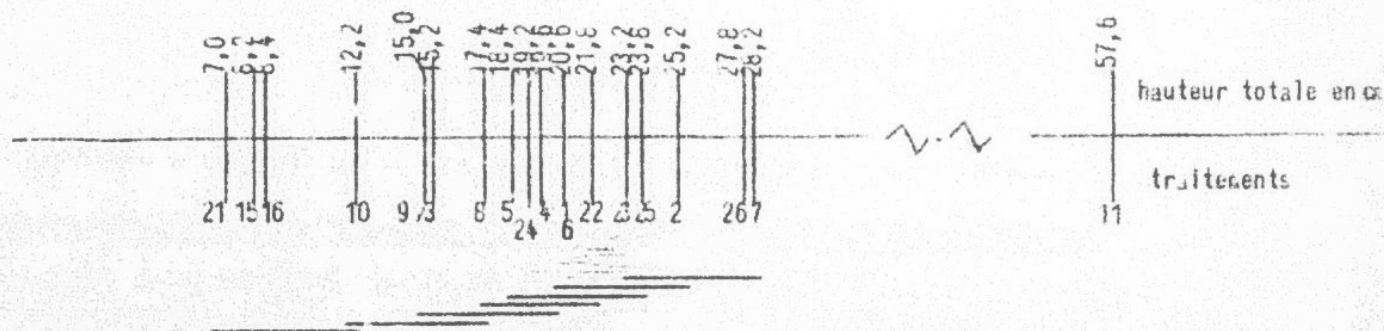
2,23 au niveau 0,01 (1 %)

$$F_{\text{calculé}} = 39,37 > F_{\text{tables}} = 2,23$$

Il y a des différences hautement significatives entre traitements

2. Comparaison des moyennes (Test de DUNCAN)

Echelle : 1 cm = 3,3 cm de hauteur totale



(traitements soulignés par le même trait ne sont pas significativement différents)

3. Comparaison des plantations en hiver aux plantations en printemps

(F - test avec un seul degré de liberté)

Moyennes de hauteur totale : hiver = 21,35 printemps = 19,90

$$F_{\text{calculé}} = 3,24 < F_{\text{tables}} = 3,99 \text{ (niveau } 0,05)$$

done il n'y a pas de différence significative

Centre Expérimental de Taméra

Essai 5 - 3 - 3 Pinus pinaster

Date de mensuration : Janvier 1970

Caractéristique mesurée : survie en %

1. Analyse de la variance

Source de variation	Degrés de liberté	Somme des carrés	Carré moyen	Test F
Entre blocs	$(r - 1)$ $5 - 1 = 4$	850	212,50	0,84
Entre traitements	$(t - 1)$ $19 - 1 = 18$	8973	498,50	1,98
Erreur résiduelle	$(r-1)(t-1)$ $4 \times 18 - 1 = 71$	17798	250,68	
Total	$(rt - 1)$ $95 - 1 - 1 = 93$	27621		
Terme correctif		587850		

* donnée manquante

La valeur de F obtenue dans les tables pour 71 degrés de liberté de l'erreur résiduelle et 18 degrés de liberté des traitements, est égale à :

1,78 au niveau 0,05 (5 %)

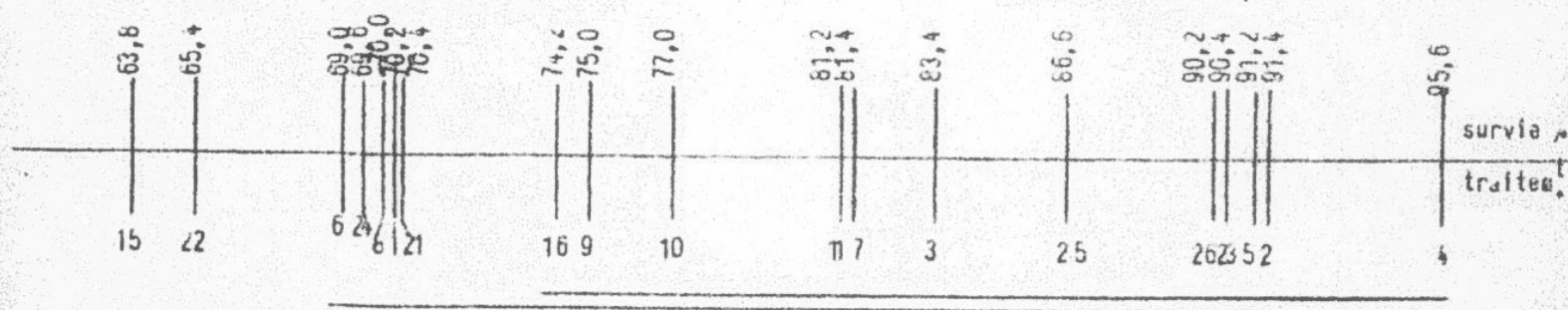
2,23 au niveau 0,01 (1 %)

