



ROGER BEAUDOIN a obtenu son diplôme de bachelier en sciences appliquées (génie forestier) de la faculté de Foresterie et de Géodésie de l'université Laval en 1970. En 1973, cette université lui décernait le diplôme de maître ès sciences forestières (génétique). Depuis avril 1973, il est à l'emploi du Service de la recherche forestière, à titre de chargé de recherches en génétique.

GILLES DESAULNIERS est bachelier en mathématique statistique de l'université Laval depuis 1970 et maître ès sciences (dendrométrie) de la même université depuis 1973. Statisticien occasionnel au ministère des Terres et Forêts de 1970 à 1975 - période pendant laquelle il a aussi enseigné -, il est depuis 1976 à l'emploi du Service de la recherche forestière. Il y a travaillé à la mise au point d'une banque de données, dont il assure la gérance, et a instauré un système informatisé de comptabilité du budget du Service. Il collabore aussi à la mise sur pied de méthodes de mesurage, de cubage et d'échantillonnage dans d'autres organismes du Ministère.

MÉTHODE DE DISTRIBUTION DES FAMILLES DANS UN TEST  
GÉNÉTIQUE POUR L'AMÉLIORATION ET LA PRODUCTION DE  
SEMENCES DU PIN GRIS

par

ROGER BEAUDOIN

et

GILLES DÉSAULNIERS

MÉMOIRE N° 65

SERVICE DE LA RECHERCHE FORESTIÈRE  
MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES RESSOURCES

1980

Ce mémoire est un rapport intérimaire du projet de recherche G 74-1

ISBN 2-550-01428-6

Dépôt légal

Bibliothèque nationale du Québec

## REMERCIEMENTS

Nous apprécions l'apport important du Dr Yvon Richard, ing.f., et du Dr Gilles Vallée, Ing.f., qui ont prodigué conseils et remarques sur cette recherche. De plus, nous nous devons de souligner l'assistance et la collaboration de Simon Barrette, technicien forestier, de Denis Ferland, auxiliaire en informatique, de Francine Langevin, technicienne en informatique et de Céline McKinnon, étudiante, lors de la réalisation des différents travaux en 1979.



## RÉSUMÉ

Le dispositif est conçu pour réaliser l'analyse statistique des caractéristiques à un âge qui laisse prévoir le comportement final de chaque famille. À la suite d'éclaircies génétiques, la distribution résiduelle des meilleures familles doit favoriser, par la pollinisation libre, une récolte abondante de semences viables.

Les dispositifs de pin gris installés au printemps 1979 démontrent pleinement la simplicité, la souplesse et l'efficacité de la méthode face à des contraintes génétiques inhérentes à la conversion d'un test de descendance en un verger à graines. Ils favorisent une vigueur nouvelle à la descendance grâce à l'hétérogénéité des provenances et à une dispersion adéquate des familles. Plus le nombre de familles non apparentées devient important (300 à 500), plus les risques de croisements consanguins diminuent.



## ABSTRACT

*The experiment was designed to carry out statistical analysis of characteristics at an age where the final behavior of each family can be predicted. Following genetical clearings, residual distribution of the best families must favor, through free pollinization, an ample harvest of viable seeds.*

*The jack pine experimental set-up installed in the spring of 1979 fully reveal the simplicity, flexibility, and efficiency of the method in regards to the genetic constraints inherent to converting a progeny test into a seed orchard. They foster a new vigor in the progeny through provenance heterogeneity and an adequate dispersal of the families. As the number of non-related families becomes important (300 to 500), the risks of inbreeding diminish.*



## TABLE DES MATIÈRES

	page
REMERCIEMENTS . . . . .	iii
RÉSUMÉ . . . . .	v
ABSTRACT . . . . .	vii
TABLE DES MATIÈRES . . . . .	ix
LISTE DES FIGURES . . . . .	xi
LISTE DES TABLEAUX . . . . .	xiii
INTRODUCTION . . . . .	1
PREMIÈRE PARTIE - Génétique du pin gris, par Roger Beaudoin . . . . .	3
Chapitre I - Méthode d'amélioration du pin gris . . . . .	5
1.1 Secteurs d'amélioration . . . . .	5
1.2 Echantillonnage des populations . . . . .	6
1.3 Banque de gènes . . . . .	6
1.4 Production de semences . . . . .	10
CHAPITRE II - Dispositif . . . . .	13
2.1 Buts . . . . .	13
2.2 Installation . . . . .	14
2.3 Espacement . . . . .	14
2.4 Forme . . . . .	17
2.5 Pollinisation . . . . .	17

