

République Tunisienne

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

EF Doc 03/74

Hédi HADRI

Heinrich TSCHINKEL

**SEMIS DIRECT
de Pin d'Alep
en Tunisie**

ANNALES DE L'INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHES FORESTIÈRES 1976

Vol. 6

Fasc. 1

République Tunisienne

MINISTERE DE L'AGRICULTURE

Hédi HADRI

Heinrich TSCHINKEL

**SEMIS DIRECT
de Pin d'Alep
en Tunisie**

ANNALES DE L'INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHES FORESTIERES 1976

Vol. 6, fasc. 1

Les auteurs

Dr. Hédi HADRI, Ingénieur Principal des Forêts, Chef de la Section «Aménagement des Bassins Versants» à l'Institut National de Recherches Forestières. Il a obtenu le diplôme d'ingénieur en 1970 et le Doctorat es-sciences en 1974 à la faculté des Eaux et Forêts de l'Université de Fribourg (R.F.A.).

Dr. Heinrich TSCHINKEL est expert en aménagement de bassins versants au Projet FAO/TUN/71/540. Il a obtenu un «Master of science-Degree» (Forestry) à l'Université de la Californie, Berkeley 1961 et son Doctorat à l'Université de Hamburg (R.F.A.) 1972.



REMERCIEMENTS

Les auteurs expriment leurs remerciements aux personnes et aux organismes qui, d'une manière ou d'une autre, ont contribué à la réalisation de ce travail. Nous tenons à citer notamment l'Arrondissement forestier de Kasserine, l'Arrondissement forestier du Kef, MM. A. BEN N'CIR et M. BEN BOUBAKER, Agents Techniques à l'I.N.R.F. et tous les collègues de l'I.N.R.F.

Photos : F.A.O./Botts (p.7).

INRF/Hadri (p.18, 24, 31, 32, 34, 38, 39).

© Nations Unies. F.A.O. - Gouvernement Tunisien I.N.R.F. 1976

SOMMAIRE

I. INTRODUCTION	5
II. DESCRIPTION DE LA RÉGION CONCERNÉE PAR L'ÉTUDE	9
III. LA GERMINATION LIÉE A LA DESTRUCTION DES GRAINES PAR LES PRÉDATEURS	11
3.1 Essai au Djebel Ez-Zetari : comparaison de plusieurs techniques de semis direct	11
3.2 Essai à Deil El Kelb et La Kessera : l'efficacité du répulsif dans le semis en poquets.	12
3.3 Essai au Djebel Douleb : l'efficacité du répulsif dans le semis sur terrain labouré	19
3.4 Essais des répulsifs sur les chantiers de reboisement	20
3.5 Conclusions sur la destruction des graines par les prédateurs	22
IV LA SURVIE ET LA CROISSANCE	25
4.1 Essai au Djebel Ez-Zetari : comparaison de plusieurs techniques de semis direct	26
4.2 Essai à Deil El Kelb/La Kessera : la survie des plants dans divers types de poquets	32
4.3 Expérimentation du semis direct sur les chantiers de reboisement	35
4.4 Conclusions concernant la survie et la croissance du semis direct	36
V. LE CHOIX DES MILIEUX POUR LE SEMIS DIRECT	41
VI. CONCLUSIONS GÉNÉRALES	45
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	46
ANNEXE : L'EMPLOI DES RÉPULSIFS CHIMIQUES	49

I. INTRODUCTION

Source de fourrage et de bois, les forêts de *Pinus halepensis* Mill., en Afrique du Nord, sont en dégradation continue et leur existence est sérieusement menacée. Sous la pression d'une population croissante, elles sont aujourd'hui pratiquement réduites aux djebels, aux pentes et aux sols de moindre qualité. Néanmoins, dans ces limites restreintes, elles protègent encore efficacement les sols contre l'érosion et réduisent les crues.

En Tunisie, la valeur de la forêt de pin d'Alep est reconnue par les autorités qui ont entrepris des efforts ambitieux pour la protéger et assurer sa régénération. Aussi, les garrigues à faible densité sont actuellement reboisées avec du pin d'Alep, à un rythme approchant 1000 ha. par an.

En Tunisie Centrale, où le pin d'Alep se trouve à la limite méridionale de son aire naturelle, les problèmes techniques de reboisement, soit par semis direct soit par plantation, sont particulièrement délicats. La technique traditionnellement employée est l'élevage des plants en pépinière dans des sachets de polyéthylène, puis la plantation après une préparation manuelle sommaire du terrain. Étant donné le coût et les difficultés de l'élevage et de l'entretien des plants en pépinière, de leur transport, et les problèmes de coordination avec les travaux de plantation, le semis direct retient l'attention des forestiers tunisiens, depuis une dizaine d'années déjà. Des reboisements par semis direct ont été réalisés sur une grande échelle (environ 600 ha., entre 1965 et 1974). Le semis direct - lorsqu'il réussit - a le grand avantage d'être d'un coût inférieur à celui de la plantation. Malheureusement, dans bien des cas, il n'a pas donné les résultats attendus. L'échec d'une méthode qui présente tant d'avantages, nous a incité à entreprendre une étude approfondie sur le semis direct du pin d'Alep en Tunisie, visant à identifier les principales causes d'échecs et à trouver des solutions pratiques.

On a adopté une méthode de recherche par étapes, où chaque observation et chaque essai nous rapprochent du but et suggèrent, en même temps, de nouvelles hypothèses aidant à l'établissement de nouveaux essais.

Le but de cette publication est de présenter la synthèse des résultats d'une série d'observations et d'essais effectués durant plus de 3 ans. Ces expériences ont abouti à la mise au point d'une technique de semis direct suffisamment encourageante pour pouvoir être essayée à une échelle opérationnelle, après un choix étudié du milieu.

Une étude bibliographique menée conjointement à des observations sur le terrain a montré que les principaux obstacles au semis direct de pin d'Alep peuvent être divisés en deux classes :

- les facteurs affectant la germination, liés à la destruction des graines par des prédateurs ;
- les facteurs affectant la survie et la croissance des plants, liés à la préparation du terrain.

Les expériences sont présentées ici dans cet ordre bien que la division soit parfois artificielle, le même essai pouvant en effet concerner autant le problème de la germination que celui de la survie et de la croissance.

•
• •



Vue générale de la forêt de Pinus halepensis en Tunisie Centrale (Oum Djejdour).

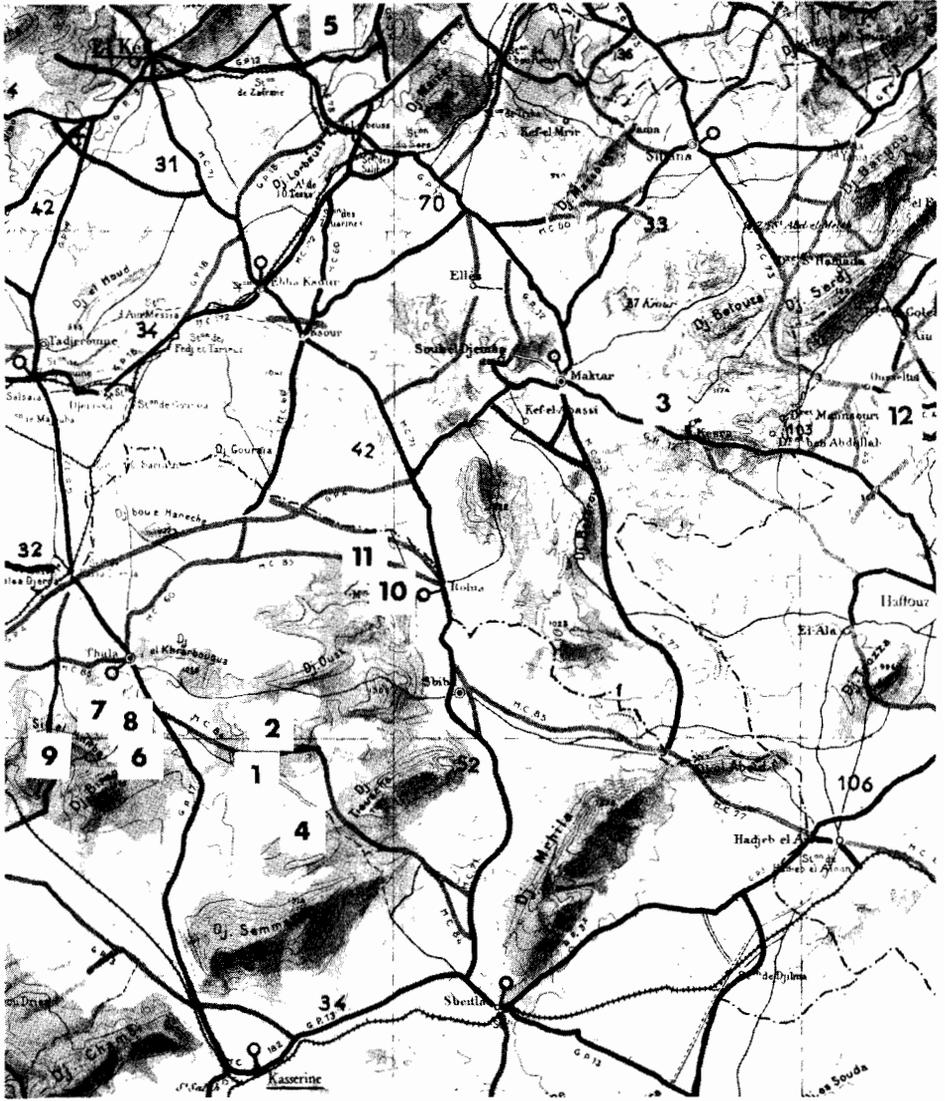


Fig. 1 : Carte de la Tunisie Centrale avec localisation des essais.

- 1— Essai au Djebel Ez Zétari. 2— Essai à Deil El Kelb. 3— Essai à La Kessera. 4— Essai au Djebel Douleb. 5— Essai au Djebel Kebouch. 6— Chantier n° 1, Bireno, parcelle 1. 7— Chantier n° 2, El Glaâ, parcelle 19. 8— Chantier n° 3, El Glaâ, parcelle 19. 9— Chantier n° 4, Sif El Anba. 10— Chantier n° 5, Oum Djeddour, 1ère série, Parcelle 29. 11— Chantier n° 6, Oum Djeddour, 1ère série, Parcelle 29. 12— Ousseltia.

II. DESCRIPTION DE LA RÉGION CONCERNÉE PAR L'ÉTUDE

L'étude concerne une partie de l'aire naturelle du pin d'Alep en Tunisie Centrale c'est à dire les montagnes de la Dorsale limitées, au nord par la vallée de l'Oued Mellegue et la Medjerda, et au sud par le Djebel Semmama. La localisation des essais est indiquée sur la figure 1. Dans cette région, la plupart des forêts et des zones à reboiser se limitent aux climats : semi-aride supérieur variante à hiver tempéré et à hiver frais, et semi-aride inférieur variante à hiver frais (Gounot et Schoenenberger, 1967), avec une pluviométrie moyenne annuelle respectivement de 600 et 400 mm (Bortoli et al., 1969). La période de croissance de la végétation est relativement courte, surtout en altitude, étant donné qu'elle débute après le froid de l'hiver et s'achève avec la longue sécheresse, entre avril et septembre.

La quantité de pluie qui tombe au printemps est donc critique, non seulement pour l'agriculture, mais aussi pour la réussite des reboisements, car les jeunes plants ne pourront survivre à la longue sécheresse d'été que s'ils ont eu la possibilité de développer suffisamment leurs racines en profondeur.

La végétation de la Tunisie Centrale a été décrite et cartographiée par Gounot et Schoenenberger (1967). Les zones considérées pour la reforestation sont caractérisées par une garrigue souvent dégradée, dépassant rarement 1,5 m de hauteur et où, selon le milieu, quelques unes des espèces suivantes dominent: *Rosmarinus officinalis*, *Cistus libanotis*, *Globularia alypum*, *Genista cinerea*, *Stipa tenacissima*, *Ampelodesma mauritanicum*. On y trouve encore occasionnellement des pieds de *Pinus halepensis*, *Juniperus phoenicea*, *J. oxycedrus* et *Quercus ilex*.

