

CEMAGREF
Groupement d'AIX-en-PROVENCE
Division P.F.C.I.

REBOISEMENT MEDITERRANEEN AVEC BOUES DE STATION D'EPURATION

**REBOISEMENT EXPERIMENTAL DE CARPIAGNE
AVEC DES BOUES RESIDUAIRES URBAINES CONDITIONNEES THERMIQUES**



Compte rendu d'installation et observations
Février 1982 - Décembre 1984

Dans l'hypothèse d'un traitement thermique des boues résiduaires urbaines produites par la station d'épuration des eaux usées, la ville de Marseille a envisagé leur utilisation dans des opérations de reboisement intégrées au périmètre sub-urbain de la ville.

Cette destination des boues traitées permettrait à la fois l'élimination d'un produit dont le stockage est onéreux et sa valorisation par la régénération de terrains fortement dégradés.

L'Office National des Forêts consulté a exprimé un avis favorable au projet dans la mesure où l'utilisation de ces boues n'apporterait de nuisance, ni directement sur le site, ni indirectement sur l'environnement.

En l'absence de références sur des réalisations de reforestation de ce type, adaptées à la région, les Services Techniques de la Ville ont demandé à la division P.F.C.I. du CEMAGREF d'AIX-en-PROVENCE de bien vouloir participer à l'élaboration d'un projet d'installation d'un boisement expérimental et d'en assurer le suivi. Ce document a pour but de rendre compte :

- A) de la préparation du projet en vue du protocole expérimental;
- B) du déroulement des travaux de préparation du sol, d'installation du boisement et des entretiens;
- C) des observations enregistrées au cours du suivi de Février 1982 à Décembre 1984;
- D) des propositions quant aux travaux à entreprendre au cours de la poursuite de l'expérimentation.



A) Préparation du projet en vue du protocole expérimental

Le protocole expérimental devait prendre en compte : la nature du site dont la ville de MARSEILLE pouvait disposer pour réaliser son projet, l'état physique et chimique des boues utilisées ainsi que les essences forestières types faisant référence au milieu.

1 - Le site

- localisation Département: Bouches-du-Rhône
Commune : MARSEILLE
lieu-dit : CARPIAGNE
accès : par la N. 559 MARSEILLE-CASSIS

face à la route d'accès au camp militaire de CARPIAGNE; la parcelle est située à gauche de la route qui mène au massif forestier de la Gardiole.

- statut juridique : terrain domanial affecté à la Défense Nationale.

- Relief : c'est un plateau en légère exposition Sud-Est, à 240 m d'altitude, séparé au Sud de la mer par le massif de la Gardiole.

- Climat : aucune station proche du site ne peut fournir de données précises; celles qui ont été prises en compte relèvent de CASSIS :

- . climat méditerranéen du type APHE, soit un maximum de précipitations en automne pour un minimum en été. Les précipitations annuelles varient de 300 à 700 mm. Les vents sont fréquents et violents (mistral).

- Sol : forme de rendzine calcique (pH7.9) sur sol de type fersiallitique carbonaté, riche en matière organique.

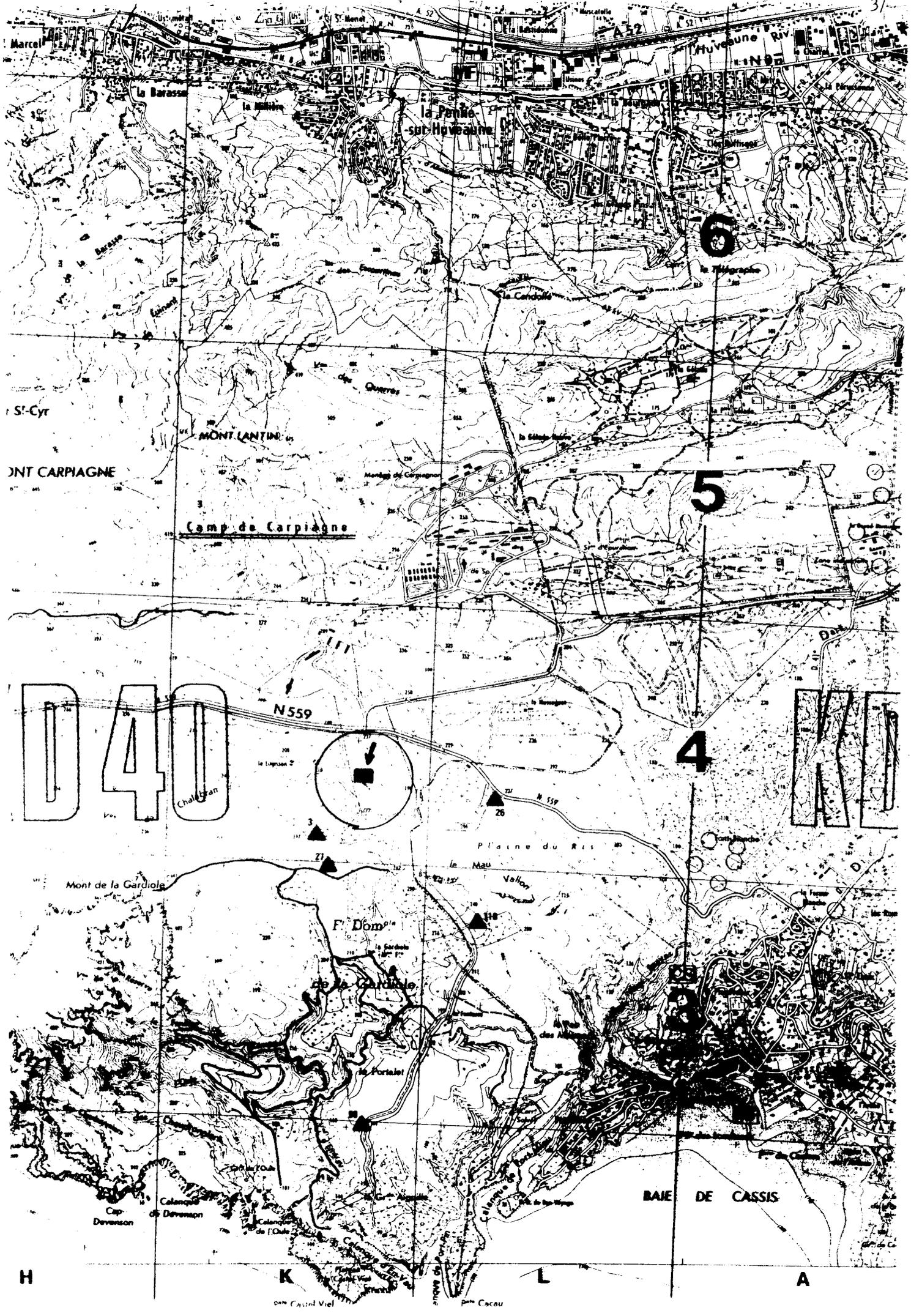
- Formation végétale : garrigue à romarin et chêne kermès.

Dès la première reconnaissance du site, il est apparu que la préparation du sol devait faire appel au sous-solage pour briser les dalles de roche calcaire et que les blocs rocheux remontés en surface rendraient le terrain inaccessible. Des travaux complémentaires devaient être prévus pour annuler cet inconvénient, c'est-à-dire permettre l'accès des camions aux parcelles et l'incorporation des boues au sol.

2 - Les boues

Les boues conditionnées thermiques utilisées pour le boisement expérimental proviennent de la station d'épuration d'Achères près de PARIS. Elles sont beaucoup plus chargées en métaux lourds que ne le seront celles de la Ville de MARSEILLE.

Au cours du traitement thermique (200°C. durant 30 minutes) la matière organique est stérilisée, une partie (25 à 30%) est détruite, les chaînes organiques difficilement minéralisables se scindent et évoluent plus facilement vers la minéralisation. Les boues très minéralisées et stériles immobilisent durant 4 à 6 mois aux températures comprises entre 20 et 28°C. l'azote du sol sans en libérer elles mêmes pendant la première année (CHAUSSOD - GERMAN - CATROU - INRA DIJON). Il fallait ménager un délai entre l'épandage des boues et l'installation des jeunes plants.



D 40

M 10

5

4

6

H

K

L

A

par Castel Viel

par Casau

BAIE DE CASSIS

MONT CARRIAGNE

Camp de Carpiagne

MONT LANTINI

la Penne sur Houeune

Houeune Riv

N 559

Plaine du Ris

Mont de la Gardiole

F. Dom¹⁶

Cap Devenson

Calanque de Devenson

Calanque de l'Orade

St-Cyr

la Barasse

la Basse

Marcel

Querry

La Gardiole

la Gade

Mont de Carpiagne

le Lapsen

le Mau

Volon

le Portalet

la Gardiole

Composition des boues utilisées (par rapport au produit sec)

- . Carbone total (Anne) = 23%
- . Azote total (Kjeldahl) = 13%
- . P2 O5 total = 75%
- . K2 O total = 4%
- . Na total = 1,7%
- . métaux lourds (en ppm)
 - Zn = 5 600
 - Cu = 1 900
 - Pb = 1 300
 - Cd = 130
 - C~~r~~ = 530
 - Ni = 200
 - Hg = 8

Ces boues ont un aspect physique non déplaisant, noires, grumeleuses, sèches. Elles n'ont pas d'odeur désagréable. Leur transport et leur épandage ne semblaient pas devoir poser de problème, non plus que leur incorporation au sol à des doses et des volumes importants. Il est utile de rappeler à ce moment que l'objet de l'étude est de tester les réactions du sol et des végétaux à des doses d'apport de boues plus ou moins importantes.

3 - Les essences forestières

Trois essences forestières ont été choisies en fonction de leur adaptation au milieu :

Le Pin d'Alep - **pinus halepensis**, considéré comme une essence indigène, il a dans cette étude une fonction témoin.

Le Cyprès Méditerranéen - **Cupressus sempervirens**, essence introduite mais considérée comme très à sa place en région méditerranéenne proprement dite.

Le Robinier faux-acacia - **Robinia pseudacacia**, essence introduite qui a manifesté un très bon comportement aux essais d'utilisation de boues de station d'épuration entrepris précédemment par la Ville de MARSEILLE.

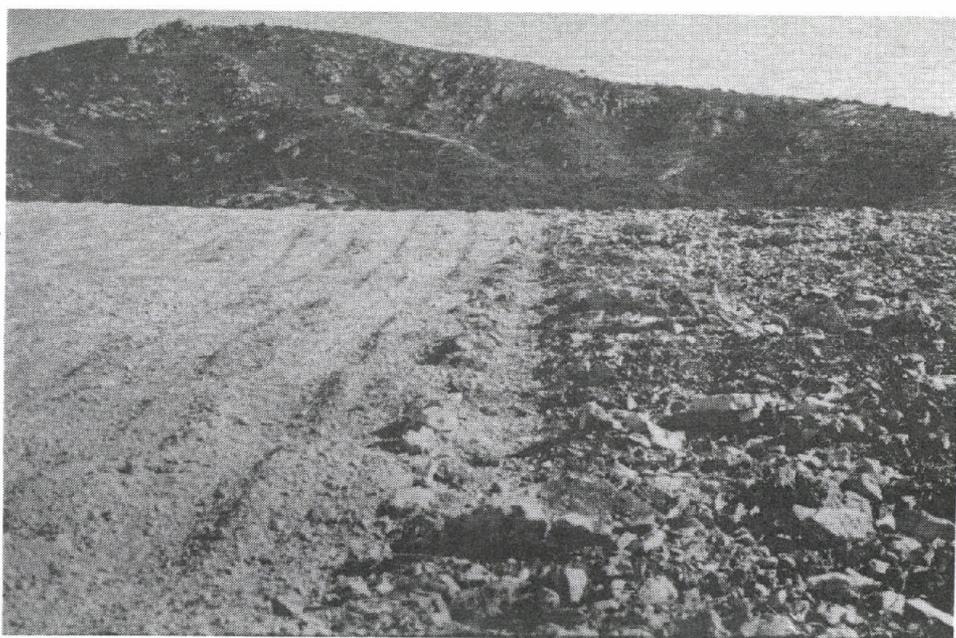
4 - Le protocole expérimental

Compte tenu de ce qui précède le dispositif suivant a été retenu :

- Surface totale mise en oeuvre : 25 000 m²
- Division en 4 blocs distincts permettant 4 répétitions
- Division de chaque bloc en 4 parcelles recevant différentes doses de boues
 - dose 0 = sol témoin sans apport
 - dose 1 = apport de 100 T/ha de boues (exprimé en matière sèche)
 - dose 2 = apport de 200 T/ha de boues
 - dose 4 = apport de 400 T/ha de boues
- Chaque parcelle de 1 135 m² est plantée de :
 - 60 robiniers - 60 cyprès - 60 pins d'Alep.