	page
DEUXIÈME PARTIE - Répartition aléatoire, par Gilles Désaulniers . . . . .	19
Chapitre I - Prémisses . . . . .	21
1.1 Objectifs . . . . .	21
1.2 Paramètres forestiers . . . . .	22
1.3 Principes mathématiques . . . . .	22
1.4 Fonction REPAL . . . . .	23
Chapitre II - Sortie . . . . .	27
2.1 Intervention . . . . .	27
2.2 Ordre . . . . .	31
2.3 Plan . . . . .	31
CONCLUSION . . . . .	39
BIBLIOGRAPHIE . . . . .	41
ANNEXE: Fiches pour la fonction REPAL: paramètres et répartition . . . . .	43

## LISTE DES FIGURES

	page
Figure 1 Secteurs provisoires d'amélioration . . . . .	7
Figure 2 Localisation des peuplements purs de pin gris du secteur d'amélioration K . . . . .	8
Figure 3 Localisation des peuplements purs de pin gris du secteur d'amélioration F . . . . .	9
Figure 4 Étapes de l'amélioration et de la production de semen- ces de pin gris des secteurs K et F : . . . . .	11
Figure 5 Schéma d'un dispositif (a), espacement intra-bloc et inter-blocs des familles (b), espacement des plants sur la ligne et espacement entre 2 lignes adjacentes (c) .	16



## LISTE DES TABLEAUX

	page
Tableau 1 Copie de la fonction REPAL . . . . .	24
Tableau 2 Procédure de départ . . . . .	28
Tableau 3 Familles du secteur F . . . . .	29
Tableau 4 Choix aléatoire . . . . .	32
Tableau 5 Répartition des familles . . . . .	35



## INTRODUCTION

Il existe différents modèles, déjà connus et plus ou moins élaborés, pour l'installation de tests de descendance et de vergers à graines. Une stratégie a été élaborée dans le cadre des travaux sur l'amélioration du pin gris (Pinus banksiana Lamb.) dans la région du Nord-Ouest québécois, entrepris au printemps 1979.

Des facteurs inhérents à l'expérience tels que la durée du test, l'espèce utilisée, les contraintes reliées à la station, le nombre de familles et le gain génétique espéré nécessitent la création de systèmes souples et relativement faciles d'utilisation.

Il faut envisager une méthodologie intermédiaire entre une sophistication et une simplification à outrance dans l'élaboration des dispositifs. Celle-ci présente une façon intéressante de distribuer un grand nombre de familles dans un test génétique et permet d'évaluer le comportement des descendance.

À la suite d'éclaircies sélectives, un nombre appréciable de géniteurs issus des meilleures familles seront conservés pour la production de semences améliorées puisque les tests seront convertis

en vergers à graines. La distribution résiduelle des familles favorisera une pollinisation libre adéquate tout en éliminant autant que possible les risques de croisements consanguins. La description du processus fait ressortir les avantages et les inconvénients rencontrés dans son application.

PREMIÈRE PARTIE

GÉNÉTIQUE DU PIN GRIS

par

ROGER BEAUDOIN



## CHAPITRE I

### MÉTHODE D'AMÉLIORATION DU PIN GRIS

#### 1.1 SECTEURS D'AMÉLIORATION

Le programme d'amélioration pour le pin gris du Service de la recherche forestière a débuté en 1969 et s'est structuré davantage à la suite de la parution du rapport sur l'amélioration du pin gris au Québec publié par le Comité de recherche en génétique forestière en 1973. À partir d'études déjà effectuées, ce rapport recommandait de poursuivre l'amélioration génétique de cette espèce sur une base locale.

Dans un premier temps, la région du Nord-Ouest québécois a été désignée pour l'instauration de ce programme: elle fournit approximativement 45 pour cent des 1,7 à 2,0 millions de mètres cubes de pin gris exploité chaque année au Québec. De plus, les plans d'aménagement des unités de gestion du M.E.R. numéros 82 à 87 inclusivement, estiment les besoins de graines pour l'ensemencement aérien à 400 millions et à 7,5 millions pour la plantation.