Pratiquement tous les sols de ces zones sont dérivés soit de roches calcaires, de marnes ou de leurs colluvions. Sur les montagnes, dominent les rendzines avec un encroûtement calcaire à 30 cm ou plus de profondeur. Les sols marneux occupent généralement les faibles pentes, ils ont une texture fine, une structure instable et une teneur en matière organique inférieure à celle des rendzines (Belkhodja et al., 1973).

III. LA GERMINATION

liée à la destruction des graines par les prédateurs

La destruction des graines par les rongeurs et les oiseaux constitue un obstacle important au semis direct sous diverses conditions écologiques (Abbot, 1965 Radwan, 1970 ; Shearer et Halvorson, 1967). Les méthodes généralement employées pour empêcher ces dégâts sont : la protection mécanique des graines avec les grillages, l'empoisonnement des prédateurs, et l'enrobage des graines avec des répulsifs chimiques contre les rongeurs et les oiseaux. La réussite de la méthode d'enrobage avec un mélange d'endrin et de thiram a encouragé son application sur des milliers d'hectares aux États-Unis et ailleurs (Derr et Mann, 1971 ; Mann, 1969 ; Mann, 1970 ; Mann et Derr, 1964 ; Radwan, 1963).

Plusieurs essais effectués en 1972 et 1973, comparant la germination de graines protégées avec du grillage et celle de graines sans protection, ont démontré qu'en Tunisie aussi, la destruction des graines par les prédateurs peut faire échouer le semis direct de pin d'Alep. Cela a donc suggéré l'utilisation des répulsifs chimiques pour la protection des graines.

3.1 ESSAI AU DJEBEL EZ ZETARI : COMPARAISON DE PLUSIEURS TECHNIQUES DE SEMIS DIRECT

Sur la base des expériences faites à l'étranger et en Tunisie, un essai a été réalisé en 1974 qui avait notamment pour but de déterminer l'influence des traitements des graines et de la préparation du sol sur la germination, la survie et la croissance des pins obtenus par semis direct. Nous nous limiterons ici à résumer les résultats concernant la germination*. L'essai consistait à tester trois traitements de graines en combinaison avec deux méthodes de préparation du terrain (labour et préparation en poquets).

Les graines avaient été, soit enrobées avec l'endrin et le thiram comme répulsifs, soit stratifiées pour accélérer la germination, soit n'avaient subi aucun traitement pour servir de témoin. Les résultats ont mis en relief l'importance de la destruction des graines par les prédateurs, surtout dans les endroits où il y a concentration de graines, comme c'est le cas dans le semis en poquets.

* L'ensemble des résultats obtenus au cours de la première année ont été publiés (Hadri - Tschinkel, 1975).

Dans les poquets, le traitement «graines stratifiées», comme le traitement «graines non traitées» a donné de médiocres résultats : moins de 70% des poquets ont donné des plants, tandis que le traitement des graines enrobées avec le répulsif a porté ces résultats à 100 %. Considérant maintenant le pourcentage de germination des graines, 5% seulement des graines non traitées ont produit des plants au printemps.

Sur terrain labouré et ensemencé à la volée, les résultats étaient plus encourageants. Les graines sans traitement ont produit 45000 plants/ha. au printemps et les graines enrobées en ont donné 2,7 fois plus.

3.2 ESSAI A DEIL EL KELB ET LA KESSERA : L'EFFICACITÉ DU RÉPULSIF DANS LE SEMIS EN POQUETS

L'essai précédent avait mis en relief l'avantage du semis à la volée sur terrain labouré par rapport au semis en poquets, non seulement en ce qui concerne la germination mais aussi la survie et la croissance - ce dont on parlera plus tard. Cependant, étant donné les inconvénients du labour, en particulier le danger d'accélérer l'érosion, l'inaccessibilité du terrain, l'envahissement des mauvaises herbes et l'utilisation d'engins mécaniques au détriment de la main d'oeuvre, on a essayé de mettre au point des techniques manuelles de semis direct. A Deil El kelb et la Kessera, l'essai avait spécifiquement pour but :

- 1) de confirmer les résultats prometteurs des répulsifs chimiques (endrin et thiram) sur la germination, en particulier dans le semis en poquets ;
- 2) de déterminer l'influence de la réduction, à différents degrés, de la végétation concurrente, ainsi que l'influence de la disposition et de la dimension des poquets travaillés, sur la survie et la croissance des jeunes pins.

3.2.1. Description du lieu de l'essai

Le même dispositif expérimental a été établi simultanément dans deux localités, situées dans la Dorsale de la Tunisie Centrale présentant des conditions écologiques différentes.

Un premier essai a été localisé dans la forêt d'Oum Djeddour, 3ème série, Parcelle 42 à 2 km au S.E. du Deil El Kelb, à l'altitude de 950 m (latitude 35°30' N. ; longitude 8°50' E) Il se trouve seulement à 3 km de l'essai décrit dans le paragraphe 3.1. C'est la limite entre l'étage bioclimatique semi-aride supérieur et semi-aride inférieur à hiver frais (Gounot et Schoenenberger, 1967). Bien que la station météorologique du Centre expérimental d'Oum Djeddour soit à 17 km au N.E. de l'essai, les données résumées dans le tableau 1 permettent une meilleure appréciation des conditions climatiques de l'essai.

Tableau 1 : PLUVIOMÉTRIE, TEMPÉRATURE ET HUMIDITÉ RELATIVE DANS LE CENTRE EXPÉRIMENTAL D'OUM DJEDDOUR POUR LES ANNÉES 1974 et 1975.

		Température (°C)			Humidité relative (%)			Précipitations (mm)
		Maximum	Minimum	Moyenne	Maximum	Minimum	Moyenne	
Janvier	1973	10.3	2.0	6.2	92.2	60.2	76.2	99.4
	1974	12.0	2.0	7.0	92.7	51.0	71.8	1.0
	1975	10.7	1.7	6.2	92.9	53.0	73.0	14.2
Février	1973	8.0	1.4	4.7	89.7	54.8	72.2	69.7
	1974	12.5	2.2	7.4	87.2	45.8	66.5	30.2
	1975	9.6	1.2	5.4	95.0	58.7	76.9	139.9
Mars	1973	10.1	2.8	6.4	94.5	61.8	78.2	148.7
	1974	14.8	3.9	9.4	90.3	43.3	66.8	41.9
	1975	14.4	3.1	8.8	88.7	41.3	65.0	45.7
Avril	1973	16.8	5.9	11.4	86.7	43.7	65.2	32.4
	1974	15.8	4.6	10.2	92.3	49.3	70.8	87.8
	1975	16.2	4.7	10.5	93.4	45.5	69.5	29.3
Mai	1973	26.7	11.3	19.0	83.3	32.8	58.0	4.5
	1974	25.9	10.4	18.2	85.7	31.4	58.5	6.8
	1975	21.2	8.7	15.0	89.0	42.5	65.8	65.4
Juin	1973	29.4	13.7	21.6	84.0	31.0	57.5	14.6
	1974	30.3	13.7	22.0	85.0	31.5	58.2	25.2
	1975	26.9	10.6	18.8	88.6	29.2	58.9	12.2
Juillet	1973	35.6	17.0	26.3	75.4	21.1	48.2	6.5
	1974	32.0	15.0	23.5	85.0	26.3	55.6	7.4
	1975	32.9	13.9	23.4	77.4	20.7	49.1	21.0
Août	1973	31.0	15.2	23.1	85.5	30.6	58.0	20.7
	1974	31.9	14.7	23.3	80.0	27.6	53.2	17.5
	1975	29.4	13.5	21.5	88.8	31.6	60.2	8.4
Septembre	1973	28.4	9.2	18.8	71.2	34.7	53.0	0
	1974	29.7	14.8	22.2	85.2	28.6	56.9	13.3*
	1975	29.7	13.9	21.8	89.5	26.3	27.9	(1.4)*
Octobre	1973	23.5	10.7	17.1	86.3	36.7	61.5	11.3
	1974	18.5	8.4	13.4	92.0	46.7	69.4	45.9
	1975	17.4	4.9	11.2	94.0	38.8	66.4	(9.7)*
Novembre	1973	16.1	5.4	10.8	90.9	48.6	69.8	29.8
	1974	16.4	5.2	10.8	87.7	44.8	66.2	17.1
	1975	14.7	3.6	9.2	90.3	50.9	70.6	62.0
Décembre	1973	10.8	2.3	6.6	91.8	57.7	74.8	164.3
	1974	10.9	2.8	6.8	95.0	57.7	76.4	19.3
	1975	11.6	3.2	7.4	96.7	68.2	82.5	18.0
Moyenne ou total annuel	1973	20.6	8.1	14.3	86.0	42.8	64.4	601.9
	1974	20.9	8.1	14.5	88.2	40.3	64.2	313.4
	1975	19.6	6.9	13.2	90.4	42.2	66.3	(427.2)*

()* données incomplètes

L'essai a été installé sur un terrain presque plat, où le sol est une rendzine présentant un encroustement calcaire à 25-35 cm de profondeur. La forêt de pin d'Alep a été détruite, il y a 20 ans, par un incendie, créant une grande clairière couverte par une garrigue très broutée et de faible densité, typique de la région.

Le deuxième essai a été installé dans la forêt de la Kessera, 2ème série, Parcelles 20 et 22, à l'altitude de 850 m. Ici les conditions écologiques de l'étage bioclimatique semi-aride supérieur à hiver frais (Gounot et Schoenenberger, 1967) sont plus favorables. Le terrain est aussi presque plat, mais le sol est plus profond, sans encroustement superficiel, avec une appréciable composante argileuse. La garrigue est plus haute et plus dense qu'à Deil El Kelb.

3.2.2. Méthodes

Les 8 traitements de semis direct et 1 traitement de plantation sont résumés sur la figure 2. Chaque traitement est une combinaison des trois facteurs suivants : recépage, disposition et grandeur des poquets, et traitement des graines (ou utilisation de plants).

3.2.2.1 Recépage

Toute la végétation concurrente a été coupée au ras du sol, à la pioche hache, avant l'installation des poquets (novembre - décembre 1974). Le recépage a été fait selon 3 modes

- recépage de placeaux de 2 m de diamètre autour de chaque poquet de semis ;
- recépage complet de la parcelle expérimentale ;
- recépage en bandes, soit de 2m, soit de 3m de largeur, écartées de 5m d'axe en axe ; les poquets étant installés au milieu de chaque bande.

3.2.2.2 Disposition et grandeur des poquets ameublis

Après le recépage, le sol a été ameubli intensivement à l'endroit des poquets à semer, jusqu'à une profondeur de 25-30 cm. Deux types de poquets ont été préparés :

- poquets de 0,5m de diamètre, localisés systématiquement, soit à 3 x 3m d'écartement, soit en lignes au centre de bandes recépées et distants de 1,90m.
- poquets de 1m de diamètre, localisés irrégulièrement sur les «taches» de meilleur sol.

Ayant observé que, dans la garrigue, le sol semble plus fertile (avec un taux de matière organique plus élevé) sous les arbustes qu'entre les arbustes, et pour profiter de ces différences de micromilieus, la localisation exacte de ces poquets de 1,0m a été faite sur l'emplacement des grands arbustes. Après avoir coupé la touffe d'arbustes, cet emplacement est devenu le centre du poquet ameubli. Bien entendu, l'écartement des poquets a été irrégulier, mais en moyenne on a gardé la même densité que pour l'écartement de 3 x 3m.

3.2.2.3 Traitement des graines et utilisation de plants

On a utilisé, soit :

- des graines sans aucun traitement ;
- des graines enrobées avec l'endrin et le thiram en employant la formule décrite dans l'annexe ;
- des plants élevés en pépinière dans des sachets de polyéthylène (ceci à La Kessera uniquement).

En janvier 1975, chaque poquet a été ensemencé avec 50 graines, mesurées à l'aide d'une petite tasse calibrée, et recouvertes ensuite d'une couche de terre de quelques millimètres.