Photo du terrain contigu au terrain expérimental montrant l'état initial de celui-ci



terrain sous-solé en cours de broyage

B) Dérroulement des Travaux

1 - Préparation du sol

Février 1982 : délimitation de la parcelle expérimentale

Mars 1982 du 1er au 23 :

- . 1er sous-solage à 1 dent tous les mètres à 0,80-1 m de profondeur
- . 1er passage du râteau Fleco pour prélever les gros blocs de roche non concassables qui ont été déposés en andains aux limites Est et Ouest et en une ligne médiane du terrain
- . 2ème sous-solage à 1 dent perpendiculaire au premier, à mêmes écartements et profondeurs
- . 2ème passage du râteau Fléco.

Mars 1982 du 13 au 26 :

. passage d'un concasseur pour réduire les blocs et incorporer les éléments broyés au sol. Cette opération est importante car elle permet l'accès à la parcelle des camions transporteurs de boues et évite une reprise au moment de l'épandage. Les travaux d'entretien ultérieurs sont également facilités ainsi que des apports complémentaires de boues au cours des années à venir.

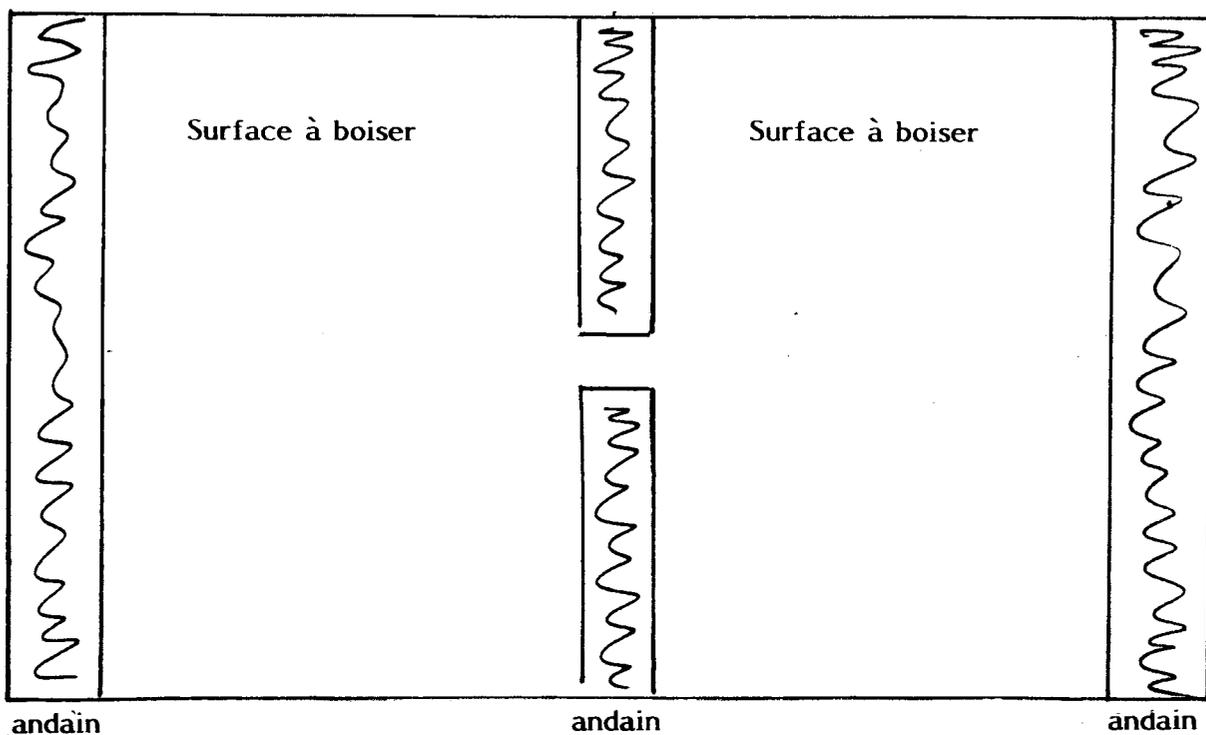
- Caractéristiques du matériel utilisé

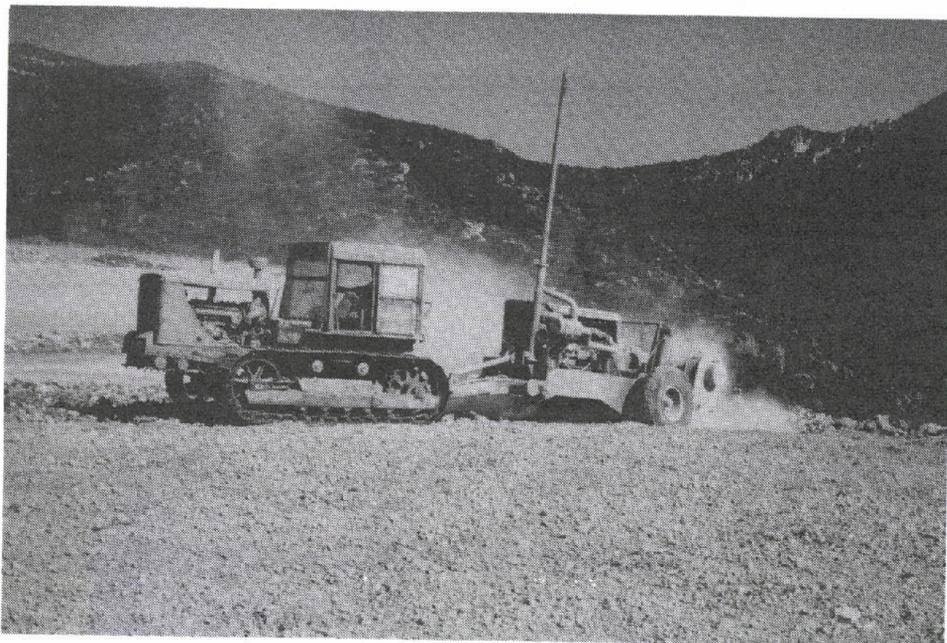
- . 1 tracteur à roues à une puissance de 120 CV se déplaçant à vitesse lente 400 m à l'heure
- . 1 concasseur à axe horizontal portant 26 à 30 marteaux de 10 kg chacun
- . poids du rotor 1200 kg - vitesse de rotation 1000 tours/minute
- . puissance du moteur : 260 CV
- . poids total de l'ensemble : 8000 kg

Après les travaux de préparation le terrain se présente selon le schéma suivant :

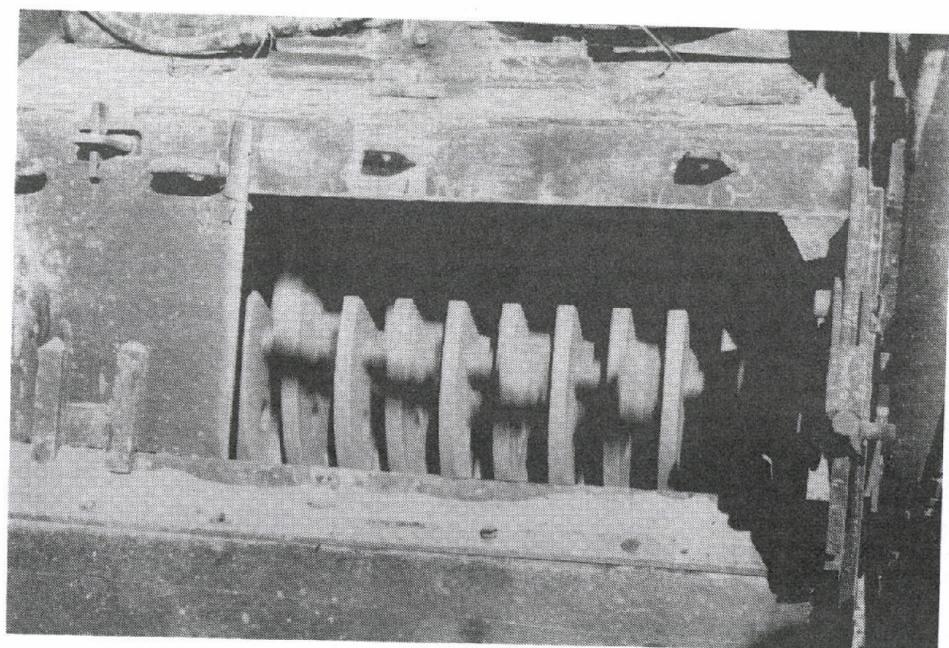
surface totale : 22 400 m²

surface à boiser : 18 500 m².





Engin de broyage



Détail des marteaux du broyeur

2 - Apport et épandage des boues

Le transport a été effectué en mai 1982.

La préparation du sol a permis aux semi-remorques (25 m³ - 12 Tonnes de produit) d'accéder directement sur les parcelles jusqu'aux points de déchargement marqués au préalable.

Les doses ont été calculées en nombre de semi-remorques.

- Traitement témoin = 0
- Traitement dose 1 = 1 camion - 25 m³/1 134 m²
- Traitement dose 2 = 2 camions-50 m³/1 134 m²
- Traitement dose 4 = 4 camions-100m³/1 134 m²

L'épandage a été réalisé environ un mois après le transport du 21 au 25 juin. Les boues avaient évolué sous l'action du soleil et de l'air. Elles se présentaient sous forme de mottes en surface, dont certaines atteignaient 30 à 40 cm, et sous une forme pâteuse à l'intérieur du tas.

Un premier passage de chargeur a permis leur étalement sur une surface précise correspondant au chargement d'un camion.

Un second passage d'un tracteur agricole tirant une planche a permis de régulariser l'épandage.

Les différents passages d'engins ont contribué à briser les mottes.

L'enfouissement par pulvérisateur à disques tracté a demandé un ou plusieurs passages selon l'épaisseur du produit à incorporer au sol.

Le résultat obtenu a été satisfaisant tant au point de la répartition qu'à celui de l'enfouissement.

Il est possible que l'opération eut été plus facile avec des boues fraîches, dès leur réception, avant leur prise en motte.

3 - Installation du boisement

Compte tenu du comportement des boues signalé plus haut (blocage de l'azote minéral) un temps de "repos" de 8 mois a été observé et les travaux de plantation ont été menés du 21 février au 7 mars 1983, selon la chronologie suivante :

- Piquetage des lignes à l'écartement de 3 m.
- Matérialisation de l'emplacement des potets espacés de 3 m sur la ligne
- Ouverture des potets à la pelle mécanique (godet de 20 cm de large)
- Approvisionnement du chantier en plants (Pépinière administrative des Milles), soit :
 - 971 Pins d'Alep 1-0-G
 - 981 Cyprès verts racines nues 1 an
 - 975 Robiniers faux acacia racines nues 1 an.

Le matériel végétal (Cyprès et Robinier) très hétérogène posera quelques problèmes au moment de l'interprétation des observations.

- Les plants à racines nues ont été pralinés, au moment de la plantation (argile 50% - boues 50%).
- Le sachet des pins a été enlevé.
- Les potets, environ 100 l. de volume, ont été comblés d'un mélange de terre et de boues à l'exclusion des pierres et des mottes d'argile compacte extraites par la pelle.
- Les jeunes arbres ont été plantés en prenant soin de respecter la disposition naturelle des racines et en assurant un bon tassement.
- Une cuvette a été confectionnée autour de chaque plant qui a été repéré par un piquet.
- Les 2/3 de la plantation ayant bénéficié d'une pluie favorable, le 1/3 restant à planter a été arrosé après un nouveau tassement.
- Les plants de robinier ont été rabattus comme également quelques cyprès qui étaient de hauteur trop importante.

4 - Travaux d'entretien

Les principaux travaux d'entretien ont été les suivants :

- été 1983 gyrobroyage de la végétation herbacée
- hiver 1983 remplacement des plants morts ou douteux
- été 1984 binage au pied des plants
gyrobroyage de la végétation herbacée.



Pin d'Alep Bloc II dose 0



Robinier Bloc I dose 4



à noter la différence de végétation environnant les plants





à noter la différence de végétation environnant les plants



C) Observations enregistrées de mai 1983 à décembre 1984

I. Reprise des plants

I - Contrôle du 1er mai 1983

Un premier comptage des plants vivants a été effectué le 1er mai 1983, soit deux mois après la plantation, avant la période estivale, afin de mieux apprécier à l'automne le comportement des plants au cours de la période sèche.

Les résultats présentés dans le tableau ci-après met en évidence une bonne reprise.

. Situation du boisement au 1.05.83

- ensemble du boisement

Essence	PIN		Robinier		Cyprés	
	vivants/ plants	%	vivants/ plants	%	vivants/ plants	%
0	241/243	99,2	221/243	90,9	233/246	94,7
1	243/243	100,00	222/244	91,0	225/244	92,2
2	242/242	100,00	228/247	92,3	221/246	89,8
4	243/243	100,00	221/241	91,7	194/245	79,2

Le Pin d'Alep : on constate la perte de 2 plants en dose 0 sur le bloc I et une reprise à 100% sur les 3 autres blocs, toutes doses confondues. Ce résultat, 2 morts sur 971 plants installés confirme la bonne adaptation de l'espèce au milieu et son bon comportement en présence des boues.

Le Robinier pseudacacia : sur l'ensemble du boisement, on constate la mortalité de 83 sujets sur 975 plantés. Ce résultat est également satisfaisant avec un taux de reprise de 91,5%.