$F_{\text{calculé}} = 1,98 > F_{\text{tables}} = 1,78$

donc il y a des différences significatives entre traitements

2. Comparaison des moyennes (Test de DUNCAN)

Echelle : 1 cm = 2 %



(traitements soulignés par le même trait ne sont pas significativement différents)

3. Comparaison des plantations en hiver aux plantations en printemps
(F - test avec un seul degré de liberté).

Moyennes de survie : hiver = 77,72 printemps = 79,34

$F_{\text{calculé}} = 0,24 < F_{\text{tables}} = 3,99$ (niveau 0,05)

donc il n'y a pas de différence significative

Centre Expérimental de Taméra

Essai 5 - 3 - 3 Pinus pinaster

Date de mensuration : Janvier 1970

Caractéristique mesurée : Hauteur totale en cm

1. Analyse de la variance

Sources de variation	Degrés de liberté	Somme des carrés	Carré moyen	Test F
Entre blocs	$(r - 1)$ $5 - 1 = 4$	4817	1204,25	7,20
Entre traitements	$(t - 1)$ $19 - 1 = 18$	35580	1976,66	11,83
Erreur résiduelle	$(r-1)(t-1)$ $(4 \times 18) - 2^* = 70$	11693	167,04	
Total	$(rt - 1)$ $95 - 1 - 2^* = 92$	52090		
Terme correctif		383127		

* données manquantes

La valeur de F obtenue dans les tables pour 70 degrés de liberté de l'erreur résiduelle et 18 degrés de liberté des traitements, est égale à :

1,78 au niveau 0,05 (5%)

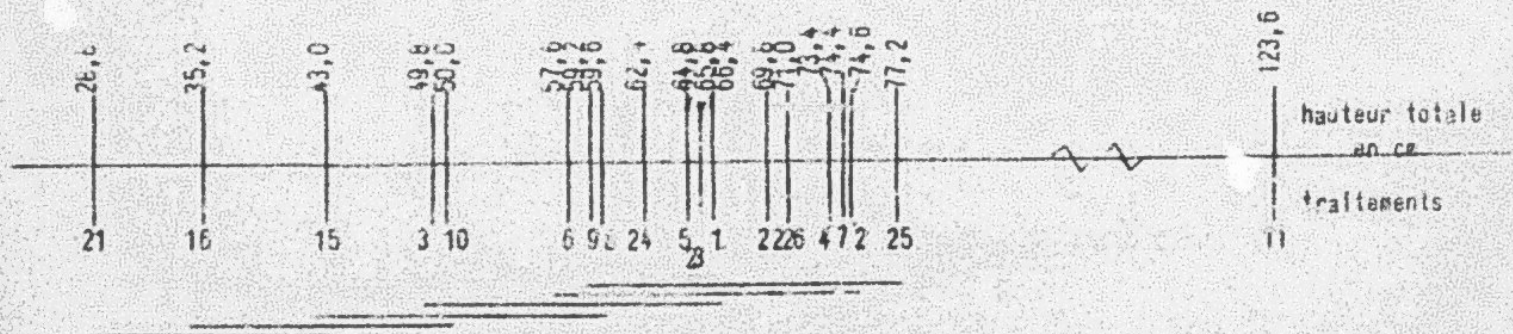
2,23 au niveau 0,01 (1%)

$$F_{\text{calculé}} = 11,83 > F_{\text{tables}} = 2,23$$

Donc, il y a des différences hautement significatives entre traitements

2. Comparaison des moyennes (Test de DUNCAN)

Echelle : 1 cm = 5 cm de hauteur totale



(traitements soulignés par le même trait ne sont pas significativement différents)

3. Comparaison des plantations en hiver aux plantations en printemps

(F-test avec un seul degré de liberté)