Dans cette région, la sélection d'arbres-plus s'est poursuivie jusqu'en 1978 pour atteindre un nombre suffisant d'individus représentatifs des secteurs d'amélioration K et F (représentés à la figure 1). Ces derniers ont été délimités suivant des données écologiques et climatiques. Ils possèdent une superficie assez vaste pour permettre une variation phénotypique des populations qui fournira des gains génétiques appréciables à la suite de sélections et de croisements. Certains secteurs importants des régions administratives de Trois-Rivières et du Saguenay - Lac-Saint-Jean seront échantillonnés au cours des prochaines années pour compléter ce programme.

## 1.2 ÉCHANTILLONNAGE DES POPULATIONS

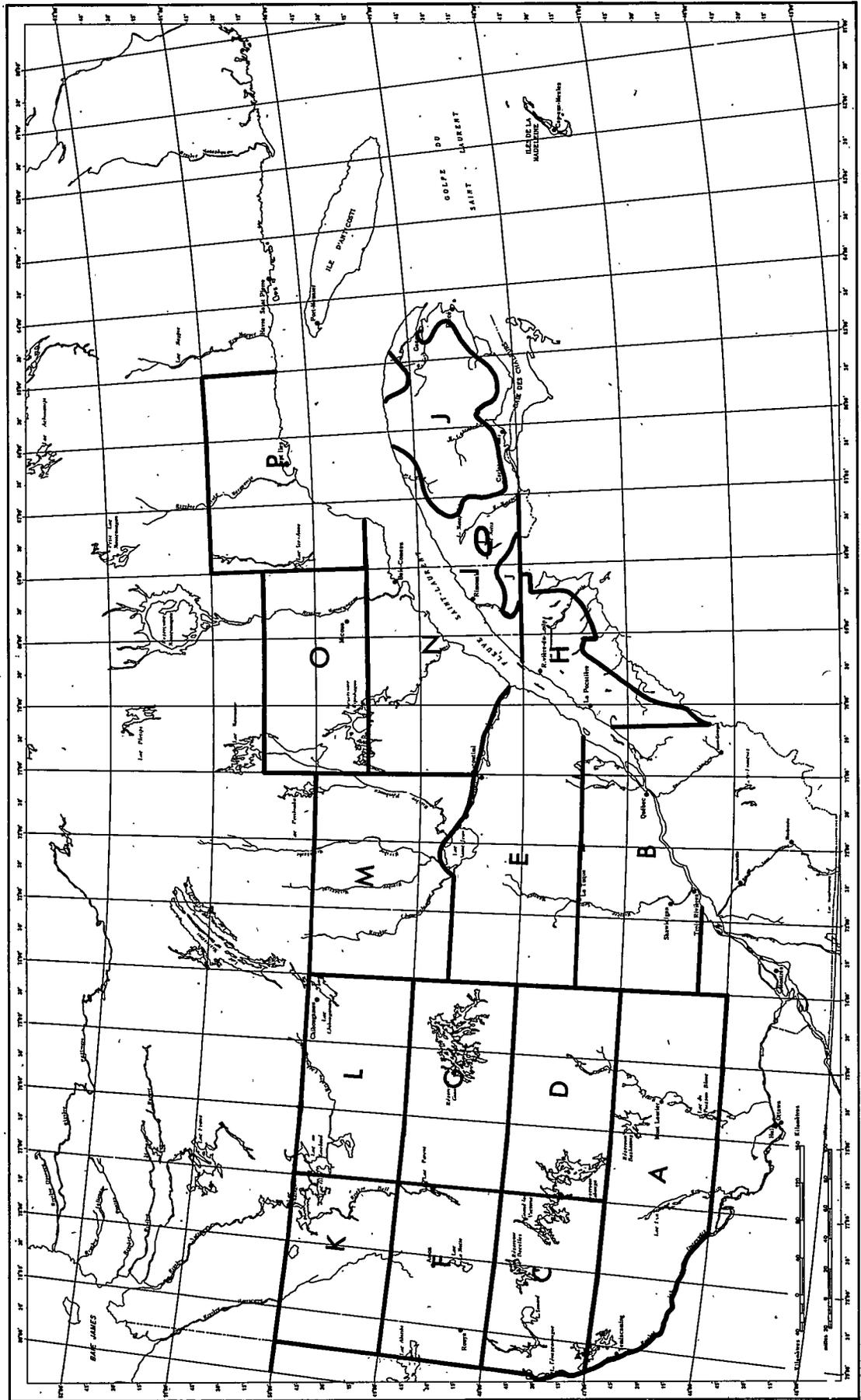
Une provenance compte un maximum de dix arbres sélectionnés par peuplement. Seuls les cônes ont été récoltés au cours de l'échantillonnage destiné à la constitution des tests de provenances-descendances et des vergers à graines de semis. Dans un premier temps, les tests de provenances-descendances pourront indiquer les meilleures sources de semences pour les reboisements de ces secteurs d'amélioration.