Le dispositif expérimental comporte 8 traitements et 4 répétitions en blocs randomisés. Dans chaque localité (Deil El Kelb et La Kessera), on a établi 4 blocs de 72 m de long et 66 m de large, contenant chacun 8 parcelles de 33 m de long sur 18 m de large. Dans chaque parcelle, on a semé 50 poquets ou planté 50 plants de pépinière pour la comparaison du semis direct avec la plantation.

Le comptage des plants vivants a été effectué fin avril, fin mai et fin octobre 1975. Pour simplifier les comptages on a classé les poquets en quatre catégories :

- ceux ne contenant aucun plant vivant ;
- ceux contenant 1 plant vivant ;
- ceux contenant 2 à 5 plants vivants ;
- ceux contenant plus de 5 plants vivants.

3.2.3. Résultats et discussion concernant la germination

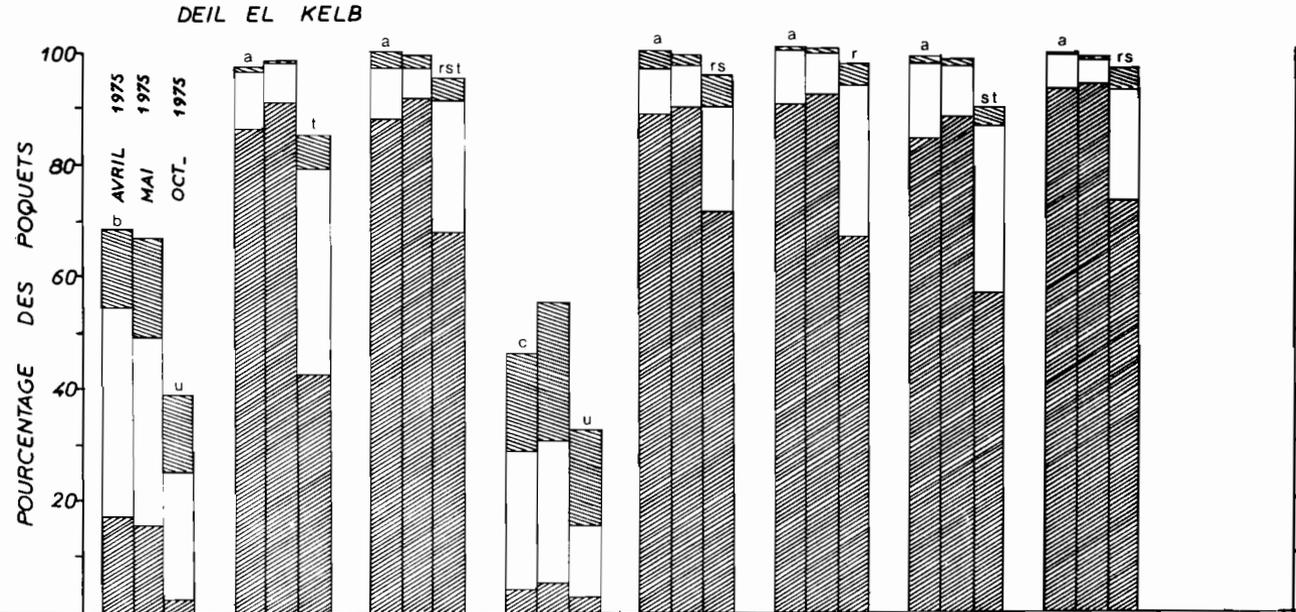
Les résultats obtenus dans les essais pour les trois dates de comptage sont présentés en figure 2.

Lecture du graphique - La hauteur totale de chaque colonne indique le pourcentage des poquets où il y a, au moins 1 plant vivant. La différence entre 100% et la hauteur totale de la colonne montre le pourcentage des poquets vides. Les 3 segments de chaque colonne indiquent le pourcentage des poquets qui contiennent plus de 5 plants, entre 2 et 5 plants ou 1 seul plant vivant.

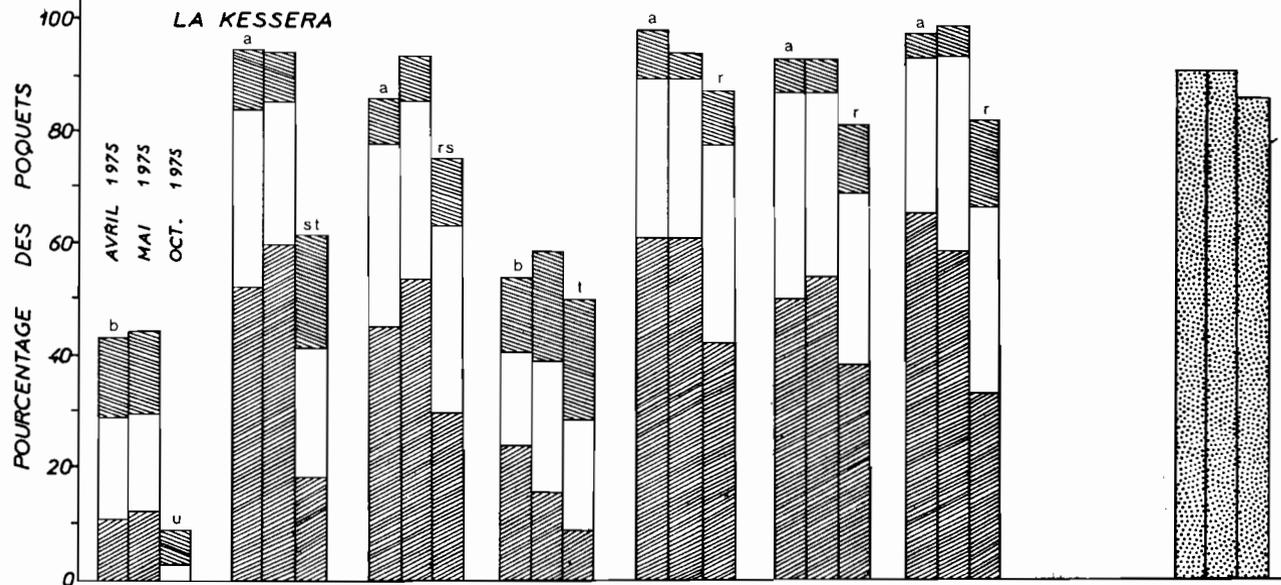
Pour évaluer la germination on doit se limiter aux deux comptages de printemps, fin avril et fin mai. La question de la survie sera examinée dans le paragraphe 4.2.

Si on prend comme critère le pourcentage des poquets qui ont au moins un plant vivant au printemps (= la hauteur totale de la colonne) on voit que dans tous les traitements avec l'endrin et thiram (Nos 2, 3, 5, 7 et 8) ce pourcentage

Fig. 2 : SEMIS DIRECT EN POQUETS, ET PLANTATION
Deil el kelb et La Kessera - Janvier 1975



No. DU TRAITEMENT	1	2	3	4	5	6	7	8	9
GRAINES OU PLANTS	Non traitées	avec endrin et thiram	avec endrin et thiram	Non traitées	avec endrin et thiram	Plants de la pépinière			
RECEPAGE	Placeaux \varnothing 2m	Placeaux \varnothing 2m	Placeaux \varnothing 2m	Complet	Complet	Complet	Bandes 2m de large	Bandes 3m de large	Placeaux \varnothing 2m



Résultats des comptages effectués en Avril, Mai et Octobre 1975 pour les neuf traitements décrits.

Les colonnes correspondant aux résultats d'Avril et d'Octobre ont été affectées d'une lettre résultant de l'analyse statistique. Pour une même date, deux lettres identiques signifient que les résultats ne sont pas significativement différents, au niveau de 5%.

dépasse 90%, tandis que dans les deux traitements avec les graines non traitées (Nos 1 et 4) ce pourcentage n'atteint jamais 65%. L'analyse statistique* pour le comptage d'avril a confirmé que tous les traitements avec l'endrin et le thiram sont statistiquement différents de ceux avec les graines non traitées. C'est surtout le contraste entre les traitements Nos 1 et 2 qui est frappant, car le terrain sur lequel ils ont été réalisés a reçu la même préparation (recépage de 2m, poquets 0,5m de diamètre) et seul le traitement des graines (respectivement non traitées et enrobées) diffère. La différence entre les traitements Nos 4 et 5 est également frappante.

Donc, en ce qui concerne la germination au printemps, les résultats de cet essai sont clairs. Sans répulsif, la germination des graines semées en poquets, soit avec un recépage par placeaux, soit avec un recépage complet, est toujours très basse, et en tous cas, insuffisante pour obtenir une superficie convenablement reboisée.

Par contre, l'enrobage des graines avec l'endrin et le thiram constitue une protection efficace et assure une bonne germination.

Ces résultats confirment donc ceux de l'essai du Djebel Ez Zetari réalisé l'année précédente (voir paragraphe 3.1).



Semis dans des poquets intensivement travaillés. Les graines ont été traitées avec le répulsif.

* L'analyse de la variance a été faite séparément pour les comptages d'avril et d'octobre, après la transformation des données en arcsinus de la racine carrée du pourcentage (SNEDECOR, 1956).

3.3 ESSAI AU DJEBEL DOULEB : L'EFFICACITÉ DU RÉPULSIF DANS LE SEMIS SUR TERRAIN LABOURÉ

Dans l'essai du Djebel Ez Zetari réalisé sur terrain labouré avec semis à la volée de graines enrobées avec du répulsif, on a obtenu au printemps 2,7 fois plus de plants qu'avec les graines sans traitement (voir paragraphe 3.1). L'essai à Djebel Douleb a été installé afin de confirmer les résultats positifs du répulsif sur terrain labouré.

3.3.1. Description du lieu de l'essai

L'essai a été localisé dans la forêt du Djebel Douleb à une altitude de 1000 m. Les conditions climatiques sont essentiellement les mêmes que dans les deux essais précédents. Le terrain a une pente d'environ 10% exposée vers le N.O. Le sol rendziniforme sur roches calcaires présente un encroustement à 30 cm de profondeur. La dégradation de la garrigue était telle que la couverture de *Rosmarinus officinalis* était très faible.

3.3.2. Méthodes

Le terrain a été labouré en décembre 1974, avec une charrue à disques de type agricole, par l'Arrondissement forestier de Kasserine dans le cadre du programme de reboisement. La profondeur du labour variait entre 5 et 20 cm selon le sol et la pente.

Les deux traitements suivants ont été appliqués :

- graines enrobées avec l'endrin et le thiram, selon la formule décrite dans l'annexe ;
- graines sans aucun traitement.

Un dispositif expérimental en blocs randomisés a été employé, comportant 4 blocs de 1 ha. Chaque bloc a été divisé en deux parcelles, l'une semée avec les graines enrobées, l'autre avec les graines sans traitement. En décembre 1974, on a semé à la volée 10 Kg de graines par ha. sur un sol presque sec. Immédiatement après, un passage superficiel de charrue a été fait pour couvrir les graines. Des comptages du nombre de plants vivants ont été effectués par échantillonnage* fin avril, fin mai et fin octobre 1975.

3.3.3 Résultats et discussion

Les résultats de ces trois comptages sont présentés dans le tableau 2. Si l'on considère d'abord le nombre de plants/ha., on voit que fin avril, la germination n'était pas encore terminée car le nombre de plants augmente entre fin

* Dans chaque parcelle 15 piquets permanents ont été installés systématiquement pour servir de centre à une placette circulaire de 4m², dans laquelle on a compté le nombre de plants vivants.

avril et fin mai. Le tableau 2 montre clairement que, dans cet essai, l'avantage apporté par l'endrin et le thiram est minime. Fin mai, les graines sans traitement avaient donné 85600 plants, tandis que les graines enrobées avaient produit 93 200 plants, c'est à dire 1,1 fois plus. La différence n'est pas statistiquement significative.

L'uniformité de la distribution des plants est donnée par le pourcentage des placettes d'échantillonnages de 4m² ayant au moins un plant vivant. Sur le tableau 2, on voit que ce pourcentage est presque toujours supérieur à 90%, indiquant une distribution très uniforme dans chaque parcelle.