A l'analyse par bloc, il apparaît des différences notables (cf. tableau) qui sont à mettre au compte de la variation de la qualité des plants à l'origine. En effet, au moment de la mise en place, les planteurs sont tentés d'opérer une sélection instinctive qui fait que les meilleurs plants se retrouvent dans l'ordre de plantation : blocs I - II - IV - III. Le bloc I présente un taux de reprise de 97,2%, le bloc III par contre n'atteint que 85,5%.

Dans les blocs II et IV avec 91,2% et 92,1% la situation est très proche de la moyenne de l'ensemble : 91,5%.

L'effet "dose" n'est pas significatif puisque les résultats se situent entre 90,9 et 92,3% ($\pm 0,7\%$).

SITUATION DU BOISEMENT EXPERIMENTAL AU 1.05.1983

- . par essence
- . par dose
- . par bloc

Essence	PIN		ROBINIER		CYPRES	
	vivants/ plants	%	vivants/ plants	%	vivants/ plants	%
I dose 0	60/62	96,8	62/63	98,4	61/62	98,4
1	60/60	100,0	64/64	100,0	57/60	95,0
2	60/60	100,0	60/64	93,7	57/60	95,0
4	60/60	100,0	59/62	95,2	42/60	70,0
Total Bloc I	240/242	99,2	245/253	97,2	217/242	89,7
II dose 0	60/60	100,0	51/59	86,4	56/61	91,8
1	60/60	100,0	57/60	95,0	56/60	93,3
2	60/60	100,0	58/60	96,7	52/60	86,7
4	60/60	100,0	52/60	86,7	44/60	73,3
Total Bloc II	240/240	100,0	218/239	91,2	208/241	86,3
III dose 0	60/60	100,0	54/60	90,0	57/63	90,5
1	60/60	100,0	43/60	71,7	60/63	95,2
2	61/61	100,0	54/62	87,1	54/63	85,7
4	60/60	100,0	55/59	93,2	53/64	82,8
Total Bloc III	241/241	100,0	206/241	85,5	224/253	88,5
IV dose 0	61/61	100,0	54/61	88,5	59/60	98,3
1	63/63	100,0	58/60	96,7	52/61	85,2
2	61/61	100,0	56/61	91,8	58/63	92,1
4	63/63	100,0	55/60	91,7	55/61	90,2
Total Bloc IV	248/248	100,0	223/242	92,1	224/245	91,1
Total Général	969/971	99,8	892/975	91,5	873/981	89,0

Le cyprès vert : le taux de reprise varie entre 86,3 pour le Bloc III et 91,1% pour le bloc IV. Moyenne générale 89%. Le résultat d'ensemble est satisfaisant avec 89% si l'on considère que les plants se présentaient sous forme de racines nues.

Pour ce qui concerne le comportement par rapport aux quantités de boues apportées, les taux de reprise aux doses 1 et 2 sont proches de la moyenne d'ensemble avec 94,7% et 89,8%. Par contre en dose 4 le comportement est moins satisfaisant avec un taux de reprise de 79,8%.

Commentaire

Le taux de reprise général, après deux mois de plantation et avant la période sèche peut être considéré comme remarquable, à l'exception du cyprès en dose 4 qui reste cependant dans les normes admises.



2 - Contrôle du 1er Décembre 1983

A cette date, 10 mois après son installation, le boisement avait subi son premier choc estival. L'intérêt de ce contrôle était d'apprécier la capacité des végétaux, mis en situation quelque peu artificielle, de réagir aux à-coups de la saison sèche.

. Situation du boisement expérimental au 1.12.83

- ensemble du boisement par rapport à Février 1983.

Essences	PIN		ROBINIER		CYPRES	
	vivants/plants	%	vivants/plants	%	vivants/plants	%
0	233/243	95,9	186/243	76,6	191/246	77,6
1	237/243	97,5	172/244	70,5	160/244	65,6
2	220/242	90,9	144/247	58,3	166/246	67,5
4	230/243	94,6	157/241	65,1	154/245	62,9

Le Pin d'Alep : sur l'ensemble du boisement accuse une perte moyenne de 5 points depuis mai. Par rapport aux doses, c'est la dose 2 qui enregistre la perte la plus forte (10 points). Mais l'ensemble tant au niveau des blocs qu'à celui des doses de boues, reste dans le domaine des résultats satisfaisants.

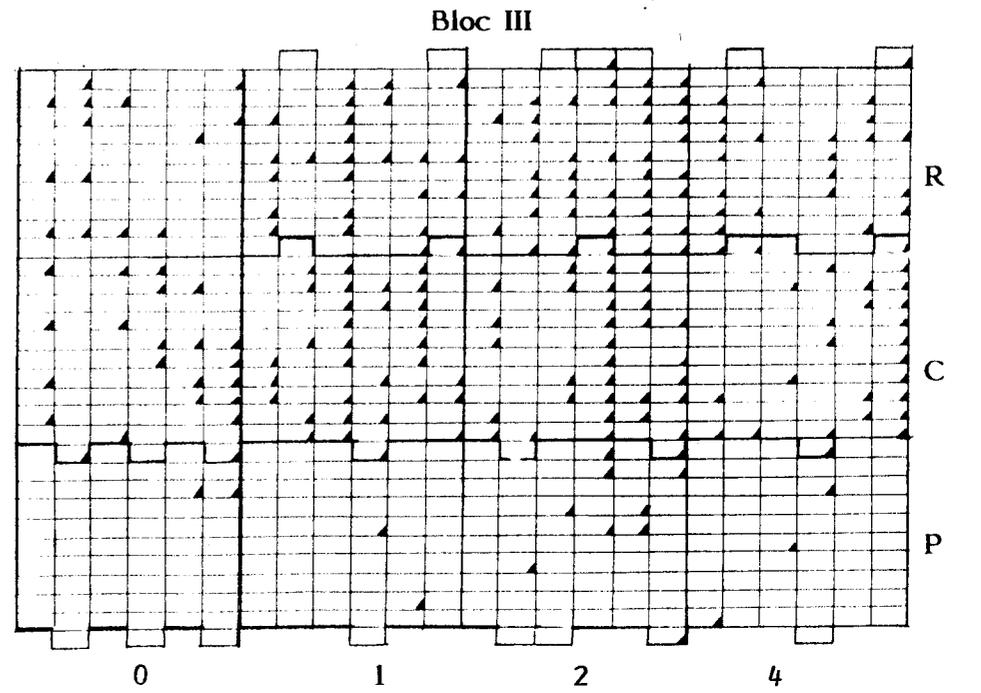
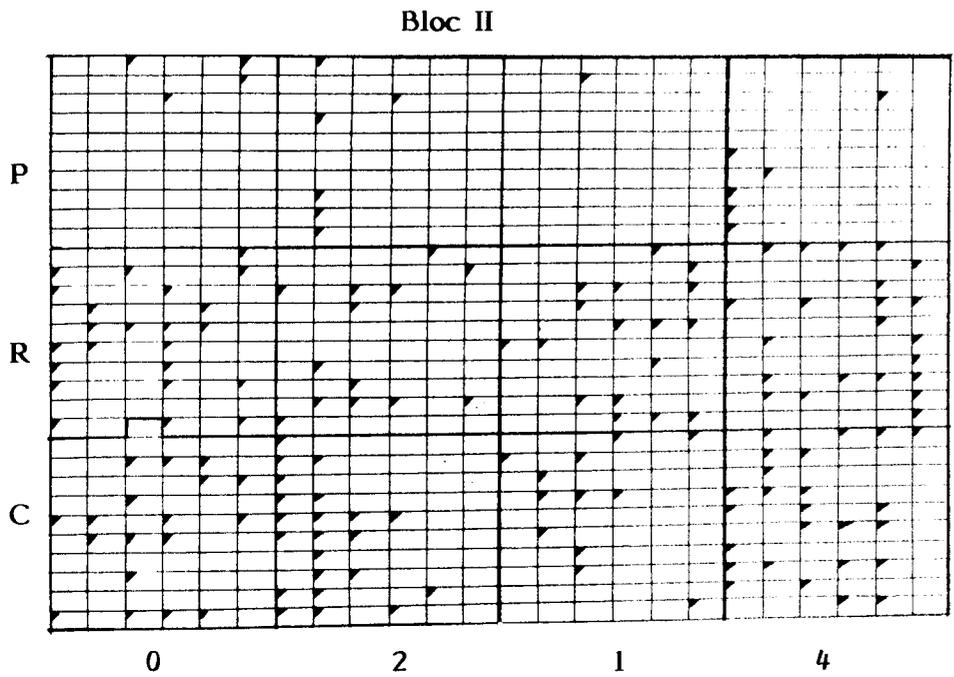
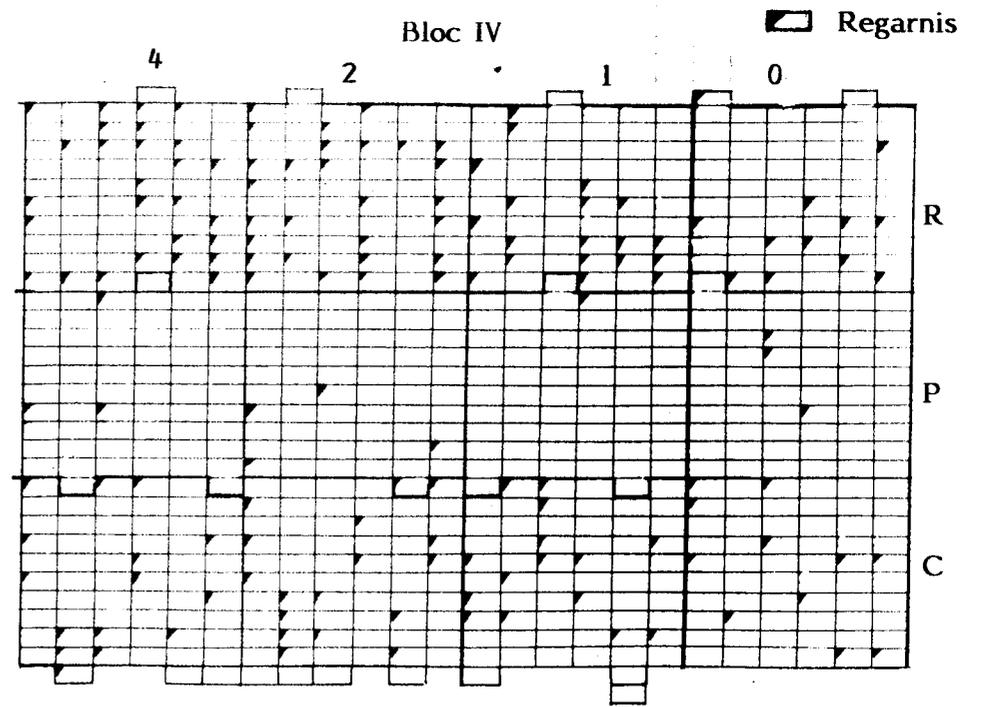
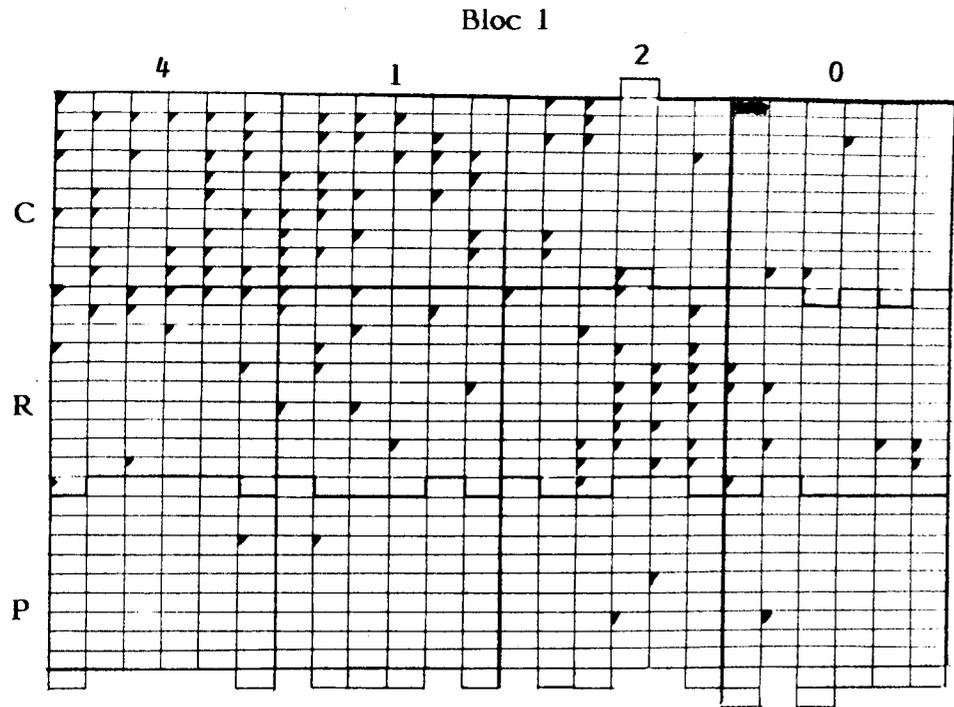
Le Robinier : enregistre des pertes importantes avec près de 24 points par rapport à la situation du mois de Mai. L'effet du Bloc III s'accroît, en particulier en dose 2 qui est dans tous les blocs la dose qui donne le moins bon résultat.