Tous les peuplements purs de pin gris ont été localisés sur des cartes forestières au 1:50 000, puis retranscrits sur des cartes au 1:500 000. Les secteurs impliqués dans cette recherche sont présentés aux figures 2 et 3 (échelle 1:680 000). L'ensemble des secteurs fera l'objet d'une prochaine publication. Cette façon de procéder permet un échantillonnage rapide et exhaustif des peuplements de pin gris.

## 1.3 BANQUE DE GÈNES

La localisation des lots de graines permet au responsable

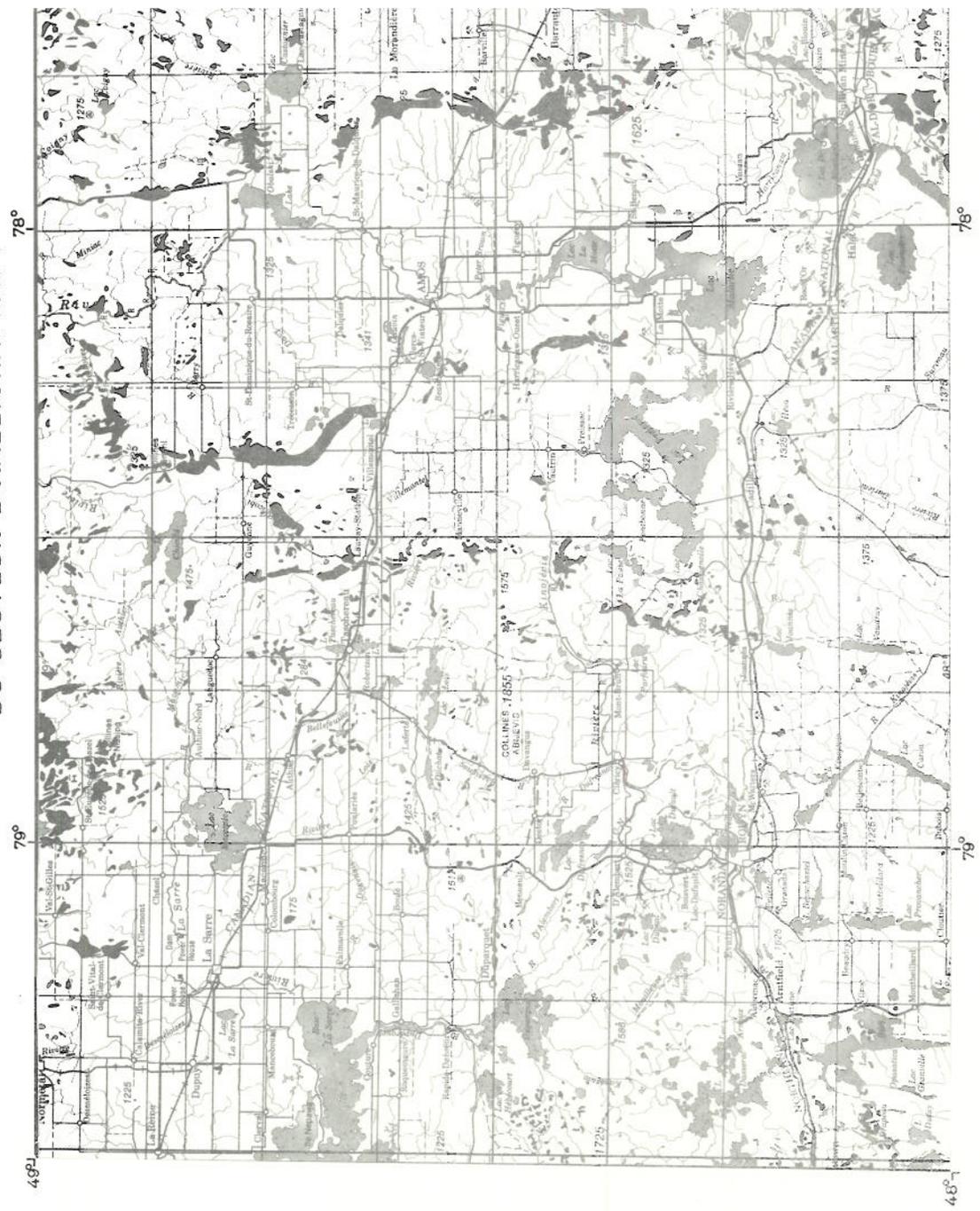
Figure 1 SECTEURS PROVISOIRES D'AMÉLIORATION