On se demande pourquoi, dans l'essai de Djebel Ez Zetari sur terrain labouré, les graines enrobées avec l'endrin et le thiram avaient donné 2,7 fois plus de plants que les graines sans traitement, alors qu'à Djebel Douleb l'enrobage n'a pratiquement pas amélioré les résultats: L'explication la plus vraisemblable est que, dans le deuxième essai, l'action des oiseaux et rongeurs était moins importante que dans le premier. Cette explication est soutenue par le fait que le nombre de plants/ha. obtenu avec les graines sans enrobage à Djebel Douleb est du même ordre que celui obtenu avec les graines enrobées à Djebel Ez Zetari. Ceci signifie qu'au Djebel Douleb, le répulsif n'a pas eu à se manifester .

3.3.4 Conclusions

Dans cet essai de semis à la volée sur terrain labouré, l'enrobage des graines avec l'endrin et le thiram n'a apporté aucun avantage. Même sans aucun traitement des graines, on a obtenu au printemps 85 600 plants/ha., avec une distribution homogène.

3.4 ESSAIS DES RÉPULSIFS SUR LES CHANTIERS DE REBOISEMENT

Afin de tester l'efficacité du répulsif chimique dans la pratique et aussi pour couvrir une gamme plus large de milieux, plusieurs essais ont été entrepris dans le cadre de chantiers de reboisement, avec le concours du personnel technique de la Direction des Forêts.

Les auteurs avaient fourni une quantité déterminée :

- 1) de graines traitées avec l'endrin et le thiram (voir annexe) ;
- 2) de graines stratifiées à 4°C pour accélérer la germination ;
- 3) de graines sans aucun traitement.

Des instructions précises avaient été données pour l'exécution des semis qui ont été fait en hiver.

Les semis ont été fait à la volée dans trois chantiers différents, soit après un labour , soit après un ameublissement en plein à la pioche. Pour chaque traitement, les graines ont

Tableau 2 : ESSAI AU DJEBEL DOULEB – EFFICACITÉ DU RÉPULSIF CHIMIQUE SUR TERRAIN LABOURÉ

Traitement	Bloc	Nb. de plants/ha (en milliers)			% de plants ayant survécu à l'été (mai-oct)	% des placeaux ayant un plant ou plus		
		Avril	Mai	Octobre		Avril	Mai	Octobre
Graines sans traitement	1	79.3	106.8	94.2	88	100	100	100
	2	64.7	85.3	83.7	98	100	100	100
	3	56.5	63.3	59.7	94	100	100	100
	4	70.0	86.8	67.3	77	87	93	87
	<i>Moyenne</i>	<i>67.6</i>	<i>85.6</i>	<i>76.2</i>	<i>89</i>	<i>97</i>	<i>98</i>	<i>97</i>
Graines avec traitement : endrin+ thiram	1	74.7	103.5	104.8	101	100	100	100
	2	84.7	96.8	98.0	101	100	100	100
	3	84.7	106.0	90.5	85	93	93	93
	4	56.2	66.7	59.8	90	100	100	100
	<i>Moyenne</i>	<i>75.0</i>	<i>93.2</i>	<i>88.3</i>	<i>95</i>	<i>98</i>	<i>98</i>	<i>98</i>

été semées sur une parcelle d'environ 500 m², à raison de 10 kg/ha. Le nombre de plants vivants en juin a été compté dans des placeaux d'échantillonnage de 4 m².

Les résultats des comptages sont présentés dans le tableau 3. Étant donné qu'on n'a pas employé de dispositif statistique, ces résultats doivent être interprétés avec réserve. Il apparaît cependant que le répulsif chimique n'a causé une amélioration importante qu'à El Glâa où il a doublé le nombre de plants/ha. Dans les autres essais, à Djebel Kebouch et à la Kessera, l'effet du répulsif a été très faible. La stratification a même réduit le nombre de plants obtenus. A Djebel Kebouch, les résultats de germination sont pour tous les traitements, inférieurs à ceux des deux autres essais, à cause, sans doute, de l'envahissement par les mauvaises herbes annuelles.

Les résultats de ces trois expériences confirment ceux des essais précédents, effectués sur terrain labouré ensemencé à la volée (voir paragraphes 3.1. et 3.3), en ce qui concerne l'avantage de l'endrin et du thiram, avantage qui est variable et parfois nul. Avec cette technique de semis direct, la germination, semble suffisante même sans aucun traitement des graines.

3.5 CONCLUSIONS SUR LA DESTRUCTION DES GRAINES PAR LES PRÉDATEURS

Les essais décrits ont clairement démontré que les dégâts causés par les prédateurs des graines au semis direct diffèrent selon qu'il s'agit de graines semées en poquets ou à la volée sur terrain labouré.

3.5.1. Semis en poquets

La destruction des graines non traitées et semées en poquets est, en général, tellement importante, que le semis direct effectué selon cette méthode peut être considéré comme un échec, sans même tenir compte de la mortalité due à la sécheresse de l'été.

L'endrin et le thiram sont très efficaces pour réduire la destruction des graines par les prédateurs. En utilisant ce répulsif, pratiquement 100% des poquets ont, au moins, un pin vivant au printemps.

3.5.2. Semis sur terrain labouré

La destruction des graines semées à la volée sur terrain labouré n'est pas l'obstacle qui compromet la réussite du semis direct. Même sans aucun traitement des graines, on peut obtenir une couverture homogène qui compte jusqu'à 80 000 jeunes pins/ha. au premier printemps.

Dans ces conditions, l'enrobage des graines avec l'endrin et le thiram n'apporte qu'un très faible avantage, probablement insuffisant pour présenter actuellement un intérêt en Tunisie.

Tableau 3 : SEMIS DIRECT DES GRAINES ENROBÉES SUR LES CHANTIERS DE REBOISEMENT

Localité et date de semis	Traitement des graines	Nombre de plants/Ha. (en milliers)		% des placeaux ayant un plant ou plus en juin	Observations
		Juin	Novembre		
Forêt de la Kessera, janvier 1974	Graines sans traitement	92.2	84.5	100	Pas de mauvaises herbes Excellente survie même 2 ans après le semis.
	Graines avec endrin + thiram	95.0	91.0	100	
	Graines stratifiées	60.0	—	100	
Djebel Kebouch, février 1974	Graines sans traitement	8.1	—	96	Envahissement par des graminées et mauvaises herbes annuelles. Il ne restait presque plus de plants vivants en novembre 1974
	Graines avec endrin et thiram	11.2	—	68	
	Graines stratifiées	6.4	—	60	
Forêt d'El Glaâ. 1975	Graines sans traitement	78.5	—	87	Pas de mauvaises herbes Excellente survie en novembre 1975.
	Graines avec endrin et thiram	153.5	—	100	



Jeune semis après la saison sèche d'été. Le terrain a été labouré et semé à la volée (10 Kg/h.) 8 mois plus tôt.

IV. LA SURVIE ET LA CROISSANCE

Il est évident que même une excellente germination peut être annulée par une forte mortalité. En Tunisie, cette mortalité est due à la longue sécheresse estivale, dont l'effet est aggravé par la concurrence de la végétation spontanée. Dans la littérature technique on insiste souvent sur l'élimination de la végétation concurrente au moment de la préparation intensive du terrain, car celle-ci constitue une base pour la bonne survie des plants, qu'ils soient établis par plantation ou par semis direct (Bolotin, 1964 ; Campbell et Mann, 1973 ; Derr et Mann, 1971 ; Roe, 1963 ; Schubert et Adams, 1971 ; Schubert, Heidmann et Larson, 1970 ; Chapman, 1973 ; F.A.O., 1974 ; Goor et Barney, 1968 ; Marion et Poupon, 1974).

En Tunisie Centrale, les observations sur les reboisements effectués ont montré que la concurrence de la végétation spontanée semble être une cause importante d'échec du semis direct comme de la plantation du pin d'Alep. L'importance de la préparation du terrain a souvent été sous-estimée. L'étude de l'effet du recépage de la garrigue, en bandes de différentes largeurs, sur la survie et la croissance des pins d'Alep plantés, a clairement montré l'importance de la préparation du terrain dans les régions semi-arides (Tschinkel, 1975). Les résultats ont indiqué que, pour que les plantations au centre des bandes recépées ne soient pas menacées par la concurrence de la garrigue avoisinante, les bandes doivent avoir une largeur de plus de 2m. Le recépage en bandes de 2 à 4m de largeur semble suffisant pour augmenter considérablement l'humidité du sol en été, et par conséquent, assurer aux jeunes pins une bonne survie et une bonne croissance. Au delà de 4m, la largeur des bandes recépées n'apporte aucun avantage supplémentaire. Bien que cet essai ait été effectué avec des plants de pépinière, il y a toute raison de penser que ces conclusions sont également valables pour des plants établis par semis direct.

4.1 ESSAI AU DJEBEL EZ ZETARI : COMPARAISON DE PLUSIEURS TECHNIQUES DE SEMIS DIRECT

Cet essai, présenté dans le paragraphe 3.1., a permis de comparer la survie et la croissance des pins établis par semis direct en poquets, avec celles des pins établis par semis à la volée sur terrain labouré. Les résultats obtenus après la première année d'essai ont déjà fait l'objet d'une publication (Hadri et Tschinkel, 1975).

En fin de compte, cet essai révélait que la concurrence de la végétation spontanée constitue une des causes essentielles de l'échec de la méthode habituelle de semis dans les petits poquets, et que par contre, la préparation du terrain par labour assure une bonne survie pendant le premier été et un bon développement des plants, là où il n'y a pas eu d'invasion du terrain par les mauvaises herbes.

En fait, l'essai a démontré que la préparation intensive du terrain pour le semis direct comme pour la plantation est absolument indispensable.

Les mesures de cet essai ont été poursuivies au cours de la deuxième année et, en général, les nouveaux résultats n'ont fait que confirmer les conclusions déjà établies. Cependant, étant donné les nombreux aspects nouveaux que nous avons rencontrés pendant la deuxième année, aussi bien pour la survie que pour la croissance, nous avons jugé utile de présenter ici les résultats globaux.

4.1.1 Survie du semis direct

La survie des pins établis par semis direct en poquets est indiquée sur la figure 3, pour laquelle on a adopté la même méthode de comptage et de présentation que pour la figure 2.

Il est clair que le grand avantage apporté à la germination par l'enrobage des graines avec de l'endrin et du thiram a été complètement annihilé par la mortalité intervenu avant le dernier comptage en octobre 1975, c'est à dire 21 mois après le semis. Dans aucun des traitements, il n'y a eu plus de 30% de poquets contenant au moins 1 plant vivant. Les jeunes pins n'ont pas résisté à la concurrence de la garrigue autour des poquets.

La survie des jeunes pins établis par semis à la volée sur terrain labouré est beaucoup plus encourageante (figure 4). Pour 100 plants vivants en juin 1974, on compte encore en octobre 1975, de 61 à 77 plants (selon le traitement des graines) ayant survécu à la sécheresse des deux premiers étés. En moyenne, les parcelles semées avec les graines enrobées avec l'endrin et le thiram ont encore 2,1 fois plus de plants vivants que les parcelles semées avec des graines non traitées*, mais les 34 400 plants/ha. obtenus dans ces dernières parcelles semblent largement suffisants pour une régénération correcte.

* Cette différence n'est pas statistiquement significative au niveau de 5%

SEMIS EN POQUETS

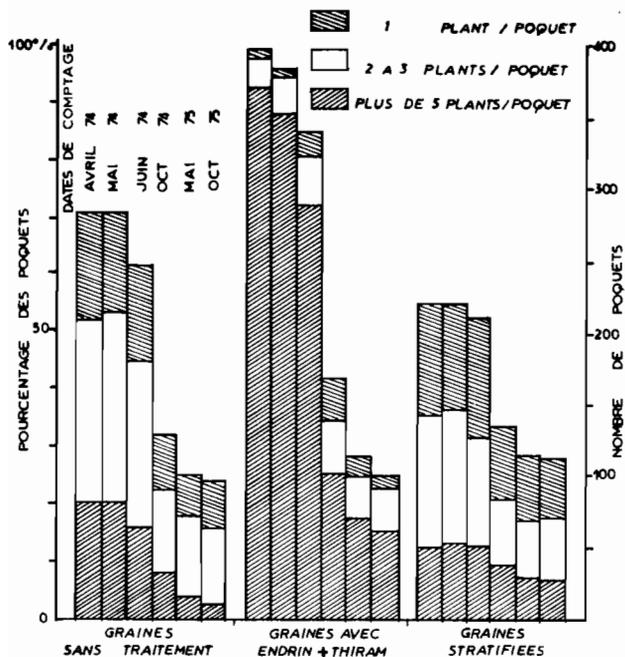


Figure 3 : Semis direct en poquets à Djebel Ez-Zetari : nombre de placeau ayant au moins un plant vivant. L'avantage initial du répulsif a été annihilé par la mortalité élevée.