Moyennes de hauteur totale : hiver = 65,35 cm

printemps = 62,16 cm

$$F_{\text{calculé}} = 1,40 < F_{\text{tables}} = 3,99 \quad (\text{niveau} = 0,05)$$

Donc, il n'y a pas de différence significative

Centre Expérimental de Taméra

Essai 5 - 3 - 3 Pinus pinaster

Date de mensuration : Avril 1973

Caractéristique mesurée : Survie en %

1. Analyse de la variance

Sources de variation	Degrés de liberté	Somme des carrés	Carré moyen	Test F
Entre blocs	$(r - 1)$ $5 - 1 = 4$	11609	2902,25	7,04
Entre traitements	$(t - 1)$ $19 - 1 = 18$	26840	1491,11	3,62
Erreur résiduelle	$(r-1)(t-1)$ $4 \times 18 = 72$	29647	411,76	
Total	$(rt - 1)$ $(5 \times 19) - 1 = 94$	63096		
Terme correctif		279075		

La valeur de F obtenue dans les tables pour 72 degrés de liberté de l'erreur résiduelle et 18 degrés de liberté des traitements, est égale à :

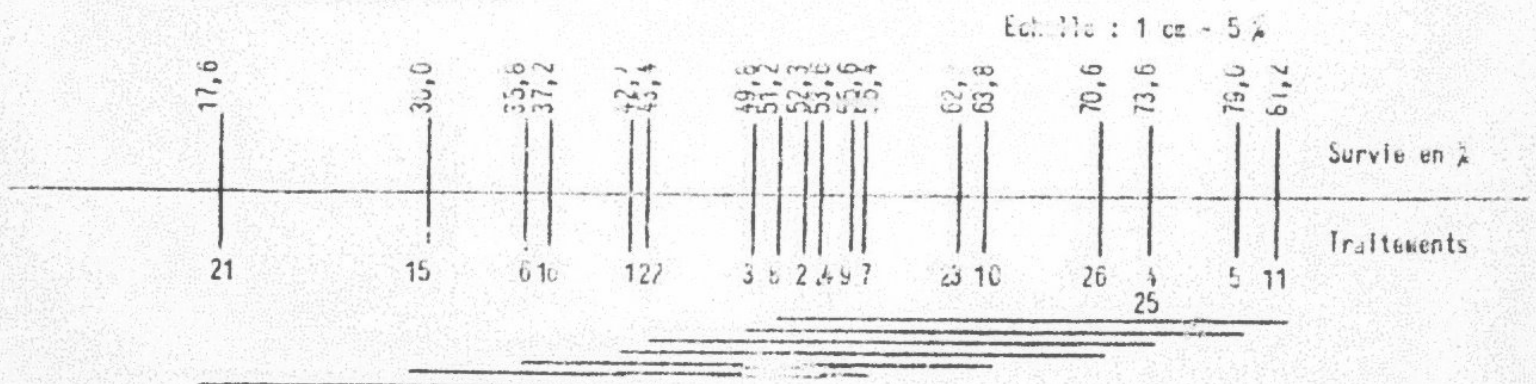
1,78 au niveau 0,05 (5%)

2,23 au niveau 0,01 (1%)

$$F_{\text{calculé}} = 3,62 > F_{\text{tables}} = 2,23$$

Donc, il y a des différences hautement significatives entre traitements.

2. Comparaison des moyennes (Test de DUNCAN)



(traitements soulignés par le même trait ne sont pas significativement différents)

3. Comparaison des plantations en hiver aux plantations en printemps

(F-test avec un seul degré de liberté)

Moyennes des survies : hiver = 51,48 % printemps = 56,18 %

$$F_{\text{calculé}} = 1,24 < F_{\text{tables}} = 3,99 \text{ (au niveau 0,05)}$$

Donc, il n'y a pas de différence significative.