Références: Beaudoin, Robert et Vallée



Figure 3 LOCALISATION DES PEUPELEMENTS PURS DE PIN  
DU SECTEUR D'AMÉLIORATION F



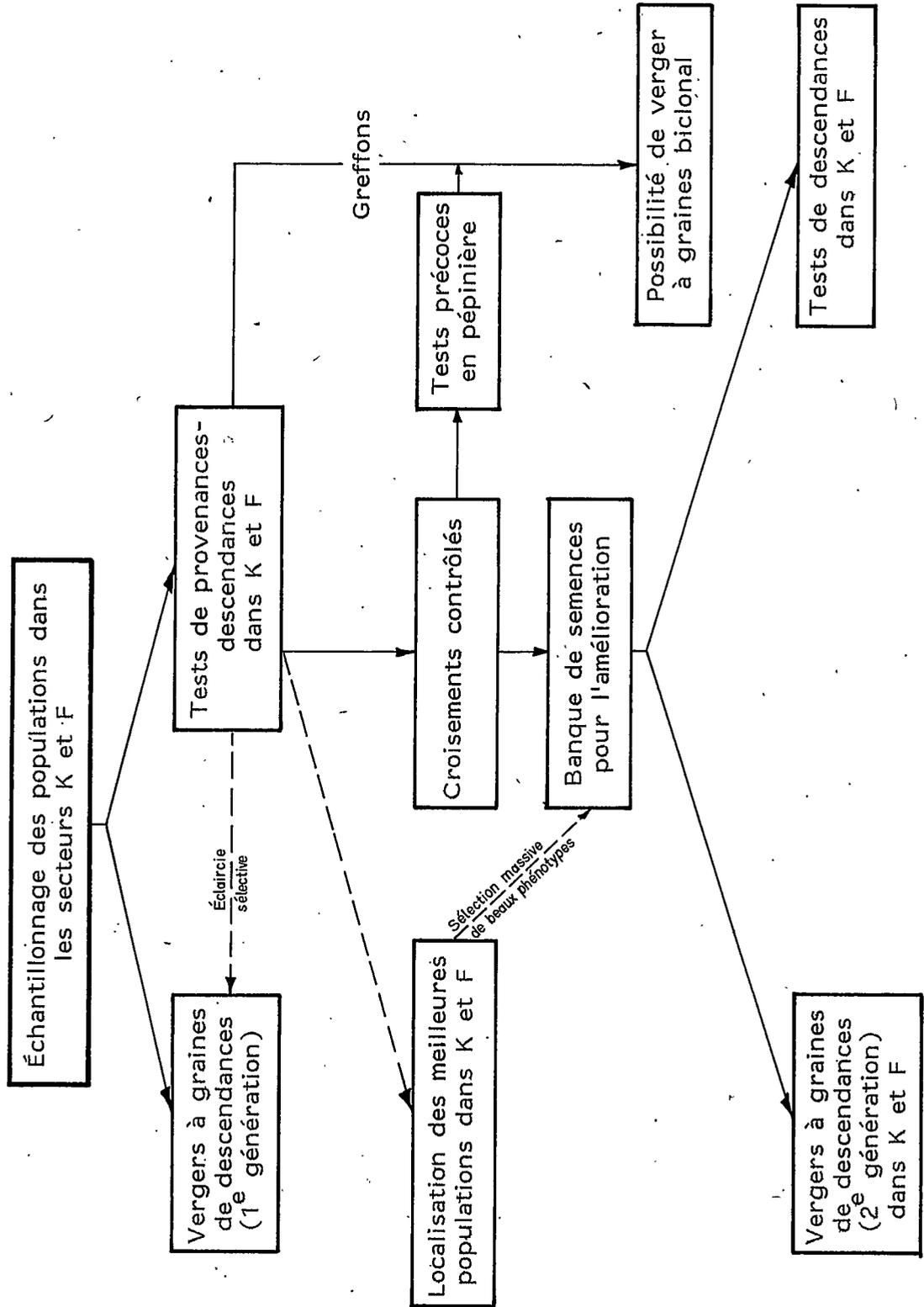
Échelle 1:680 000

de l'unité de gestion concernée d'exercer un contrôle sur la coupe des peuplements échantillonnés. Si l'exploitation d'un de ces peuplements semble imminente, il faudra récolter les cônes sur un grand nombre d'arbres de belle venue afin d'établir une réserve de gènes de cette provenance, jusqu'à ce que les résultats des tests de provenances-descendances soient disponibles. Ces derniers guideront les chercheurs et les responsables du reboisement vers les peuplements présentant un meilleur accroissement. Une sélection massive d'arbres vigoureux dans ces peuplements permettra de poursuivre l'amélioration de l'essence dans la région.

#### 1.4 PRODUCTION DE SEMENCES

La production intensive de semences améliorées pour le reboisement débutera par l'installation de vergers à graines de semis car cette espèce fructifie en bas âge. À un stade plus avancé de l'amélioration, des vergers à graines clonaux peuvent être constitués directement avec les meilleurs individus déterminés par les tests de provenances-descendances déjà établis; dans une étape ultérieure, des vergers seront créés à partir des lots de graines issus des croisements contrôlés et des sélections massives mentionnées au paragraphe précédent. Les étapes de l'amélioration et de la production de semences sont présentées à la figure 4.

Figure 4 ÉTAPES DE L'AMÉLIORATION ET DE LA PRODUCTION DE SEMENCES DE PIN GRIS DES SECTEURS K ET F





## CHAPITRE II

### DISPOSITIF

#### 2.1 BUTS

Le cheminement classique en amélioration des arbres forestiers comprend l'installation de tests de descendance et de vergers à graines comme deux entités indépendantes et complémentaires. Le test de descendance permet l'étude du comportement des familles issues des arbres sélectionnés. Les conditions de croissance pour une station étant connues, le comportement des familles reflète leur potentiel génétique. Ces résultats seront obtenus dans un laps de temps