SEMIS SUR TERRAIN LABOURÉ

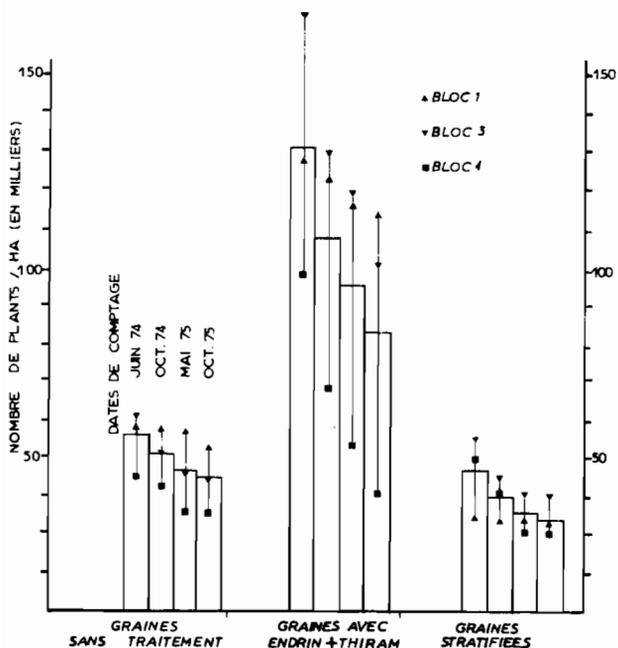


Figure 4 : Semis direct sur terrain labouré à Djebel Ez-Zetari : nombre de plants vivants . La moyenne des répétitions est représentée par une colonne.

4.1.2 Survie des plants élevés en pépinière

A titre comparatif, et parallèlement au semis direct, on a effectué une plantation de plants élevés en pépinière dans des sachets de polyéthylène. La survie de ces plants (figure 5) met aussi en relief l'insuffisance de la préparation du sol pour la plantation dans des poquets traditionnels recépés sur une place de 2m de diamètre. Bien que dans ces poquets, la survie après le premier été fut de 72%, elle est tombée à 44% après le deuxième été. Sur le terrain labouré, la survie était de 91% après le premier été, et de 73% après le deuxième été *.

4.1.3 Croissance en hauteur

La figure 6 représente la croissance en hauteur des pins plantés ainsi que celle des plants établis par semis direct. Étant donné que la croissance des plants provenant de différents traitements de graines ne présentait pas de différence statistiquement significative, on a englobé les résultats de ces traitements pour établir la figure 6. Si on compare la hauteur des plants en poquets avec celle des plants sur terrain labouré, on voit encore le grand avantage de la préparation intensive du terrain. Les plants en poquets ont complètement stagné, et en octobre 1975 ils n'avaient respectivement que 5cm et 12cm de hauteur pour le semis direct et pour la plantation. Mais, sur terrain labouré, les plants du semis direct mesuraient 24 cm et ceux de la plantation 33 cm. Avec le temps, l'avantage initial de la plantation sur le semis a graduellement diminué sur terrain labouré. Dans le bloc 3, les plants de la plantation et du semis direct ont pratiquement la même hauteur. Ces derniers sont très vigoureux dans les blocs 1 et 3 qui n'ont pas été envahis par les mauvaises herbes.

L'envahissement du terrain labouré par les mauvaises herbes annuelles avait déjà causé l'échec du bloc 2 avant le premier été (Hadri et Tschinkel, 1975).

Avant le deuxième été, leur envahissement avait aussi sérieusement compromis la réussite du bloc 4. On remarquera sur les figures 4, 5, et 6 la médiocrité des résultats observés sur ces blocs 2 et 4, tant en ce qui concerne la survie du semis direct que la survie de la plantation et la croissance en hauteur. Le danger de l'envahissement rapide par les graminées et autres mauvaises herbes annuelles est un facteur important limitant l'application du semis direct dans certains milieux. C'est un problème qui sera examiné par la suite.

* Néanmoins, en octobre 1975, la différence de survie entre la plantation en poquets et la plantation sur terrain labouré, n'était pas statistiquement significative, résultat dû à la grande variation entre les parcelles.

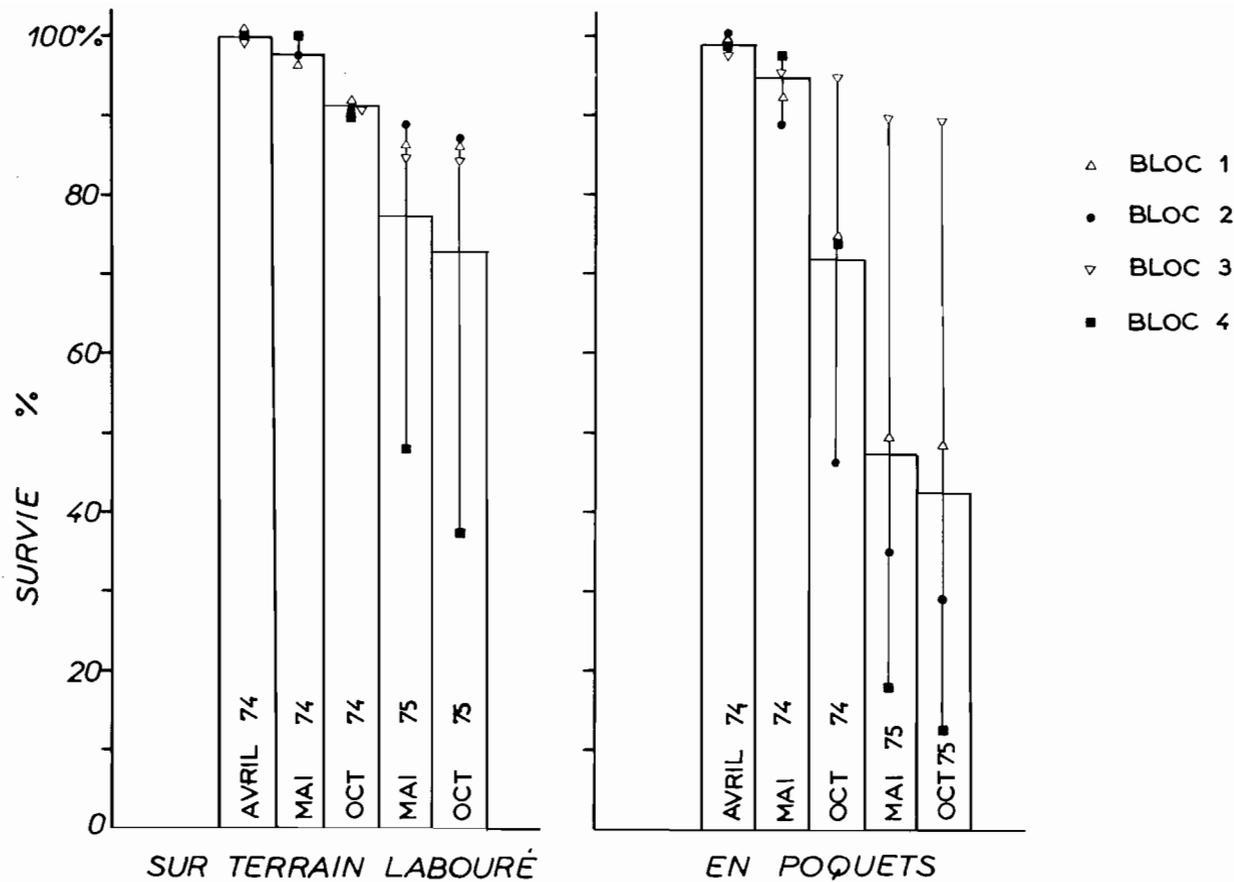


Figure 5 : Survie des plants de la pépinière à Djebel Ez-Zetari. La moyenne des répétitions est représentée par une colonne.

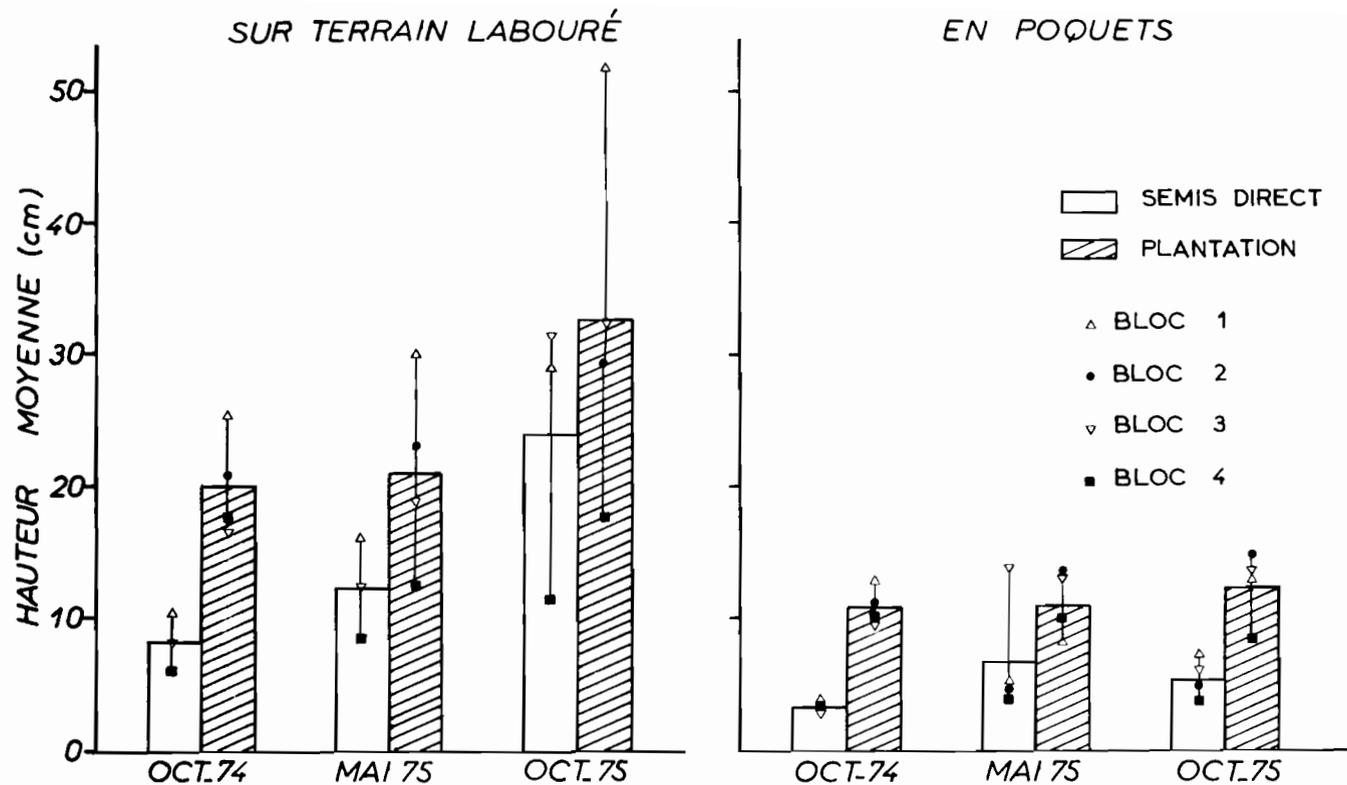


Figure 6 : La croissance en hauteur à Djebel Ez-Zetari.



Pins très vigoureux, établis par semis direct, à l'âge de 21 mois.