Le cyprès vert : comme le robinier, voit ses effectifs diminuer après la période estivale. La perte moyenne est de l'ordre de 21 points. Le bloc III se distingue toujours en-deçà de la moyenne.

Le meilleur comportement se trouve dans les parcelles Témoin Dose 0. Il semblerait que la mortalité soit accentuée en fonction du volume d'apport.

Commentaire

Le taux moyen de reprise du Pin d'Alep avec 94,6% reste très bon. Le comportement des deux autres espèces est moins satisfaisant, en particulier pour le cyprès qui accuse nettement le choc. Mais là encore, il convient de rester prudent en raison de la qualité du matériel végétal utilisé.



SITUATION DU BOISEMENT EXPERIMENTAL AU 1.12.1983

- par essence
- par dose
- par bloc

Essence		PIN		ROBINIER		CYPRES	
		vivants/plants	%	vivants/plants	%	vivants/plants	%
Bloc I	0	60/62	96,7	55/63	87,3	58/62	93,5
	1	59/60	98,3	53/64	82,8	36/60	60,0
	2	58/60	96,7	41/64	64,1	52/60	86,7
	4	59/60	98,3	50/62	80,6	34/60	56,7
	Total Bloc I	236/242	97,5	199,253	78,7	180/242	74,4
II	0	56/60	93,3	36/59	61,0	43/61	70,5
	1	59/60	98,3	42/60	70,0	48/60	80,0
	2	54/60	90,0	47/60	78,3	38/60	63,3
	4	54/60	90,0	38/60	63,3	35/60	58,3
	Total Bloc II	223/240	92,9	163/239	68,2	164/241	68,0
III	0	58/60	96,7	46,60	76,7	41/63	65,1
	1	58/60	96,7	36/60	60,0	30/63	47,6
	2	52/61	85,2	23/62	37,1	29/63	46,0
	4	57/60	95,0	36/59	61,0	39/64	60,9
	Total Bloc III	225/241	93,4	141/241	58,5	139/253	54,9
IV	0	58/61	95,1	49/61	80,3	49/60	81,7
	1	61/63	96,8	41/60	68,3	46/61	75,4
	2	56/61	91,8	33/61	54,1	47/63	74,6
	4	60/63	95,2	33/60	55,0	46/61	75,4
	Total Bloc IV	235/248	94,7	156/242	64,5	188/245	76,7
Total général		919/971	94,6	659/975	67,6	671/981	68,3

3 - Contrôle du 1er décembre 1984

En décembre 1983, le remplacement des plants morts ou de très mauvaise venue a été effectué conformément à ce qui a été noté dans les travaux d'entretien (chapitre B).

Le contrôle du 1er décembre 1984 a pris en compte :

- les plants installés depuis février 1983, sous l'appellation 1ère génération
- les plants de remplacement mis en place en décembre 1983, sous l'appellation 2ème génération.

Résultats 1ère génération

- . Situation du boisement expérimental au 1.12.1984
- ensemble du boisement 1ère génération

Essences	PIN		ROBINIER		CYPRES	
	vivants/plants	%	vivants/plants	%	vivants/plants	%
0	233/243	95,9	172/243	70,8	191/246	77,2
1	237/243	97,5	151/244	61,9	159/244	65,2
2	219/242	90,5	124/247	50,2	165/246	67,1
4	230/243	94,6	148/241	61,4	153/245	62,4

Le Pin d'Alep : peut être considéré comme installé, 1 seul plant a disparu dans le bloc III - dose 2.

Le Robinier : enregistre encore des pertes sur l'ensemble par rapport à décembre 1983. Il reste en place 61% des plants contre 67,6% l'année précédente. Le phénomène bloc III se poursuit avec une chute 58,5% à 44,4%. Le matériel végétal est toujours en cause car si l'on examine le comportement des plants par rapport aux doses de boues apportées, on observe :

- dose 0 = 15 morts sur 64 plants
- dose 1 = 21 morts sur 60 "
- dose 2 = 20 morts sur 62 "
- dose 4 = 9 morts sur 61 "

Le Cyprés vert : voit également sa situation se stabiliser. Aucun effet Bloc n'est apparent; aucun effet dose n'est significatif. Les résultats des analyses de variance confirment cette interprétation (F calculé doit être supérieur à 3,86; il est de 3,28 pour l'effet "Bloc" et de 1,58 pour l'effet "Dose").

SITUATION DU BOISEMENT EXPERIMENTAL AU 1.12.1984

- par essence
- par dose
- par bloc

Bloc		Pin		Robinier		Cyprés	
		vivant/plants	%	vivants/plants	%	vivants/plants	%
Bloc I	0	61/62	98,4	53/63	84,1	58/62	93,6
	1	59/60	98,3	52/64	81,2	36/60	60,0
	2	58/60	96,7	40/64	62,5	52/60	86,7
	4	59/60	98,3	49/62	79,0	34/60	56,7
Total Bloc I		237/242	97,9	194/253	76,7	180/242	74,4
Bloc II	0	56/60	93,3	35/59	59,3	43/61	70,5
	1	59/60	98,3	36/60	60,0	47/60	78,3
	2	54/60	90,0	42/60	70,0	38/60	63,3
	4	54/60	90,0	36/60	60,0	35/60	58,3
Total Bloc II		223/240	92,9	149/239	62,3	163/241	67,6
Bloc III	0	58/60	96,7	36/60	60,0	41/63	65,1
	1	58/60	96,7	27/60	45,0	30/63	47,6
	2	51/61	83,6	11/62	17,7	29/63	46,0
	4	57/60	95,0	33/59	55,9	33/64	59,4
Total Bloc III		224/241	92,9	107/241	44,4	138/253	54,5
Bloc IV	0	58/61	95,1	48/61	78,7	49/60	81,7
	1	61/63	96,8	36/60	60,0	46/61	75,4
	2	56/61	91,8	31/61	50,8	46/63	73,0
	4	60/63	95,2	30/60	50,0	46/61	75,4
Total Bloc IV		235/248	94,8	145/242	59,9	187/245	76,3
Total général		919/971	94,6	595/975	61,0	669/981	68,1

TABLEAU D'ANALYSE DE VARIANCE DE LA SURVIE DE 1ère GENERATION (PIN) au 1.12.84

dose Bloc	0	1	2	4	Total
1	98,4% 2,89	98,3% 2,88	96,7% 2,78	98,3% 2,88	11,43
2	93,3% 2,62	98,3% 2,88	90,0% 2,50	90,0% 2,50	10,50
3	96,7% 2,78	96,7% 2,78	83,6% 2,31	95,0% 2,69	10,56
4	95,1% 2,70	96,8% 2,78	91,8% 2,56	95,2% 2,70	10,74
Total	10,99	11,32	10,15	10,77	43,23
Moyenne	2,74	2,83	2,53	2,69	2,70

Source de variations	Somme des carrés	degré de liberté	Variance	F
Dose	0,182	3	0,06	5,45
Bloc	0,136	3	0,045	4,09
Erreur	0,077	9	0,011	
Total	0,42	15		

F théorique à 1% 6,99

F théorique à 5% 3,86

(Les résultats sont commentés dans les pages suivantes)

N.B. : La méthode de calcul par bloc impose de traiter les pourcentages $2 \arcsin \sqrt{\%}$ (radians)

TABLEAU D'ANALYSE DE VARIANCE 1ère GENERATION (ROBINIER) au 1.12.84

Dose Bloc	0	1	2	4	Total
1	84,1% 2,32	81,2% 2,24	62,5% 1,82	79,0% 2,19	8,57
2	59,3% 1,76	60,0% 1,77	70,0% 1,98	60,0% 1,77	7,28
3	60,0% 1,77	45,0% 1,47	17,7% 0,87	55,9% 1,69	5,80
4	77,1% 2,14	60,0% 1,77	50,8% 1,59	50,0% 1,57	7,07
Total	7,99	7,25	6,26	7,22	28,72
Moyenne	2,00	1,81	1,56	1,80	1,79

Source des variations	Somme des carrés	degré de liberté	Variance	F
Dose	0,38	3	0,126	2,21
Bloc	0,96	3	0,32	5,67
Erreur	0,51	9	0,057	
Total	1,85	15		

F théorique à 1% = 6,99

F théorique à 5% = 3,86

(les résultats sont commentés dans les pages suivantes)

N.B. : La méthode de calcul par bloc impose de traiter les pourcentages: $2 \arcsin \sqrt{\%}$ (radians)

TABLEAU D'ANALYSE DE VARIANCE DE LA SURVIE DE 1ère GENERATION (CYPRES) au 1.12.84

Dose Bloc	0	1	2	4	Total
1	(93,5%) 2,63	(60,0%) 1,77	(86,7%) 2,39	(56,7%) 1,71	8,50
2	(70,5%) 1,99	(78,3%) 2,17	(63,3%) 1,84	(58,3%) 1,74	7,74
3	(65,1%) 1,88	(47,6%) 1,52	(46,0%) 1,49	(59,4%) 1,76	6,65
4	(81,7%) 2,26	(75,4%) 2,10	(73,0%) 2,05	(75,4%) 2,10	8,51
Total	8,76	7,56	7,77	7,31	31,40
Moyenne	2,19	1,89	1,94	1,83	1,96

Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Variance	F
Dose	0,302	3	0,100	1,62
Bloc	0,577	3	0,192	3,10
Erreur	0,558	9	0,062	
Total	1,44	15		

F théorique à 1% 6,99

F théorique à 5% 3,86

(Les résultats sont commentés dans les pages suivantes)

N.B. : La méthode de calcul par bloc impose de traiter les pourcentages : $2 \arcsin \sqrt{\%}$ en radian

Résultats 2ème génération

Rappelons que sous le terme de 2ème génération apparaissent les plants installés en remplacement en décembre 1983. Ce contrôle effectué un an après donne les résultats d'ensemble suivants :

Pin d'Alep 40 vivants sur 51 plants = 78,4% de reprise

Robinier 123 vivants sur 316 plants = 38,9% de reprise

Cyprès vert 288 vivants sur 310 plants = 92,9% de reprise

Le Robinier une fois encore présente des difficultés d'installation alors que le Pin d'Alep et le Cyprès vert réagissent de façon satisfaisante pour des regarnis.

Essences	PIN		ROBINIER		CYPRES	
	vivants/plants	%	vivants/plants	%	vivants/plants	%
0	8/10	80,0	22/57	38,6	50/55	90,9
1	4/6	66,7	38/72	52,8	80/84	95,2
2	16/22	72,7	34/103	33,0	70/80	87,5
4	12/13	92,3	29/84	34,5	88/91	96,7

4 - Situation du boisement expérimental au 1.12.84

L'ensemble du boisement, observé en décembre 1984, soit après deux années de végétation, présente un taux d'installation satisfaisant.

- 3 essences confondues = 2 633 plants vivants sur 2 927 plants plantés, soit 89,96% de reprise.

- Au plan de l'occupation du sol, le niveau atteint est également très satisfaisant avec 1423 arbres à l'hectare.

Par essence, l'analyse détermine un moins bon comportement du robinier ce qui, à première vue, pourrait paraître étonnant :

- Pin d'Alep reprise 98,8%
- Robinier reprise 73,6%
- Cyprès vert reprise 97,4%

4.1. Analyse par dose (1ère génération)

En présence des différentes doses d'apport, les 3 essences ont pratiquement le même comportement.

Si l'on se réfère aux analyses de variance :

- le pin d'Alep, qui est l'essence la plus indigène, présente un effet significatif à 5%. Cette différence pourrait provenir d'un moins bon comportement en dose 2 par rapport aux deux autres doses et au témoin (dose 2 = 90,5% - doses 1 et 4 = 97,5 et 94,6% - témoin = 95,9%);

- le Robinier et le Cyprès vert ne laissent apparaître aucun effet "dose" significatif.

4.2. Analyse par bloc (1ère régénération)

Par l'analyse de variance, on constate :

- le Pin d'Alep accuse un effet bloc à 5% en faveur du bloc I (98% pour 93% pour les blocs II et III et 95% pour le bloc IV;

- le Robinier présente un effet bloc significatif à 5%.

Le bloc III accuse une forte diminution du taux de reprise - 44% par rapport aux autres blocs - 76% - 62% - 68%.

- le Cyprès vert ne subit aucun effet "bloc" .