Centre Expérimental de Taméra

Essai 5 - 3 - 3 Pinus pinaster

Date de mensuration : Avril 1973

Caractéristique mesurée : Hauteur totale en cm

1. Analyse de la variance

Sources de variation	Degrés de liberté	Somme des carrés	Carré moyen	Test F
Entre blocs	$(r - 1)$ $5 - 1 = 4$	60.189	15047,25	9,58
Entre traitements	$(t - 1)$ $19 - 1 = 18$	148.982	8276,77	5,27
Erreur résiduelle	$(r-1)(t-1)$ $4 \times 18 = 72$	113.025	1569,79	
Total	$(rt - 1)$ $95 - 1 = 94$	322.196		
Terme correctif		3377.637		

La valeur de F obtenue dans les tables pour 72 degrés de liberté de l'erreur résiduelle et 18 degrés de liberté des traitements, est égale à :

1,78 au niveau 0,05 (5%)

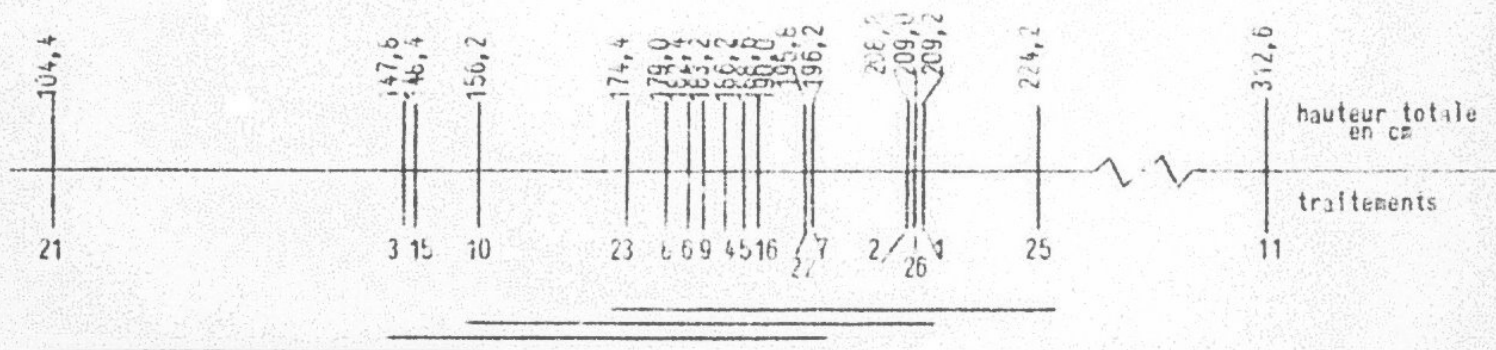
2,23 au niveau 0,01 (1%)

$$F_{\text{calculé}} = 5,27 > F_{\text{tables}} = 2,23$$

Donc, il n'y a pas de différences significatives entre traitements

2. Comparaison des moyennes (Test de DUNCAN)

Echelle : 1 cm = 10 cm de hauteur totale



(traitements soulignés par le même trait ne sont pas significativement différents)

3. Comparaison des plantations en hiver aux plantations en printemps

(F-test avec un seul degré de liberté)

Moyennes de hauteur totale : hiver = 187,2 cm printemps = 189,6 cm

$$F_{\text{calculé}} = 0,08 < F_{\text{tables}} = 3,99 \text{ (au niveau 0,05)}$$

Donc, il n'y a pas de différence significative.

B I B L I O G R A P H I E

- STONE, E.C. and SCHUBERT, G.H. 1959 : Root regenerating by ponderosa pine seedlings lifted at different times of the year . - Forest Science 5 (4) : 322 - 332
- STONE, E.C. ; JENKINSON, J.L. and KRUGMAN, S.L. 1962 : Root regenerating potential of Douglas-fir seedlings lifted at different times of the year . - Forest Science 8 (3) : 228 - 297
- STONE, E.C. ; SCHUBERT, G.H. ; BENSELER, R.W. ; BARON, F.J. and KRUGMAN, S.L. 1963 : Variation in the root regenerating potentials of ponderosa pine from four California nurseries . - Forest Science 16 (2) : 230 - 239

Les auteurs

Brahim BEN SALEM dirige la section des techniques de reboisement à l'Institut National de Recherches Forestières, depuis 1967. Il est Ingénieur Agricole de l'Ecole Supérieure d'Agriculture de Tunis (Juin 1967) et a obtenu un "Master degree of science (Forestry)" à l'Université de la Californie, Berkeley 1971.

Mark REYNDEERS dirige le projet FAO TUN/71/540 depuis Mars 1972. Il est Ingénieur des Eaux et Forêts de l'Université de Gand (Belgique) 1950.

FIN

48

VUES