4.1.4 Conclusions

En ce qui concerne la survie et la croissance, les conclusions de l'essai du Djebel Ez Zetari sont claires : même après avoir obtenu une bonne germination grâce à l'endrin et au thiram, la méthode du semis direct en poquets a complètement échoué, tant du point de vue survie que croissance. Les jeunes pins issus du semis direct, comme ceux élevés en pépinière, ont succombé à la concurrence de la garrigue avoisinante.

D'autre part, le semis sur terrain labouré (lorsqu'il n'a pas été envahi par les mauvaises herbes) a montré une survie et une croissance excellente ; 21 mois après le semis, les plants ont 30 cm de hauteur. Mais les résultats sur le terrain labouré qui a subi l'envahissement des mauvaises herbes, peuvent être considérés comme un échec.



Pins établis par plantation de 21 mois (+ 9 mois en pépinière).

4.2. ESSAI A DEIL EL KELB/LA KESSERA : LA SURVIE DES PLANTS DANS DIVERS TYPES DE POQUETS

Malgré les résultats décevants de tous les essais de semis en poquets, les avantages d'une méthode manuelle nous a encouragé à tester diverses techniques plus intensives que les poquets traditionnels. Les essais établis dans ce sens à Deil El Kelb et la Kessera ont été décrits dans le paragraphe 3.2, où figurent également les résultats concernant la germination. On présentera ici les résultats concernant la survie.

4.2.1 Résultats et discussion

Les deux traitements avec les graines sans répulsif (Nos 1 et 4), qui avaient donné les plus mauvais résultats de germination ont aussi montré une mauvaise survie (figure 2) ; en octobre, soit huit mois après le semis, plus de la moitié des poquets étaient vides.

Les traitements qui ont donné la meilleure survie (exprimée en pourcentage de poquets avec au moins un plant vivant) sont les traitements Nos 3, 5, 6, 7 et 8. Tous ces traitements sont caractérisés par l'enrobage des graines, le recépage complet ou en bandes, et par un ameublissement du sol autour des poquets sur un cercle de 0,5 m au moins. Il n'y a aucune différence statistiquement significative entre ces cinq traitements, tant à Deil El Kelb qu'à La Kessera (à l'exception du traitement N°7 à Deil El Kelb, dont les résultats sont légèrement inférieurs aux autres). Dans tous ces traitements, 74% au moins des poquets avaient un plant vivant ou plus en octobre.

Le traitement No 2 (graines enrobées et placeaux recépés de 2 m de diamètre) occupe une position intermédiaire ; bien que la germination ait été bonne en mai, la mortalité au cours de l'été a causé des dégâts considérables. Ce résultat confirme celui trouvé pour le même traitement à Djebel Ez Zetari (voir figure 3, «graines avec endrin et thiram»).

Il apparaît que pour l'ensemble des traitements, la germination et surtout la survie à La Kessera sont inférieures à celles de Deil El Kelb, bien que le premier site ait un climat plus favorable et un sol plus profond. On pense que ces résultats sont liés aux sols de La Kessera plus lourds, de type marneux et sur lesquels, en général, la régénération est assez problématique (voir paragraphe 5).

Lors des comptages à Deil El Kelb comme à La Kessera, les plants étaient encore trop jeunes pour qu'on puisse évaluer leur croissance. Mais l'appréciation visuelle ne permet pas de douter de l'infériorité de leur vigueur par rapport à celles de plants du même âge observés ailleurs sur terrain labouré.

Il est évident que le labour a des effets favorables sur la croissance, et ceci pour diverses raisons : en plus de la simple élimination de la végétation concurrente, il y a minéralisation de l'azote, facilité d'enracinement, meilleure infiltration, etc...

Signalons enfin qu'à Deil El Kelb surtout, les bourgeons des pins ont été très broutés par les lièvres pendant le printemps (voir photo). Ces animaux avaient causé les mêmes dégâts à Djebel Ez Zetari l'année précédente, mais là les plants ont rejeté vigoureusement la deuxième année.

4.2.2 Conclusions

En ce qui concerne la survie, l'essai de Deil El Kelb/La Kessera a confirmé que la mortalité est très élevée dans les petits poquets dont le recépage ne dépasse pas 2 mètres de diamètre. Avec une préparation aussi sommaire du terrain, le semis est voué à l'échec. Cette même conclusion est aussi valable pour la plantation, car bien que 85% des plants étaient encore vivants en octobre, ils étaient très peu vigoureux et leur développement futur était peu prometteur.

Les résultats sont meilleurs pour les cinq traitements dans lesquels on a semé en poquets, avec une préparation plus intensive : recépage complet ou en bandes, et poquets de sol ameubli de 0,5 ou 1,0 m de diamètre, en combinaison avec les graines enrobées avec du répulsif. Après le premier été, on n'a pas trouvé de différences importantes entre ces traitements. S'ils ne se distinguent pas dans l'avenir, la technique manuelle la plus pratique pour une éventuelle application à grande échelle serait probablement le recépage en bandes de 3m de large avec une étroite bande de 0,5m dans le centre, piochée et semée avec des graines enrobées. Cette conclusion est soutenue par les résultats de l'essai de recépage en bandes de différentes largeurs décrites dans le paragraphe 4 (voir aussi Tschinkel, 1975).

Il n'en reste pas moins que, jusqu'à présent, même les traitements manuels intensifs sont peu prometteurs en comparaison avec le semis à la volée sur terrain labouré, tant du point de vue survie que croissance.



Poquets intensivement travaillés à Deil El Kelb. Les bourgeons des pins ont été broutés par les lièvres.

4.3 EXPÉRIMENTATION DU SEMIS DIRECT SUR LES CHANTIERS DE REBOISEMENT

En Tunisie, 600 ha. environ de semis direct de pin d'Alep ont été effectués entre 1965 et 1974 ; pour la presque totalité, on a pratiqué le semis en poquets. Cette méthode a échoué partout, probablement à cause des prédateurs des graines et de la concurrence de la végétation spontanée. A titre d'essai, la Direction des Forêts a aussi semé de petites surfaces labourées (de moins d'un ha.). Il s'agissait généralement d'anciennes clairières, antérieurement labourées, aux sols lourds. Bien que la germination soit parfois bonne, les auteurs ont rarement trouvé des surfaces semées dans ces conditions, dont les résultats puissent être qualifiés de réussite après le premier été.

Se basant sur les premiers résultats encourageants de l'essai de Djebel Ez Zetari ainsi que sur une petite surface labourée sur le sommet du Djebel Semmama , l' Arrondissement Forestier de Kasserine a travaillé pendant la campagne 1974/1975, un total de 100 ha. environ, répartis dans cinq localités. Vu les limitations du terrain ou le manque de tracteurs pour le labour, certaines surfaces ont été piochées à la main, soit en plein, soit en bandes, ou encore par taches. En janvier/février 1975, 10 kg de graines/ha. environ, ont été semées.

Il s'agit là de l'application, à une échelle pratique, de la méthode de semis direct qui a donné des résultats satisfaisants dans les divers essais. On a donc profité de ces chantiers pour évaluer la survie des jeunes pins pendant leur premier été.

4.3.1 Méthode de comptage

Au cours de la deuxième semaine de juin 1975, on a effectué un premier comptage par échantillonnage.

Des transects suivant la pente ont été établis à la boussole, et, sur chaque transect, un piquet permanent a été mis en place tous les 20m. Le piquet a servi de centre pour un placeau d'échantillonnage de 4 m² dans lequel on a compté le nombre de plants. Le comptage de ces mêmes placeaux a été répété fin octobre 1975. Le but principal de ce comptage était de déterminer la mortalité intervenue entre juin et octobre.

4.3.2 Résultats et discussion

Les résultats des deux comptages, ainsi qu'une brève description des milieux et de la préparation du terrain sont présentés dans le tableau 4.

Dans ce tableau, on a aussi fait figurer les résultats de l'essai effectué à Djebel Douleb (qui semble représentatif du chantier qui l'entoure). La survie des plants pendant la saison sèche d'été a été très bonne. Pour les graines sans traitement, sur 100 plants vivants fin mai, il restait 88 plants vivants fin octobre*

* Voir aussi tableau 3

Le nombre de plants obtenus dans le chantier d'Oum Djeddour qui a été pioché en plein, est nettement inférieur à celui de tous les autres chantiers, tant en juin qu'en octobre (13 100 plants/ha. après l'été).

Il est intéressant de noter que ce chantier est caractérisé par le sol le plus lourd, dérivé de roches-mères marneuses. Sur tous les autres chantiers, on a compté en octobre, au moins 50 000 plants/ha. avec une distribution assez uniforme (plus de 85% des placeaux d'échantillonnage ont un plant ou plus).

Dans tous les chantiers, à l'exception d'El Glâa où l'on a labouré en plein, sur les 100 plants vivants en juin, il restait plus de 70 plants vivants en octobre.

La vigueur des plants en octobre semble bonne, excepté :

- sur tous les sols marneux (à Oum Djeddour, là où l'on a pioché en plein, et sur des taches de sols marneux à Sif El Anba).
- partout où le semis a été effectué sous un peuplement trop dense (comme à la partie basse du chantier de Sif El Anba).

En général, ces premiers résultats de semis à une échelle opérationnelle, réalisés sur terrain intensivement préparé par labour ou par piochage sont encourageants. Sans doute, la pluviométrie favorable cette année là a-t-elle joué un rôle important, mais il ne s'agit pas d'une année exceptionnelle en Tunisie Centrale. Il semble bien qu'en ce qui concerne la méthode du semis sur terrain labouré, la clé de la réussite réside dans le choix d'un milieu édaphique convenable.

4.4. CONCLUSIONS CONCERNANT LA SURVIE ET LA CROISSANCE DU SEMIS DIRECT

4.4.1. En poquets

Le semis direct en petits poquets est condamné à l'échec ; ceci est dû à la concurrence de la végétation avoisinante, même lorsque la germination a été bonne grâce à l'emploi du répulsif. La méthode manuelle du semis direct dans des poquets plus intensivement travaillés, disposés de préférence dans des bandes recépées, en utilisant des graines enrobées de répulsif, laisse peu d'espoir mais ne doit pas encore être écartée. Néanmoins, les résultats après le premier été sont bien inférieurs à ceux obtenus sur terrain labouré.

Tableau 4 : EXPÉRIENCES PRATIQUES AVEC LE SEMIS DIRECT SUR LES CHANTIERS DE REBOISEMENT.

Semis en Janvier - Février 1975 - comptage des plants vivants le 10 Juin et le 22 octobre 1975.

Chantier N°	Localité		Description du chantier	Préparation du terrain	Nombre de pla- ceaux de 4m ² comptés	Nombre de plants/ha. (en milliers)		% des placeaux ayant 1 plant ou plus		% de plants ayant survécus à l'été
	Forêt	Parcelle				Jun	Octob.	Jun	Octob.	
1	Bireno	1	Sous un peuplement de très faible densité, faible pente, exposition nord et sud rendzine.	Sol travaillé en plein avec la pioche	22	60	52	95	95	87
2	El Glâa	19	Sous un peuplement de très faible densité, faible pente, exposition sud, sommet plat, sol sablonneux.	Labouré en plein avec une charrue à disques.	56	90	47	95	90	52
3	El Glâa	19	Partiellement sous un peuplement de faible densité, forte pente, exposition sud, sol calcaire caillouteux.	Sol travaillé avec la pioche en bandes de 4 m de large.	31	118	91	100	100	78
4	Sif El Anba		Partiellement sous un peuplement assez dense, forte pente, exposition sud, sol calcaire caillouteux avec des taches de sol marneux.	Sol travaillé avec la pioche en bandes de 4 m de large.	34	248	174	88	85	70
5	Oum Djeddour 1e, 29		Sous un peuplement de faible densité, pente 10 % exposition N.O., sol marneux.	Sol travaillé en plein avec la pioche.	16	17	13	88	75	76
6	Oum Djeddour 1e, 29		Sous un peuplement assez dense, forte pente, exposition N.O., sol marneux.	Sol travaillé avec la pioche dans des taches de 10 m Ø au moins.	10	106	81	100	100	76
7	Djebel Douleb (graines sans en- robage voir 3.3.3.)		En dehors du peuplement faible pente, exposition nord, rendzine.	Labouré en plein avec charrue à disques.	60	86	76	98	97	88



Jeune pins, 8 mois après le semis direct sur terrain labouré à El Glâa.