Situation du boisement expérimental au 1.12.84
par essence et par dose
1ère et 2ème générations confondues

Essences	PIN		ROBINIER		CYPRES	
	vivants/plants	%	vivants/plants	%	vivants/plants	%
0	241/243	99,2	194/243	79,8	241/246	98
1	241/243	99,2	189/244	76,6	239/244	98
2	235/242	97,1	158/247	63,4	235/246	95,5
4	242/243	99,6	177/241	73,4	241/245	98,4



SITUATION DU BOISEMENT EXPERIMENTAL au 1.12.84 par essence
par dose
par Bloc
1ère et 2ème générations confondues (développement tableau IV)

Essence		PIN		ROBINIER		CYPRES	
		Vivants/ Plants	%	Vivants/ Plants	%	Vivants/ Plants	%
I	0	61/62	98,4	56/63	88,9	60/62	97,8
	1	59/60	98,3	61/64	95,3	57/60	95,0
	2	59/60	98,3	48/64	75,0	60/60	100,0
	4	60/60	100,0	53/62	85,5	58/60	96,7
	Total Bloc I	239/242	98,8	218/253	86,2	235/242	97,1
II	0	59/60	98,3	43/59	72,9	61/61	100,0
	1	60/60	100,0	44/60	73,3	59/60	98,3
	2	57/60	95,0	49/60	81,7	56/60	93,3
	4	59/60	98,3	45/60	75,0	60/60	100,0
	Total Bloc II	235/240	97,9	181/239	75,7	236/241	97,6
III	0	60/60	100,0	39/60	65,0	60/63	95,2
	1	60/60	100,0	33/60	55,0	63/63	100,0
	2	59/61	96,7	18/62	29,0	58/63	92,1
	4	60/60	100,0	37/59	62,7	62/64	96,9
	Total Bloc III	239/241	99,2	127/241	52,7	243/253	96,
IV	0	61/61	100,0	56/61	91,8	60/60	100,0
	1	62/63	98,4	51/60	85,0	60/61	98,4
	2	60/61	98,4	43/61	70,5	61/63	96,8
	4	63/63	100,0	42/60	70,0	61/61	100,0
	Total Bloc IV	246/248	99,2	192/242	79,3	242/245	98,8
Total général		959/971	98,8	718/975	73,6	956/981	97,4

EVOLUTION DE LA SURVIE DU PIN D'ALEP
 de la plantation au 1.12.84 (1ère et 2ème génération)

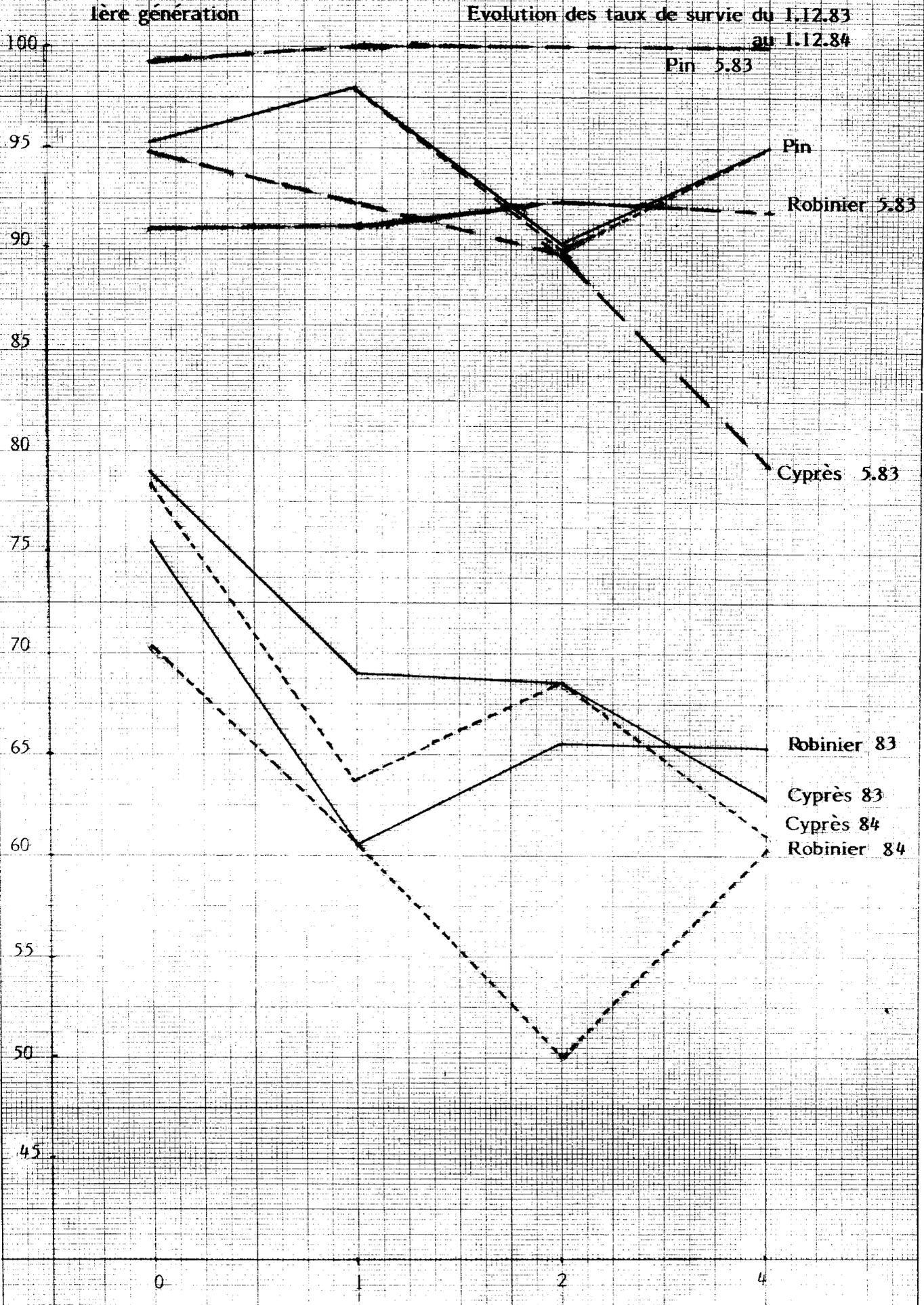
Bloc	Plantation initiale	Comptage 05-83		Comptage 12-83		Comptage 12-84 (1ère génération)		Comptage 12-84 2è génér.	Effectif total actuel
	nbre	vivants	morts	vivants	regarnis	vivants	mo rts	vivants	
I dose 0	62	60	2	61	1	61	1	0	61
1	60	60	0	59	1	59	1	0	59
2	60	60	0	58	2	58	2	1	59
4	60	60	0	59	1	59	1	1	60
Total I	242	240	2	237	5	237	5	2	239
II dose 0	60	60	0	56	4	56	4	3	59
1	60	60	0	59	1	59	1	1	60
2	60	60	0	54	6	54	6	3	57
4	60	60	0	54	6	54	6	5	59
Total II	240	240	0	223	17	223	17	12	235
III dose 0	60	60	0	58	2	58	2	2	60
1	60	60	0	58	2	58	2	2	60
2	61	61	0	52	9	51	10	8	59
4	60	60	0	57	3	57	3	3	60
Total III	241	241	0	225	16	224	17	15	239
IV dose 0	61	61	0	58	3	58	3	3	61
1	63	63	0	61	2	61	2	1	62
2	61	61	0	56	5	56	5	4	60
4	63	63	0	60	3	60	3	3	63
Total IV	248	248	0	235	13	235	13	11	246
Total généra	971	969	2	920	51	919	52	40	959

EVOLUTION DE LA SURVIE DU ROBINIER
de la plantation au 1.12.84 (1ère et 2ème génération)

Bloc	Plantation initiale	Comptage 05.83		Comptage 12-83		Comptage 12-84 (1ère génération)		Comptage 12-84 2è génér.	Effectif total actuel
	nbre	vivants	morts	vivants	regarnis	vivants	morts	vivants	
I dose 0	63	62	1	55	8	53	10	3	56
1	64	64	0	53	11	52	12	9	61
2	64	60	4	41	23	40	24	8	48
4	62	59	3	50	12	49	13	4	53
Total I	253	245	8	199	54	194	59	24	218
II dose 0	59	51	8	36	23	35	24	8	43
1	60	57	3	42	18	36	24	8	44
2	60	58	2	47	13	42	18	7	49
4	60	52	8	38	22	36	24	9	45
Total II	239	218	21	163	76	149	90	32	181
III dose 0	60	54	6	46	14	36	24	3	39
1	60	43	17	36	24	27	33	6	33
2	62	54	8	23	39	11	51	7	18
4	59	55	4	36	23	33	26	4	37
Total III	241	206	35	141	100	107	134	20	127
IV dose 0	61	54	7	49	12	48	13	8	56
1	60	58	2	41	19	36	24	11	51
2	61	56	5	33	28	31	30	12	43
4	60	55	5	33	27	30	30	12	42
Total IV	242	223	19	156	86	145	97	47	192
Total général	975	892	83	659	316	595	280	123	718

EVOLUTION DE LA SURVIE DU CYPRES VERT
de la plantation au 1.12.84 (1ère et 2ème génération)

Bloc	Plantation initiale	Comptage 05-83		Comptage 12-83		Comptage 12-84 (1ère génération)		Comptage 12-84 2è génér.	Effectif total actuel
	Nbre	vivants	morts	vivants	regarnis	vivants	morts	vivants	
I dose 0	62	61	1	58	4	58	4	2	60
1	60	57	3	36	24	36	24	21	57
2	60	57	3	52	8	52	8	8	60
4	60	42	18	34	26	34	26	24	58
Total I	242	217	25	180	62	180	62	55	235
II dose 0	61	56	5	43	18	43	18	18	61
I	60	56	4	48	12	47	13	12	59
2	60	52	8	38	22	38	22	18	56
4	60	44	16	35	25	35	25	25	60
Total II	241	208	33	164	77	163	78	73	236
III dose 0	63	57	6	41	22	41	22	19	60
1	63	60	3	30	33	30	33	33	63
2	63	54	9	29	34	29	34	29	58
4	64	53	11	39	25	38	26	24	62
Total III	253	224	29	139	114	138	115	105	243
IV dose 0	60	59	1	49	11	49	11	11	60
1	61	52	9	46	15	46	15	14	60
2	63	58	3	47	16	46	17	15	61
4	61	55	6	46	15	46	15	15	61
Total IV	245	224	21	188	57	187	58	55	242
Total général	981	873	108	671	310	668	323	288	956



II. Croissance des plants

L'installation du boisement expérimental pouvant être considérée comme réalisée d'une façon quasi définitive, il a été procédé à la mensuration de chaque plant au 1.12.84. Les hauteurs relevées en cm ont été prises du sol au bourgeon terminal pour le cyprès et le pin, et du sol à l'implantation de la feuille vivante la plus haute pour le robinier.

Pour analyser les résultats (analyse de variance), la méthode des blocs oblige à utiliser les hauteurs moyennes par bloc. Or, les blocs n'étant pas homogènes au niveau de l'effectif, les moyennes diffèrent de celles calculées d'une façon systématique sur l'ensemble des doses. Seules, ces données sont à prendre en compte, la première n'étant utilisable que pour l'analyse de variance.

Le Pin d'Alep

Résultats par dose : la hauteur moyenne des plants progresse d'une manière très significative à 1% avec la quantité de boues incorporées. Le tableau d'analyse de variance des hauteurs moyennes (calculées à partir de la hauteur moyenne de chaque bloc) fait apparaître ce résultat sans contestation ni interprétation possible : le "F" calculé a une valeur de 15,09 pour une valeur minimale théorique de 6,99.

Les valeurs moyennes des hauteurs s'échelonnent entre 47,60 cm (dose 0) et 63,04 cm (dose 4) (Tableau n°).

Résultats par bloc : Aucune différence significative par bloc n'est à relever (F théorique à 5% : 3,86, F calculé 3,31). Les hauteurs moyennes par bloc varient de 49,87 à 56,42 cm avec un maximum de 66,22 cm dans le bloc IV, dose 4, le minimum se situant bloc 3, dose 0 avec 44,33 cm.

L'histogramme des classes d'âge établi par classe de 10 cm, montre l'influence de l'apport des boues sur les hauteurs individuelles des arbres. Pour la dose 0, l'histogramme est très resserré autour de la classe 40-50 cm avec une borne maximale à 90 cm. Pour la dose maximale (400 tonnes/ha) l'histogramme présente un effectif important entre 40 et 80 cm avec une borne maximale de 120 cm. La borne minimale (20 cm) est commune aux deux doses. Le traitement par boues n'agit donc pas uniformément sur chaque plant mais présente une action sélective qu'il n'est pas possible d'expliquer à ce stade de l'expérimentation.