4.4.2. Sur terrain labouré

Dans les milieux édaphiques favorables, sur terrain intensivement préparé par labour, soit en plein, soit en bandes (suivant les courbes de niveau pour empêcher l'érosion), généralement plus de 70% des jeunes pins survivent à la sécheresse du premier été. Ils ont une bonne vigueur et peuvent atteindre 30 cm de hauteur après leur deuxième été.



Semis direct sur des bandes labourées suivant les courbes de niveau.

Sur les sols lourds et marneux, la survie et la croissance semblent beaucoup moins bonnes. D'ailleurs, dans ces milieux, les jeunes pins sont souvent menacés par l'envahissement des graminées et autres mauvaises herbes annuelles.

V. LE CHOIX DES MILIEUX

POUR LE SEMIS DIRECT

En considérant l'ensemble des expériences antérieures, il est clair que la méthode du semis direct à la volée sur terrain labouré est capable de donner des résultats encourageants. Néanmoins, des exceptions importantes ont été mentionnées et il est naturel de chercher à expliquer les échecs. Là où il n'y a pas eu d'erreurs techniques dans l'application de la méthode, les observations tendent à montrer que les échecs sont liés à deux facteurs, souvent conjugués :

- 1) les sols marneux, de texture fine ;
- 2) l'envahissement par les mauvaises herbes annuelles.

Mais ces explications sont subjectives et une étude systématique sera possible lorsqu'on disposera d'un grand nombre de chantiers de semis direct effectués sur terrain labouré, sous différentes conditions écologiques.

Néanmoins, les premières observations permettent déjà de formuler quelques recommandations quant au choix des milieux.

- . La difficulté de reboisement des sols marneux est un problème général dans toute la Tunisie. Bien que des forêts naturelles de pin d'Alep existent sur ces sols, leur régénération, naturelle ou par plantation, est plus difficile que sur les autres sols forestiers ; ceci est probablement dû aux caractéristiques du sol même. Aussi, il n'est pas étonnant de constater que les résultats du semis direct sur les sols marneux sont également médiocres.
- . Une autre difficulté propre à ces sols lourds réside dans le fait qu'ils sont facilement envahis par les mauvaises herbes annuelles, d'autant plus que les sols marneux de faible pente ont souvent été cultivés en céréales. L'abondance des graines de mauvaises herbes, dormant dans le sol, provoque l'envahissement rapide, surtout après labour. Et, comme la plupart des pins, le jeune pin d'Alep ne résiste pas à la concurrence des graminées.
- . Le climat est évidemment un autre facteur limitant, mais probablement moins critique que le facteur édaphique. Presque tous les essais et observations ci-dessus ont été faits dans l'étage semi-aride supérieur. L'extrapo-

lation des conclusions au semi-aride inférieur serait risquée.

La méthode du semis direct après labour est relativement nouvelle en Tunisie : les expériences positives les plus anciennes ont à peine 2 ans. Jusqu'à ce qu'on ait accumulé plus d'expériences, il est conseillé de limiter son application aux milieux les plus favorables.

Le semis direct n'est pas une panacée qui remplacera la plantation, mais une méthode qui ne peut s'appliquer qu'après un choix judicieux du milieu. En aucun cas on ne doit appliquer cette méthode si l'on considère que le milieu n'est déjà pas favorable à la plantation.

Tableau 5 : GUIDE PRATIQUE POUR LE CHOIX DU MILIEU

Avant d'effectuer le semis direct de *Pinus halepensis*

Critère	O U I Terrain avec bonnes possibilités de succès	N O N Terrain où le semis direct est excessivement risqué
Étage bioclimatique	– semi-aride supérieur	– semi-aride inférieur – aride
Sol	– rendzine sur croûte – sols légers	– sols marneux non encroûtés – sols lourds
Utilisation antérieure du sol	– garrigue en bon état ou légèrement dégradée / pâturée	– ancien champ cultivé
Végétation	– garrigue à <i>Rosmarinus officinalis</i> , avec une ou plusieurs des espèces suivantes : <i>Cistus libanotis</i> , <i>Quercus ilex</i> , <i>Stipa tenacissima</i> , <i>Genista cinerea</i>	– steppe à <i>Artemesia herba-alba</i> , ou <i>Artemesia campestris</i> – graminées et autres mauvaises herbes annuelles – garrigue dominée par <i>Ampelodesma mauritanicum</i>

On doit résister à la tentation d'appliquer le semis direct sur d'anciens champs abandonnés, donc particulièrement faciles à labourer, car le danger d'envahissement par les herbes est particulièrement grave sur ces sols généralement marneux.

Dans le tableau 5, ont été résumées quelques indications pratiques pouvant faciliter le choix du milieu pour le semis direct du pin d'Alep.

Ces restrictions vont forcément exclure de vastes régions de la Tunisie semi-aride où les sols marneux dominant. Néanmoins, il reste des surfaces importantes, apparemment convenables, surtout dans les régions de Haidra, Bourobia et les environs de Thala.

Il n'est pas exclu que l'expérience future permette d'appliquer le semis direct aux milieux que l'on considère aujourd'hui comme risqués. Mais pour ne pas compromettre l'application de cette méthode prometteuse, il est préférable de commencer avec prudence.



VI. CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Cette étude s'est proposée d'identifier, à travers des observations et des essais, les principales causes d'échec du semis direct, et de dégager une méthode qui soit à la fois efficace et praticable en Tunisie Centrale.

A la lumière de l'ensemble des expériences réalisées et décrites ci-dessus, la méthode la plus pratique de semis direct du pin d'Alep peut se résumer comme suit :

- labour en plein ou en bandes (d'une largeur au moins égale à 3m), suivant les courbes de niveau, là où il y a un risque d'érosion;
- semis à la volée de 10 kg/ha. de graines sans enrobage de répulsif, pendant les mois de décembre, janvier ou février ;
- recouvrement immédiat des graines avec la herse, avec de lourdes branches trainées sur le sol, ou d'autres moyens.

Le semis direct en poquets est à éviter.

La clé du succès de la méthode réside dans le choix du milieu. Le danger d'échec est particulièrement grave sur des sols lourds, marneux et sur des surfaces qui risquent d'être envahies par les mauvaises herbes annuelles.

A condition d'être exécuté correctement, dans des milieux convenablement choisis, le semis direct représente une méthode très simple, économique et prometteuse pour la régénération. En plus des méthodes habituelles de plantation et de régénération naturelle, le forestier dispose, avec le semis direct, d'un moyen efficace pour la sauvegarde des forêts de pin d'Alep de Tunisie.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABBOTT, H. G. (ed.) : *Proceedings of the symposium : direct-seeding in the Northeast.*- Experiment Station, College of Agriculture, University of Massachusetts, Amherst 1965, 127p.
- BELKODJA, K. et al. : *Les sols de la Tunisie Septentrionale.*- Tunis, Sols de Tunisie No5, 1973, 1-185p.
- BOLOTIN, M. : *Establishment of Aleppo pine by direct sowing.*- La Yaaran 14 : 90-94, 1964
- CAMPBELL, E., MANN Jr., F : *Regenerating loblolly pine by direct seeding, natural seeding and planting.*- U.S.D.A. Forest Service Research Paper SO-84, 1973, 9p.
- CHAPMAN, G.W. : *A manual on establishment techniques in man made forests.*- Working Paper, F.A.O. Rome 1973, 108p.
- CROUCH, G.L., RADWAN, M.A. : *Evaluation of R - 55 and mestranol to protect Douglas-fir seed from deer mice.*- U.S.D.A. Forest Service Research Note PNW-170, 1971, 6p .
- DERR, J., MANN Jr. F. : *Direct-seeding pines in the South.*- Department of Agriculture , Agricultural Handbook No 391, 1971, 68p.
- DOBBS, R.C. : *Effect of thiram-endrin formulations on the germination of jack pine and white spruce seed in the laboratory.*- Tree Planters Notes 22(3) : 16-18, 1971.
- F.A.O. *Tree planting practices in African savannas.*- Forestry Development Paper No 19, F.A.O. Rome 1974, 185p.
- GOOR, A.Y., BARNEY, C.W. : *Forest tree planting in arid zones.*- Ronald Press, New York, 1968.
- GOUNOT, M., SCHOENENBERGER, A. : *Carte phyto-ecologique de la Tunisie Septentrionale.*- Annales de l'Institut National de la Recherche Agronomique de Tunisie, Vol. 40, Fasc. 2, 1967, 426p.
- HADRI, H. et TSCHINKEL, H. : *Semis direct de pin d'Alep : Comparaison de plusieurs techniques.*- Tunis, INRF, Note de Recherche No 5, 1975, 25p.
- INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHES FORESTIERES : *Régénération du pin d'Alep* Compte-rendu des journées d'information - Tunis, I.N.R.F. 1975, 42p.
- LINDSEY, G.D., ANTHONY, R.M. EVANS, J. : *Mestranol as a repellent to protect Douglas-fir seed from deer mice.*- (sous presse).
- MANN Jr., : *Techniques and progress in regenerating southern pines.*- Forest Products Journal 19 : 10.16, 1969.
- MANN, Jr., W. F. : *Direct-seeding longleaf pine.*- U.S.D.A. Forest Service Research Paper SO-57, 1970, 26p.
- MANN, Jr. W.F., DERR, J. : *Guides for direct-seeding slash pine.*- U.S.D.A. Forest Service Research Paper SO-12, 1964, 27p.

MARION, J., POUPON, J. : Institut de Reboisement, Tunisie - *Manuel pratique de reboisement*.- Rome, F.A.O. FO:SF/TUN11 ; Rapport technique 2. 1974, 345p.

RADWAN, M.A. : *Protecting forest trees and their seed from wild mammals. A review of the literature*.- U.S.D.A. Forest Service Research Paper PNW-6, 1963, 28p.

RADWAN, M.A. : *Destruction of conifer seed and methods of protection*.- In : Proceedings Fourth Vertebrate Pest Conference. pp. 77-82, West Sacramento, California, 1970.

RADWAN, M.A., ANDERSON, H.W. : *Storing endrin-coated and endrin impregnated Douglas-fir seed*.- U.S.D.A. Forest Service Research Paper PNW-95. 1970, 6p.

ROE, E. I. : *Direct-seeding of conifers in the Lake States. A review of past trials*.- U.S.D.A. Forest Service, Lake States Forest Experiment Station Research Paper CS-3 , 1963, 16p.

SCHUBERT, H., ADAMS, S. : *Reforestation practices for conifers in California*.- State of California, Division of Forestry, Sacramento 1971, 359p.

SCHUBERT, H., HEIDMANN, L.J., LARSON, M.M. : *Artificial reforestation practices for the Southwest*.- U.S.D.A. Agricultural Handbook No 370, 1970, 25p.

SNEDECOR, G.W. : *Statistical methods*.- Iowa State College Press, Ames 1956, 5th edit. 534p.

TSCHINKEL, H. : *Effets de l'élimination de la végétation concurrente sur l'humidité du sol et sur la réussite des reboisements avec Pinus halepensis*.- Tunis, INRF, Note de Recherche No 11. 1976, 16p.



Annexe

L'emploi des répulsifs

chimiques

1. TECHNIQUE D'ENROBAGE DES GRAINES AVEC LE RÉPULSIF CHIMIQUE

Le répulsif chimique est composé des produits suivants* :

- endrin, 50 % poudre mouillante : 20g/kg de graines ;
- thiram en poudre : 80g/kg de graines ;
- dow Latex 612 (adhésif) : 10g/kg de graines ;
- poudre d'aluminium : 12g/kg de graines ;
- eau : 0,2 litre/kg de graines.

L'endrin, le thiram et le latex sont mélangés avec l'eau pour obtenir une suspension dense. On y incorpore ensuite les graines qui sont soigneusement mélangées afin d'obtenir un enrobage complet. A la fin du malaxage, on ajoute de la poudre d'aluminium qui permet d'identifier les graines traitées et les empêche de coller les unes aux autres. Les graines sont ensuite étalées à l'air libre pour séchage.