TABLEAU D'ANALYSE DE VARIANCE DES HAUTEURS MOYENNES (en cm)

DU PIND'ALEP (1ère génération) au 1.12.84

Dose Bloc	0	1	2	4	Total
1	54,0	48,0	59,4	63,2	224,6
2	45,0	49,7	49,4	64,9	209,0
3	44,3	49,2	48,1	57,7	199,3
4	46,5	53,9	58,9	66,2	225,5
Total	189,8	200,8	215,8	252,0	858,4
Moyenne (1)	47,4	50,2	53,9	63,0	53,6

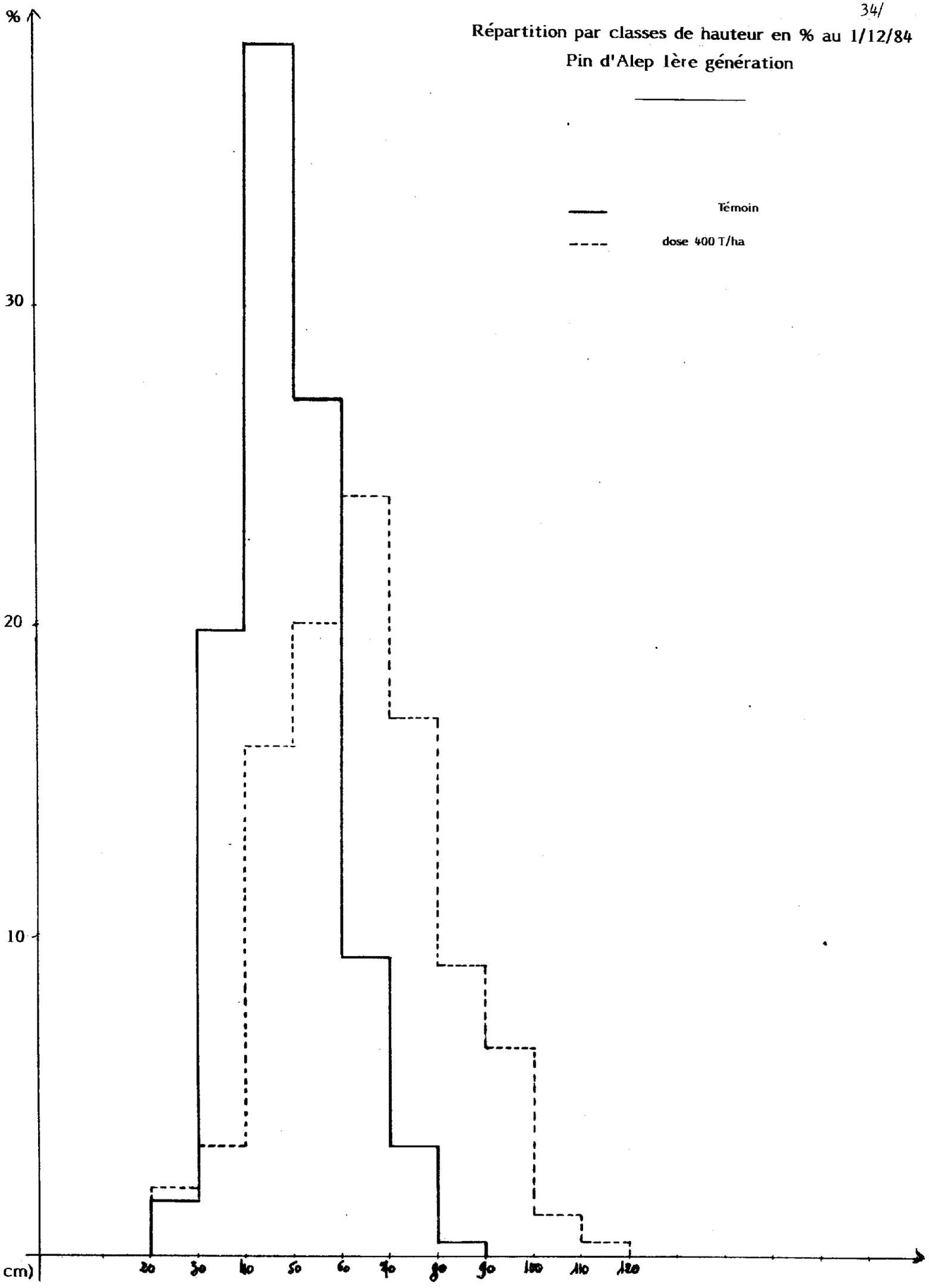
(1) Moyenne obtenue à partir de la moyenne des hauteurs de chaque bloc.

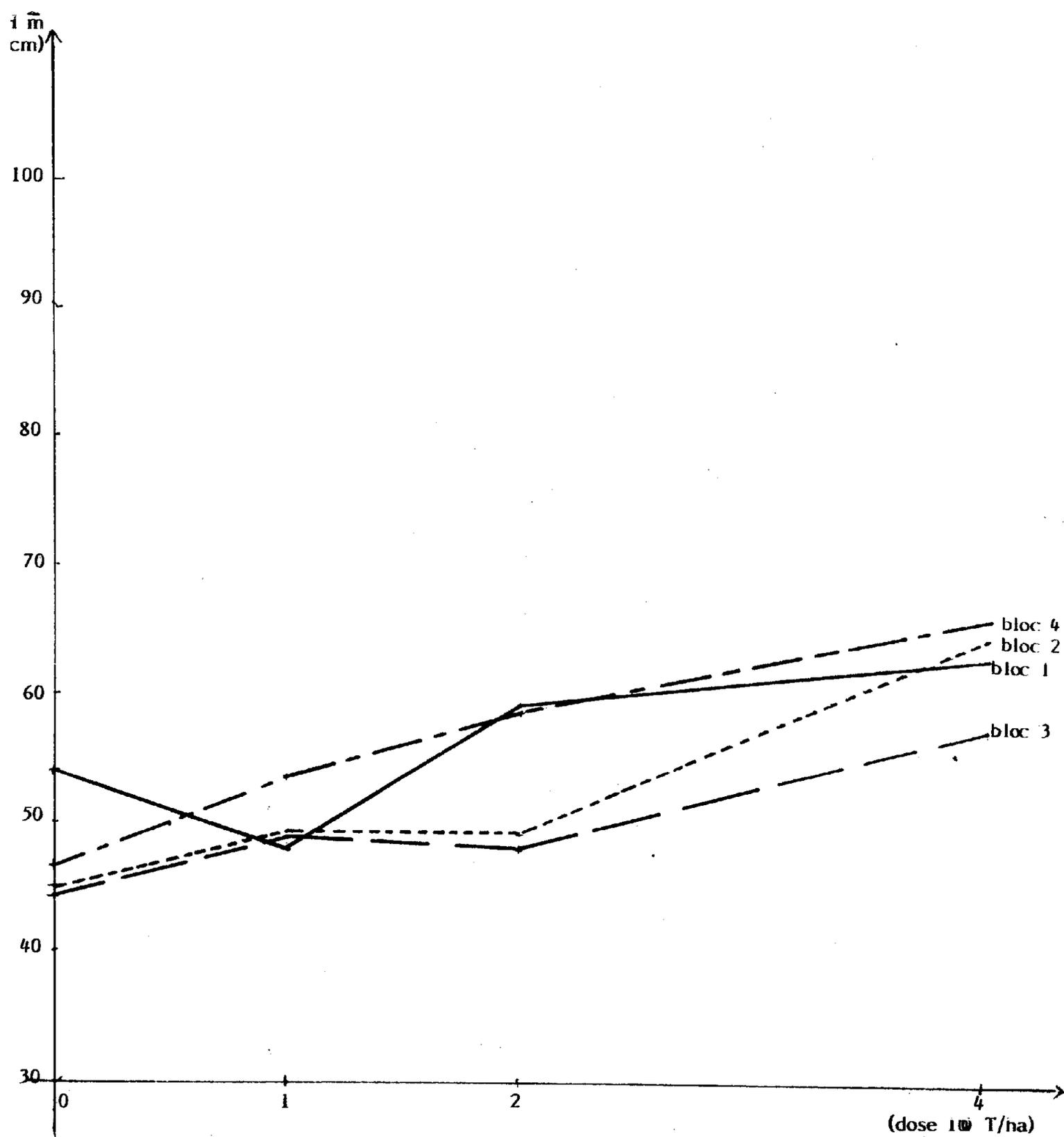
Source des variations	Somme des carrés	degré de liberté	Variance	F
Dose	551,4	3	183,8	15,09
Bloc	121,0	3	40,3	3,31
Erreur	109,5	9	12,1	
Total	781,9	15		

F théorique à 1% = 6,99
F théorique à 5% = 3,86

Les résultats sont commentés dans les pages suivantes.

Répartition par classes de hauteur en % au 1/12/84
Pin d'Alep 1ère génération



HAUTEUR MOYENNE DES PLANTS DE PIN D'ALEP (1ère génération) au 1.12.84REPRESENTATION PAR BLOC ET PAR DOSE

Le Robinier

Résultats par dose : l'analyse de variance des hauteurs des plants de robinier établie sur la base des hauteurs moyennes par bloc, montre un effet "dose" significatif à 5% (tableau n°) Cet effet "dose" se manifeste sur les hauteurs moyennes (Tableau n°) par la place dominante que prend la dose 4 avec une hauteur moyenne de 71,89 cm, soit 18,74 cm de plus que la dose témoin qui lui succède. A l'exception du bloc III, les hauteurs moyennes sont toutes plus élevées en dose 4 mais sans progression logique dans les doses intermédiaires. Les doses 1 et 2 semblent avoir un effet dépressif sur la croissance des plants.

Résultats par bloc : deux blocs sont remarquables comme pour le taux de survie : le bloc I présente une hauteur moyenne de 67,98 cm et le bloc III une hauteur moyenne de 41,73 cm. Les résultats "effet bloc" et "effet dose" sont confirmés par le Tableau n° qui fait apparaître des effets significatifs à 5%. Expérimentalement, l'effet dose est essentiel pour nous puisqu'il agit positivement et de façon remarquable à forte dose. Les doses 1 et 2 ne semblent pas influencer sur la croissance des plants.

L'histogramme représentatif de l'effectif des différentes classes de hauteurs en dose 0 (témoin) montre que la quasi totalité des robiniers a une hauteur comprise entre 20 et 90 cm et que la répartition entre les différentes classes est relativement régulière.

L'histogramme de la dose 4, au contraire, "s'étire" vers des hauteurs beaucoup plus élevées (jusqu'à 180 cm) et l'effectif par classe décroît régulièrement au fur et à mesure que les hauteurs croissent. L'influence de l'apport des boues sur la croissance du robinier semble encore plus sélective que sur le pin.

Le Cyprès vert

Résultats par dose : un résultat déjà constaté pour le robinier et lors d'expérimentations réalisées à base de composts d'ordures ménagères apparaît ici : les doses 1 et 2 ont un effet dépressif sur la croissance (effet significatif à 5% pour le cas présent) par rapport à la dose témoin et à la dose maximale (dose 4). Les hauteurs sont toutefois plus élevées en dose 0 qu'en dose 4 dans les blocs I, III et IV.

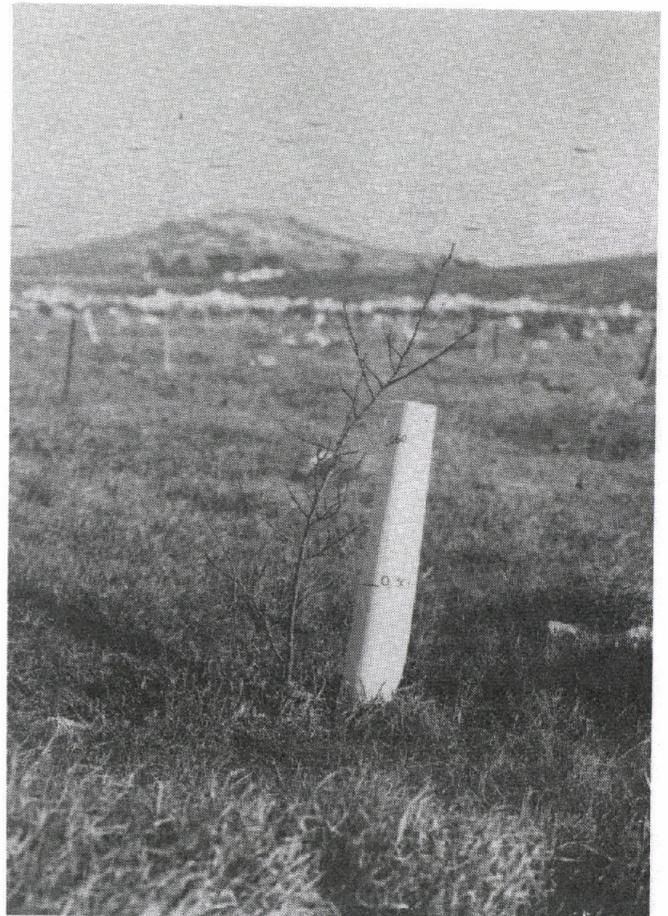
Résultats par bloc : outre le résultat relevé plus haut (Résultats par dose) le bloc 3 apparaît comme réagissant, au niveau des hauteurs moyennes, au tri initial des plants. Les plants les moins beaux ont été placés en fin de plantation donc au bloc III. La différence est sensible : hauteur moyenne du bloc III : 49,25 cm, bloc II : 56,49 cm, bloc I : 56,53 cm, bloc IV : 62,35 cm (voir Tableau n°). Le tableau d'analyse de variance des hauteurs moyennes par bloc fait apparaître un effet "bloc" significatif à 1% et confirme ces deux observations.

L'histogramme établi pour cette essence montre un phénomène différent des deux essences étudiées plus haut. L'histogramme établi pour la dose 0 présente des bornes à 20 et 110 cm avec une concentration de l'effectif entre 40 et 80 cm. L'histogramme établi pour la dose 4 est borné à 10 et 120 cm avec un effectif maximal entre 30 et 70 cm, soit décalé d'une classe vers les hauteurs inférieures. Cette représentation graphique matérialise l'effet "dose" dépressif signalé antérieurement pour les doses 1 et 2 mais également, peut-être, la différence qui existe entre la dose témoin et les doses ayant reçu des boues. Au stade actuel de l'expérimentation il n'est pas possible de pousser plus loin l'interprétation de ces résultats.



Robinier Bloc II dose 0

Robinier Bloc IV dose 4



N.B. : à noter la différence de couverture végétale du sol

**TABLEAU D'ANALYSE DE VARIANCE DES HAUTEURS MOYENNES (en cm)
DU ROBINIER (1ère génération) au 1.12.84**

Dose Bloc	0	1	2	4	Total
1	53,9	59,8	61,1	97,4	272,2
2	60,8	57,3	49,5	71,6	239,2
3	47,5	34,9	39,0	41,9	163,3
4	51,0	43,4	48,6	63,5	206,5
TOTAL	213,2	195,4	198,3	274,4	881,2
Moyenne (1)	53,3	48,8	49,5	68,6	55,0

(1) Moyenne des hauteurs moyennes calculées par bloc

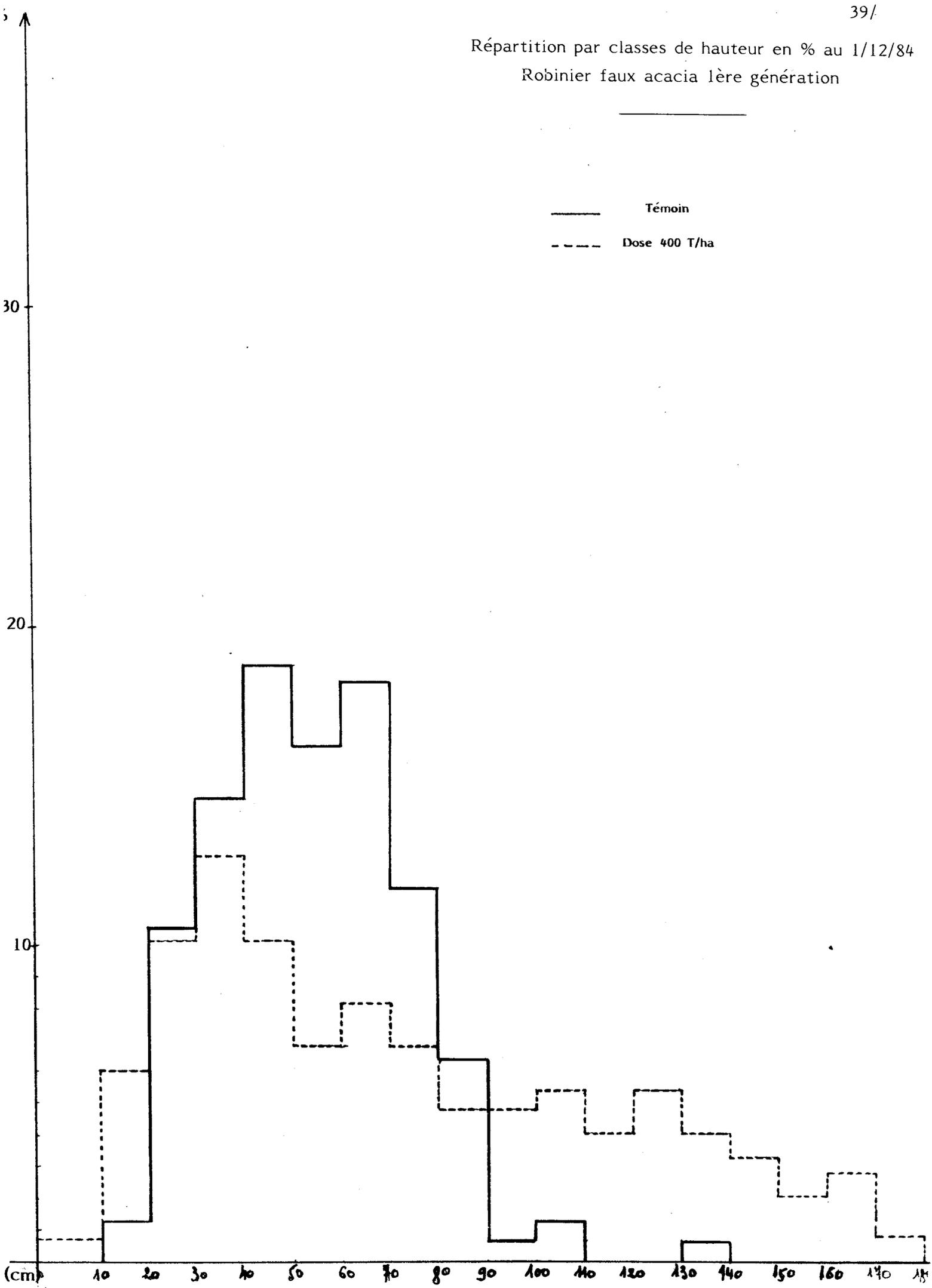
Source des variations	Somme des carrés	degré de liberté	Variance	F
Dose	1021,4	3	340,4	4,36
Bloc	1622,5	3	540,8	6,84
Erreur	711,5	9	79,0	
Total	3355,5	15		

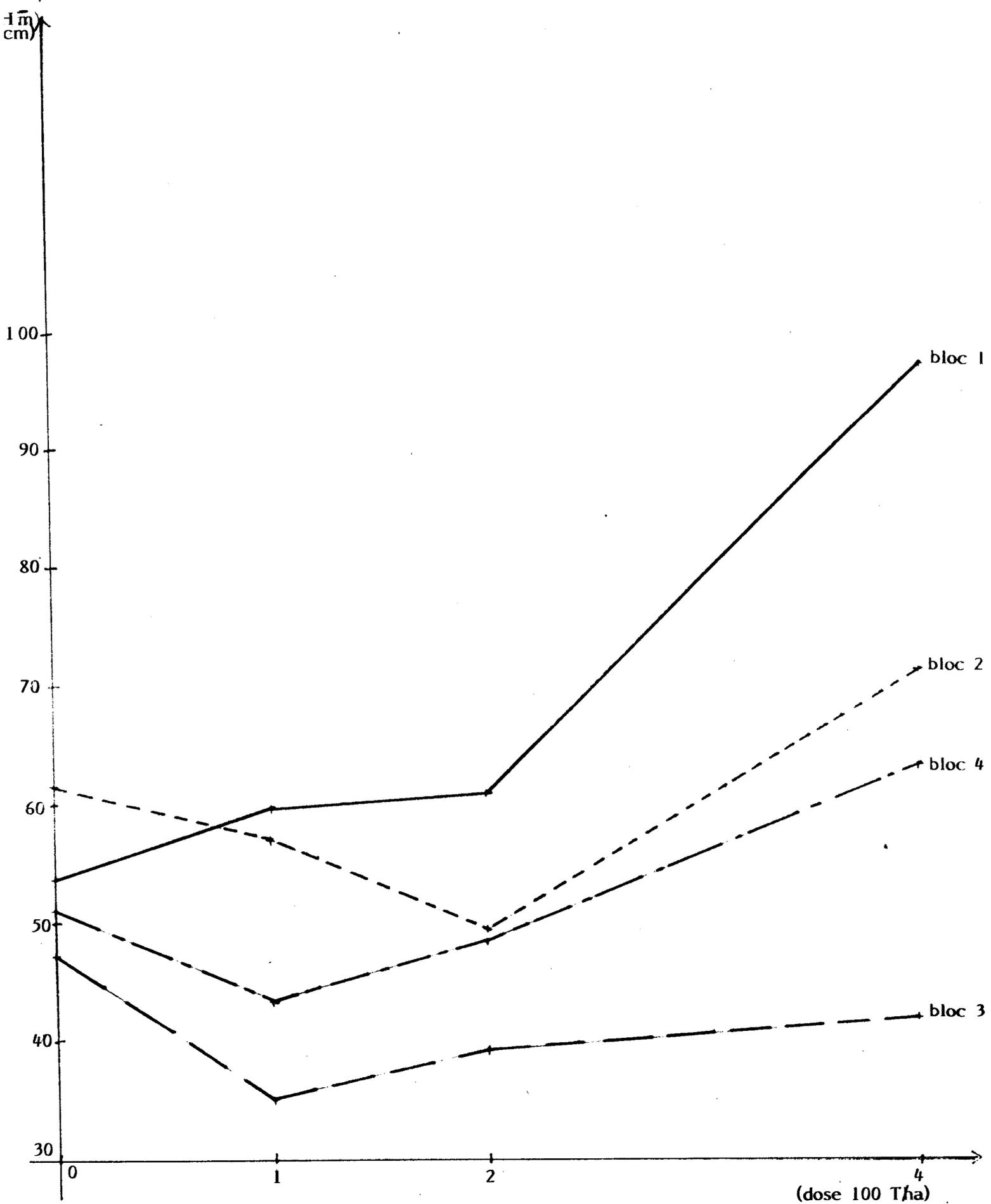
F théorique à 1% = 6,99

F théorique à 5% = 3,86

Les résultats sont commentés dans les pages suivantes.

Répartition par classes de hauteur en % au 1/12/84
Robinier faux acacia 1ère génération

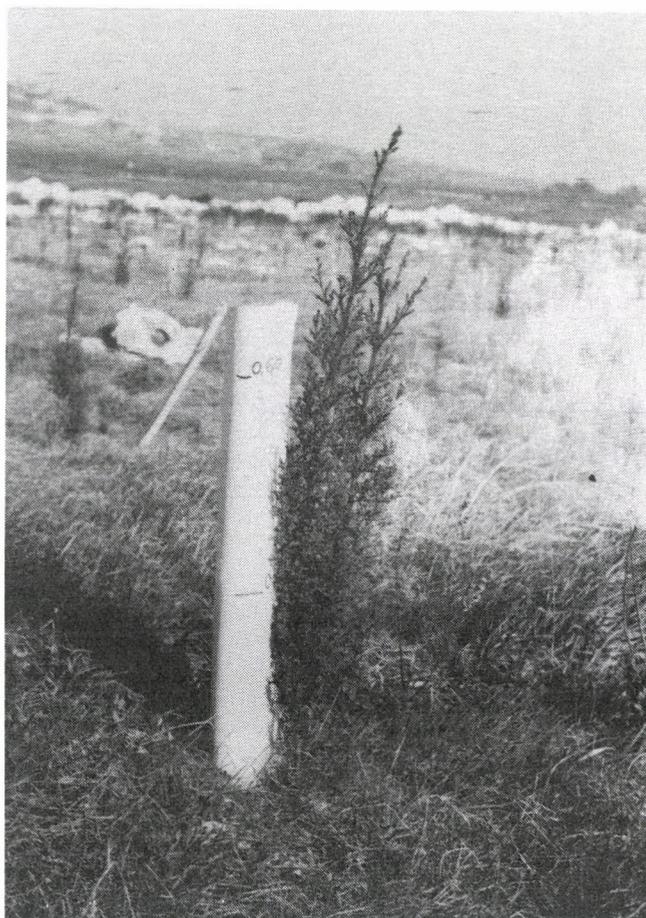


HAUTEUR MOYENNE DES PLANTS DE ROBINIER (1ère génération) au 1.12.84REPRESENTATION PAR BLOC ET PAR DOSE



Cyprés vert Bloc 1 dose 0

Cyprés vert bloc IV dose 4



N.B. à noter également la différence de couverture du sol

DU CYPRES VERT (1ère génération) au 1.12.84

Dose Bloc	0	1	2	4	Total
1	64,1	49,4	53,9	55,3	222,7
2	56,4	55,5	52,6	62,2	226,7
3	57,3	44,0	46,3	46,9	194,5
4	64,7	51,2	52,0	56,7	238,5
TOTAL	242,5	205,1	208,1	226,8	882,4
Moyenne (1)	60,6	51,2	52,0	56,7	55,1