2. INFLUENCE DE L'ENDRIN ET DU THIRAM SUR LE POUVOIR GERMINATIF

Selon la littérature technique, les différents degrés de concentration de l'endrin utilisé pour l'enrobage ne modifient pas le pouvoir germinatif des graines de conifères. Seul, le thiram provoque parfois une légère réduction (Dobbs, 1971 ; Radwan et Anderson, 1970). On s'est donc étonné d'observer, en laboratoire, une réduction considérable de la germination des graines de pin d'Alep enrobées avec l'endrin. Des échantillons de graines et de produits chimiques ont été envoyés dans un laboratoire des Etats-Unis spécialisé dans les essais de répul-

* Pour faciliter toute commande des produits, d'éventuels fournisseurs sont indiqués ci-dessous.

Endrin : American Forest Chemical Company - Box 17 - Woodworth, Louisiana - 71485 - U.S.A.

Thiram : Uniroyal Chemical S.P.A. - Viale 18 Dicembre (Place Rocco) Latina - Italie.

Latex : Dow Chemical - Spaldingstrasse 110 - 2000 Hambourg 1, R.F.A.

Poudre d'aluminium : facilement disponible étant donné que cette poudre constitue la base des peintures d'aluminium.

La mention des fournisseurs n'a aucune implication publicitaire et n'engage nullement la responsabilité des auteurs

sifs, pour confirmer ces résultats. Un essai détaillé* employant 21 combinaisons de différentes concentrations d'endrin et de thiram a démontré que la marque d'endrin largement utilisée aux Etats-Unis n'a pas réduit la germination des graines du pin d'Alep. Mais l'endrin d'une autre marque, utilisé dans les essais a diminué considérablement la germination (21% des graines ont germé contre 95% pour le témoin).

Le thiram seul n'a causé qu'une faible réduction de la germination. On peut donc conclure que, malgré les mêmes spécifications chimiques, l'endrin de certains fabricants peut réduire considérablement le pouvoir germinatif des graines. Cela est dû probablement aux différents types et concentrations d'impuretés toxiques contenues dans l'endrin. Le praticien doit faire attention à n'utiliser que les marques qui ont déjà été largement expérimentées.

3. TECHNIQUE DES TESTS COMPARATIFS SUR LE TERRAIN

La formule de mélange des répulsifs chimiques utilisés dans les essais présentés plus haut, est celle généralement employée aux Etats-Unis. Afin de déterminer si d'autres produits ou concentrations pouvaient être plus efficaces en Tunisie, on a établi plusieurs petits essais comparatifs. Les résultats de ces essais n'ont pas été concluants, ce qui est dû probablement à une technique d'essai inadéquate. Néanmoins, ces expériences négatives peuvent servir d'exemples pour mieux concevoir de futurs essais comparatifs, c'est pourquoi nous les décrivons brièvement.

Lors de la mise en place de l'essai de Djebel Ez Zetari (voir 3.1), à environ 200 mètres de celui-ci, on a recépé dix cercles de 3m de diamètre dans la garrigue, espacés de 10 m les uns aux autres. Dans chaque cercle, 9 poquets avaient été semés avec 9 traitements différents de graines incluant des concentrations diverses d'endrin, avec et sans thiram. Aucun traitement n'a donné une meilleure germination que les graines sans traitement. En effet, le pourcentage de germination des graines enrobées était pratiquement le même que celui obtenu avec des graines sans traitement (respectivement 40% et 37%). Par contre, dans l'essai voisin de Djebel Ez Zetari, semé le même jour et contenant 100 poquets pour chaque traitement, on a obtenu une germination de 44% avec les graines enrobées et 5% seulement avec les graines sans répulsif (Hadri et Tschinkel, 1975). Le répulsif a donc eu une influence positive importante.

Il semble que les petits essais, comportant seulement 10 poquets de graines préparées selon les différents traitements, ne permettent pas une évaluation correcte de l'efficacité des répulsifs chimiques.

* Les auteurs remercient Mr. Gerald Lindsey, Wildlife Biologist du US Fish and Wildlife Service, Olympia, Washington, U.S.A. pour avoir effectué ces essais.

On sait que les oiseaux et rongeurs ont besoin de «gouter» le répulsif pour développer une aversion. Si la quantité des graines semées dans un petit essai est trop petite ou trop éparpillée, il en reste trop peu après qu'elles aient été «goutées». On a constaté ce même phénomène dans trois autres essais à petite échelle. Pour être concluants, les essais doivent donc dépasser une dimension minimum, ce qui complique considérablement le travail.

4. PRODUITS POUVANT REMPLACER L'ENDRIN ET LE THIRAM

Parmi les milliers de produits chimiques testés jusqu'à maintenant contre les oiseaux et les rongeurs, l'endrin et le thiram sont les plus efficaces. En vue d'un contrôle plus stricte des insecticides contenant des hydrocarbures chlorés comme le DDT et l'endrin, on a récemment intensifié aux Etats-Unis, la recherche sur les produits susceptibles de les remplacer. Le mestranol (un oestrogène synthétique) présente une alternative prometteuse parmi tous les produits testés (Crouch et Radwan, 1971 ; Lindsey et al., 1974).

Un essai a été établi près de l'essai Djebel Ez Zetari pour comparer l'efficacité du mestranol dans les conditions locales. L'enrobage a été fait de la même façon que pour les essais précédents, mais en substituant à l'endrin et au thiram, 2% de mestranol*.

Les graines ont été semées à la volée sur un terrain labouré en février 1974. On a employé un dispositif en blocs randomisés avec 4 répétitions comprenant des parcelles de 12,5 m² chacune.

Les résultats du tableau A1 montrent que le mestranol semble améliorer la germination par rapport au témoin. Cette amélioration n'est pas aussi importante que celle obtenue avec l'endrin et le thiram. Ces résultats ne sont qu'une première indication car les différences entre les trois traitements ne sont pas statistiquement significatives. Pour le moment, le mestranol est encore trop coûteux pour être d'un intérêt pratique.

5. LES ASPECTS ÉCONOMIQUES DE L'ENROBAGE DES GRAINES

Dans les essais précédents sur terrain labouré, le répulsif chimique n'a pas été déterminant pour obtenir une bonne germination, mais en général, il a légèrement augmenté le nombre de plants obtenus, par kilogramme de graines. Si l'utilisation du répulsif permet de réduire la quantité des graines nécessaires au semis, on doit cependant tenir compte du coût des graines et des autres dépenses liées au semis direct, pour évaluer l'intérêt économique du répulsif.

* Nos remerciements vont à Syntex, S.A. Division Quimica, Cuernavaca, Mexique, pour avoir fourni un échantillon de mestranol (Lot No C3-AN-006).

Tableau A1 : EFFICACITÉ DU RÉPULSIF MESTRANOL SUR TERRAIN LABOURÉ

Semis Février 1974 - Résultats du comptage de Juin 1974.

Traitement	Nombre de plants/parcelle de 12.5 m ²				Moyenne
	Bloc 1	Bloc 2	Bloc 3	Bloc 4	
Graines sans traitement	83	10	136	115	86
Graines avec mestranol	128	45	288	359	205
Graines avec endrin et thiram.	91	165	716	650	324

Le prix f.o.b. (franco de bord) en 1975, des produits chimiques (endrin, thiram, latex, poudre d'aluminium) est équivalent à environ 0,200 dinars tunisiens par kg de graines de pin d'Alep*.

Si l'on inclut les frais et la main d'oeuvre pour l'enrobage, le coût d'utilisation du répulsif s'élèvera à environ 0,400 dinars tunisiens par kg de graines. Considérant qu'un kilogramme de graines de pin d'Alep vaut, en Tunisie 0,400 dinars tunisiens, l'utilisation du répulsif, dans les conditions actuelles, ne semble pas économiquement justifiée. Néanmoins, on ne doit pas perdre de vue la possibilité d'utiliser le répulsif dans le cas où, les circonstances ayant changé, son utilisation deviendrait plus avantageuse. Premièrement, le prix des graines peut augmenter, surtout lorsqu'il s'agit de graines soigneusement sélectionnées. Deuxièmement, les dégâts par les prédateurs des graines peuvent dans d'autres régions être plus importants que dans les essais. Quoiqu'il en soit, il faut noter que, même avec les prix actuels, en semant 10 kg de graines par hectare, le coût

* 1 dinar tunisien = approx. US 2,50.

d'emploi du répulsif n'est que de 4,000 dinars tunisiens/ha., ce qui représente peu de chose par rapport aux autres dépenses liées au semis direct, comme la préparation du terrain, la main d'œuvre et le gardiennage. Cette dépense peut donc finalement se justifier pour diminuer les risques d'échec.

Ces résultats, parfois surprenants, des divers aspects de l'utilisation des répulsifs chimiques doivent servir d'avertissement aussi bien pour le praticien que pour le chercheur. Dans le cas où il a été décidé d'employer les répulsifs, il est conseillé de se limiter aux produits, concentrations et techniques déjà bien expérimentés. La comparaison entre les divers produits ou formules, tant du point de vue économique, que du point de vue efficacité, exige une recherche approfondie.



Résumé

En vue de développer une technique pratique de semis direct du pin d'Alep, de nombreux essais ont été réalisés dans les zones montagneuses semi-aride de la Tunisie Centrale.

L'étude de ce problème a été axée sur les deux obstacles principaux à la réussite du semis direct : 1) la destruction des graines par les oiseaux et les rongeurs 2) les facteurs réduisant la survie et la croissance.

On a trouvé que la méthode suivante donne des résultats satisfaisants.

- 1) labour total de la surface à semer, ou labour de bandes de 3m de largeur minimale, suivant les courbes de niveau.*
- 2) semis à la volée à raison de 10kg/ha. en décembre, janvier ou février.*
- 3) recouvrement immédiat des graines par un travail léger du sol soit au moyen d'une herse légère, soit en tirant de lourds branchages sur la surface semée.*

En appliquant cette méthode, on a obtenu régulièrement, plus de 50.000 plants à l'ha., uniformément distribués après la première saison estivale. Sur les sites favorables, après le second été, les plants sont vigoureux et atteignent 30 cm de hauteur en moyenne. Le semis direct en poquets n'est pas à préconiser, à cause d'un faible taux de survie et d'une croissance médiocre.

L'emploi des répulsifs, endrin et thiram s'est révélé très positif pour réduire la destruction des graines par les prédateurs, mais leur usage n'est cependant pas impératif dans le cas d'un semis à la volée sur grande surface labourée.

*Le choix correct du site à semer est de la plus haute importance pour la réussite de l'opération. Les meilleurs résultats ont été obtenus sur des rendzines recouvertes d'une végétation à dominante *Rosmarinus officinalis*. Par contre, sur des sols lourds dérivés de marne, les risques d'échec sont particulièrement élevés, de même sur les anciennes zones de culture où l'apparition abondante de plantes annuelles pose un grave problème de concurrence.*

Summary

DIRECT SEEDING *Pinus halepensis* IN TUNISIA

*In order to develop a practical technique of direct seeding *Pinus halepensis* Mill., numerous experiments were established in the semi-arid mountains of Central Tunisia. The study concentrated on the two main obstacles to the success of direct seeding : 1) The destruction of seed by birds and rodents and 2) the factors reducing survival and growth.*

It was found that the following method gave satisfactory results :

- 1) Plow the entire area to be seeded, or plow in strips at least 3 m wide following the contours.*
- 2) Broadcast seeds at the rate of 10 Kg/ha. in décembre, january or february.*
- 3) Cover the seed immediately by lightly working the soil with a harrow or by dragging heavy branches over the surface.*

This method has consistently given more than 50.000 uniformly distributed seedlings/ha. in october after the first summer dry season. On favorable sites, after the second summer, seedlings were vigorous and about 30 cm tall.

Direct seeding in seed spots is not to be recommended because of poor survival and growth. The repellents endrin and thiram were very effective in reducing destruction of seed by predators, but their use was not imperative for broadcast seeding.

*Careful choice of the site to be seeded is of utmost importance. Best results were obtained on rendzines covered by bush dominated by *Rosmarinus officinalis*.*

This risk of failure is particularly high on heavy soils, derived from marl and on areas where annual weeds are likely to be a problem.