(1) Moyenne des hauteurs moyennes calculées par bloc

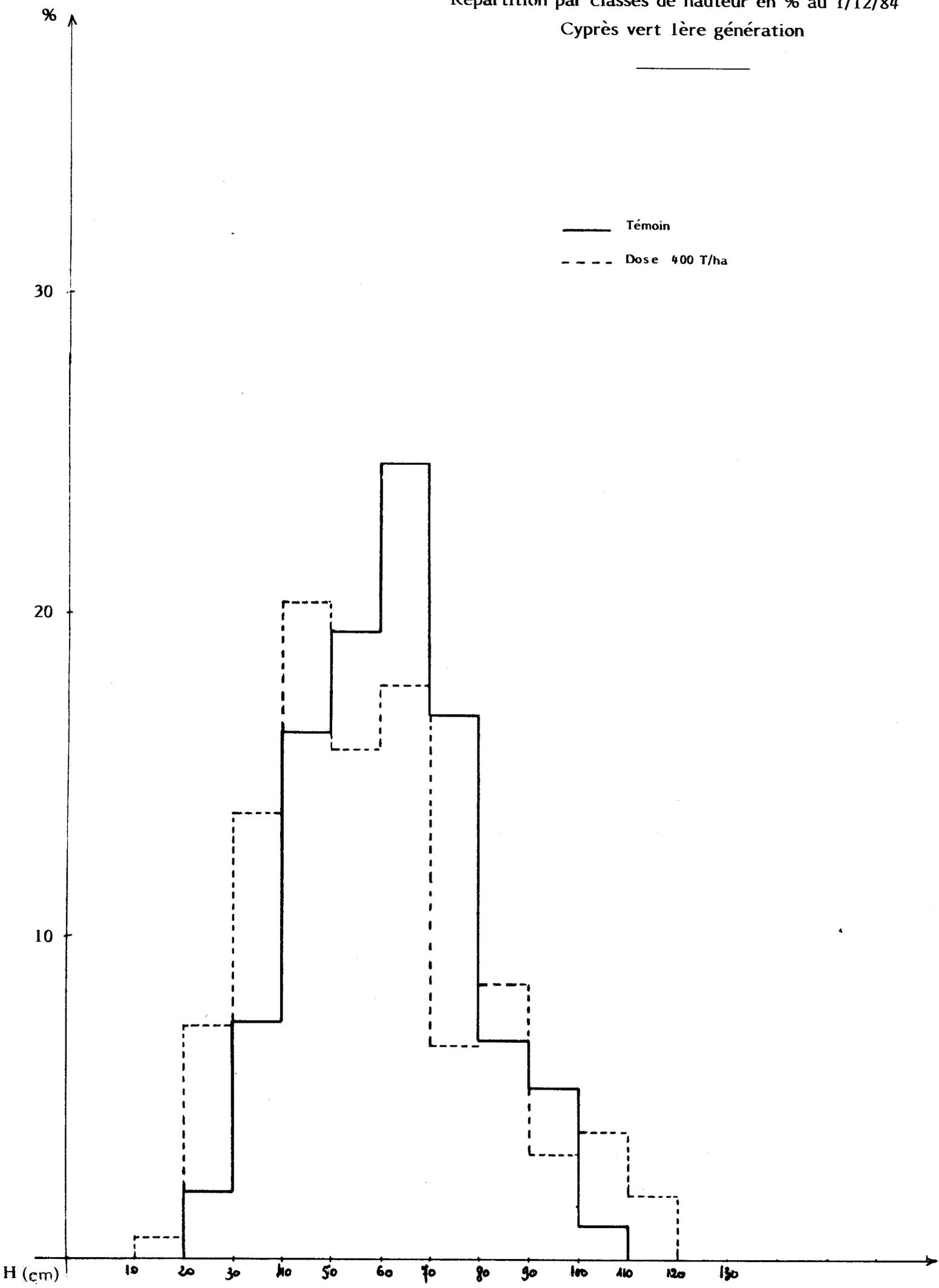
Source des variations	Somme des carrés	degré de liberté	Variance	F
Dose	228,6	3	76,1	6,69
Bloc	260,0	3	86,9	7,64
Erreur	102,2	9	11,3	
Total	591,4	15		

F théorique à 1% = 6,99

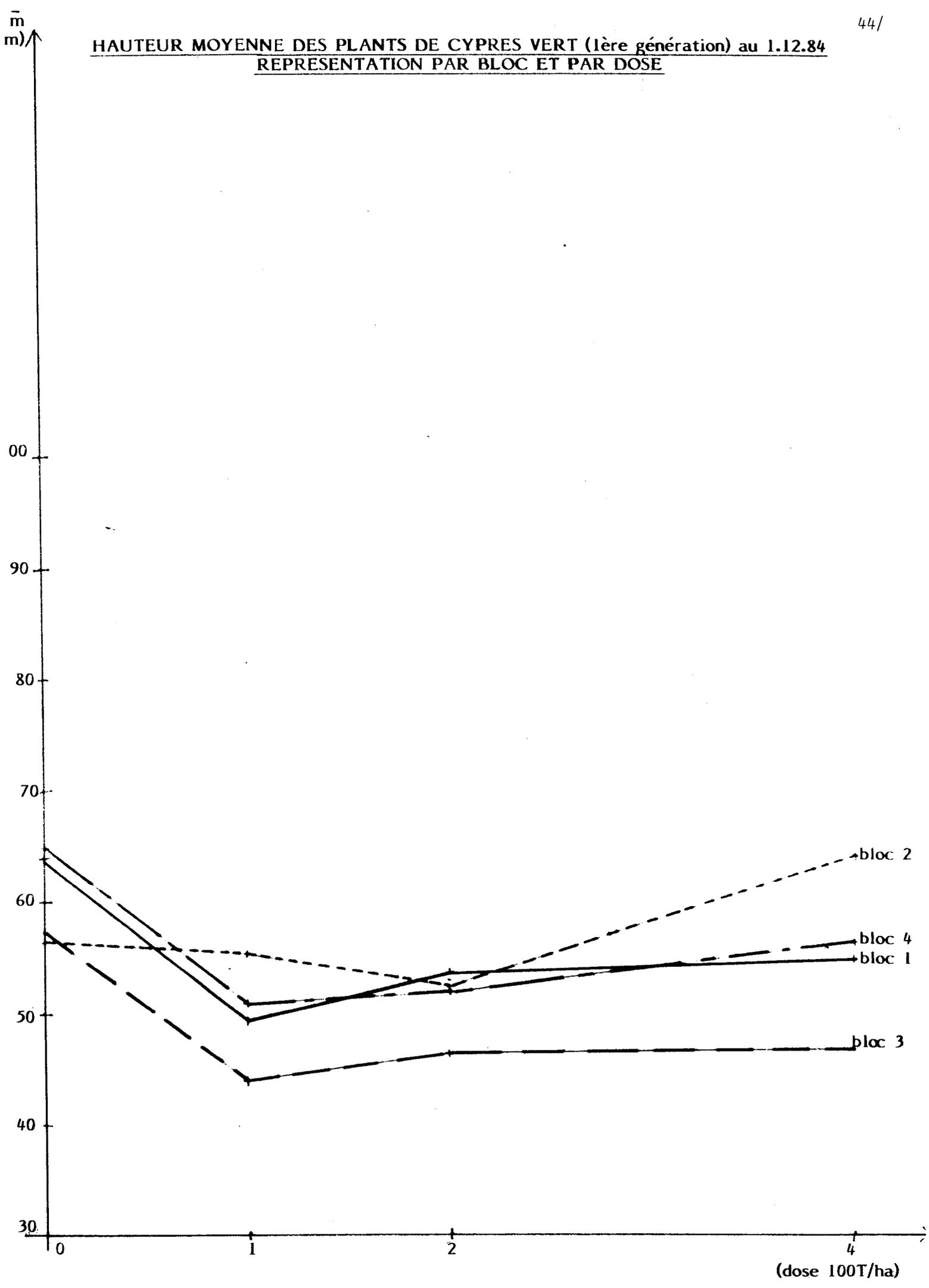
F théorique à 5% = 3,86

Les résultats sont commentés dans les pages suivantes.

Répartition par classes de hauteur en % au 1/12/84 Cypres vert 1ère génération



HAUTEUR MOYENNE DES PLANTS DE CYPRES VERT (1ère génération) au 1.12.84
REPRÉSENTATION PAR BLOC ET PAR DOSE



HAUTEUR MOYENNE ET POURCENTAGES
DE SURVIE DES PLANTS DE LA 1ère GENERATION
PAR ESSENCE ET PAR DOSE AU 1.12.84

Dose Essence	0	1	2	4
<u>Cyprès :</u>				
H. moyenne	61,05	52,80	52,55	57,00
Nbre "vivants"	191/245	159/244	165/246	153/244
% survie	77,2	65,2	67,1	62,4
<u>Robinier:</u>				
H. moyenne	53,15	50,82	52,03	71,89
Nbre "vivants"	172/243	151/244	124/247	148/241
% survie	70,8	61,9%	50,2	61,4%
<u>Pin d'Alep :</u>				
H. moyenne	47,60	50,26	54,18	63,04
Nbre "vivants"	233/243	237/243	219/242	230/243
% survie	95,9%	97,5%	90,5%	94,6%

**HAUTEUR MOYENNE ET MORTALITE DES PLANTS DE 1ère GENERATION
PAR BLOC, PAR DOSE ET PAR ESSENCE AU 1.12.84**

Essence	CYPRES			PIN			ROBINIER			TOTAL	
	nbre de morts	%	Hauteur moyenne	Morts	%	HM	Morts	%	HM	%	HM
Bloc 1											
dose 0	4/62	6,45	64,12	1/62	1,61	54,03	10/63	15,87	53,87	8,56	57,34
dose 1	24/60	40	49,39	1/60	1,67	48,05	12/64	18,75	59,79	20,11	52,53
dose 2	8/60	13,33	53,92	2/60	3,34	59,38	24/64	37,50	61,15	19,02	57,94
dose 4	26/60	43,33	55,35	1/60	1,67	63,20	13/62	20,97	97,39	21,98	73,12
Total Bloc I	62/242	25,62	56,53	5/242	2,07	56,13	59/253	23,32	67,98	17,37	60,01
Bloc 2											
dose 0	18/61	29,51	56,37	4/60	6,67	45,12	24/59	40,68	60,77	25,56	52,82
dose 1	13/60	21,67	55,49	1/60	1,67	49,71	24/60	40,00	57,25	21,11	53,54
dose 2	22/60	36,67	52,58	6/60	10,00	49,41	18/60	30,00	49,52	25,56	50,34
dose 4	25/60	41,67	62,23	6/60	10,00	64,93	24/60	40,00	71,64	30,56	66,10
Total Bloc II	78/241	32,37	56,49	17/240	7,08	52,17	90/239	37,66	59,37	25,69	55,49
Bloc 3											
dose 0	22/63	34,92	57,32	2/60	3,34	44,33	24/60	40,00	47,47	26,23	49,11
dose 1	33/63	52,38	44,0	2/60	3,34	49,22	33/60	55,00	34,89	37,16	44,50
dose 2	34/63	53,97	46,31	10/61	16,39	48,12	51/62	82,26	39,09	51,08	46,44
dose 4	26/64	40,62	46,92	3/60	5,00	57,74	26/59	44,07	41,94	30,22	50,48
Total Bloc III	115/253	40,62	49,25	17/241	7,05	49,87	134/241	55,60	41,73	36,24	47,83
Bloc 4											
dose 0	11/60	18,33	64,71	3/61	4,92	46,5	13/61	21,30	51,0	15,38	53,67
dose 1	15/61	24,59	56,17	2/63	3,17	53,92	24/60	40,00	43,39	22,28	51,99
dose 2	17/63	26,98	55,26	5/61	8,20	58,93	30/61	49,18	48,55	28,11	55,24
dose 4	15/61	24,59	62,35	3/63	4,76	66,22	30/60	50,00	63,50	26,09	64,31
Total Bloc IV	58/245	23,67	59,71	13/248	5,24	56,42	97/242	40,08	51,17	22,99	56,17

REMARQUE

L'observation visuelle du boisement met en évidence, en particulier sur le Pin d'Alep, un développement végétatif plus abondant en dose 4. La norme de hauteur totale ne précise pas cette notion. Pour remédier à cette insuffisance, un relevé du diamètre des plants a été effectué afin de déterminer la surface terrière. L'analyse de ces mesures ne donne pas une information complémentaire satisfaisante; elle n'a donc pas été retenue.

Toutefois, par différence avec de prochains enregistrements à effectuer dans les années à venir, il est possible que ce critère prenne une importance significative.

Il faut considérer qu'à ce stade de l'étude, l'enregistrement des données constitue une base de travail et non pas des conclusions.



Pin d'Alep dose 4

Pin d'Alep dose 0



D) Propositions

Etant admis que le boisement est installé, la poursuite de l'étude peut être envisagée sous deux aspects :

- 1 . Travaux de suivi et d'entretien
- 2 . Développement de l'étude.

1. Travaux de suivi et d'entretien

1.1. Suivi agronomique

Dans le même temps que le CEMAGREF se voyait confier la mission forestière du projet, la Ville de MARSEILLE a confié à la S.C.P. une mission de suivi analytique des sols. Une synthèse des résultats apparaît indispensable à une meilleure connaissance de la situation et permettrait de corriger un éventuel déséquilibre de l'état chimique du sol.

1.2. Suivi technique

Le développement de la végétation herbacée dans les interlignes et dans les potets doit être contrôlée de façon permanente. Des façons culturales sont à envisager avant la période estivale, par exemple, un binage des plants courant avril et un double passage de disques en mai.

2. Développement de l'étude

2.1. Apports complémentaires de forces

Dans la conception de l'étude il a été prévu de procéder à des apports complémentaires. Cette intervention pourrait être organisée pour être réalisée dans le courant de l'automne 1985.

2.2. Observations et enregistrement des données

Une nouvelle campagne d'enregistrement des résultats serait à prévoir en décembre 1985.