de 10 à 20 ans après l'implantation du dispositif. Ces valeurs pourront s'appliquer à l'estimation de la qualité et de la quantité de la production ligneuse au moment de la révolution commerciale de peuplements artificiels formés à partir des meilleures familles. Si l'on tient compte du nombre de tests de descendance mis en place par les divers organismes de recherche, il devient important de prévoir avant l'établissement des dispositifs un modèle de distribution des familles qui permettra d'utiliser de façon optimale le matériel sélectionné.

En pratique, la possibilité de convertir au moment opportun le test de descendance en un verger à graines qui contiendra un nombre appréciable de géniteurs, constitue une approche globale sur le plan forestier qui se traduit par une économie de temps, de matériel et de financement. Pour le pin gris, cette méthode fournira un apport supplémentaire de semences puisque les besoins réguliers devront être directement comblés par le verger qui se greffe au test génétique.

## 2.2 INSTALLATION

La méthode utilisée préconise des parcelles linéaires de trois plants par famille. Un nombre suffisant de représentants pour chaque famille est requis afin de conclure sur le comportement des descendance. La mortalité et les variations des conditions de la station obligent à installer un grand nombre de répétitions. L'ensemble des familles forme un bloc et constitue une répétition.

La manipulation de 350 à 500 familles exige une attention constante. La culture des plants en serre facilite le contrôle de l'identité. Le dispositif est divisé en blocs dans la serre, selon le plan de répartition des familles, juste avant son envoi sur le terrain. L'utilisation de plants produits en récipients réduit au minimum le choc de la plantation et ramène le taux de survie à plus de 90 pour cent. Sur le terrain, le piquetage des dispositifs et l'identification des parcelles sont complétés avant l'arrivée des plants.

## 2.3 ESPACEMENT

La distribution des familles se fait au hasard à l'aide de l'ordinateur tout en respectant certaines contraintes susceptibles

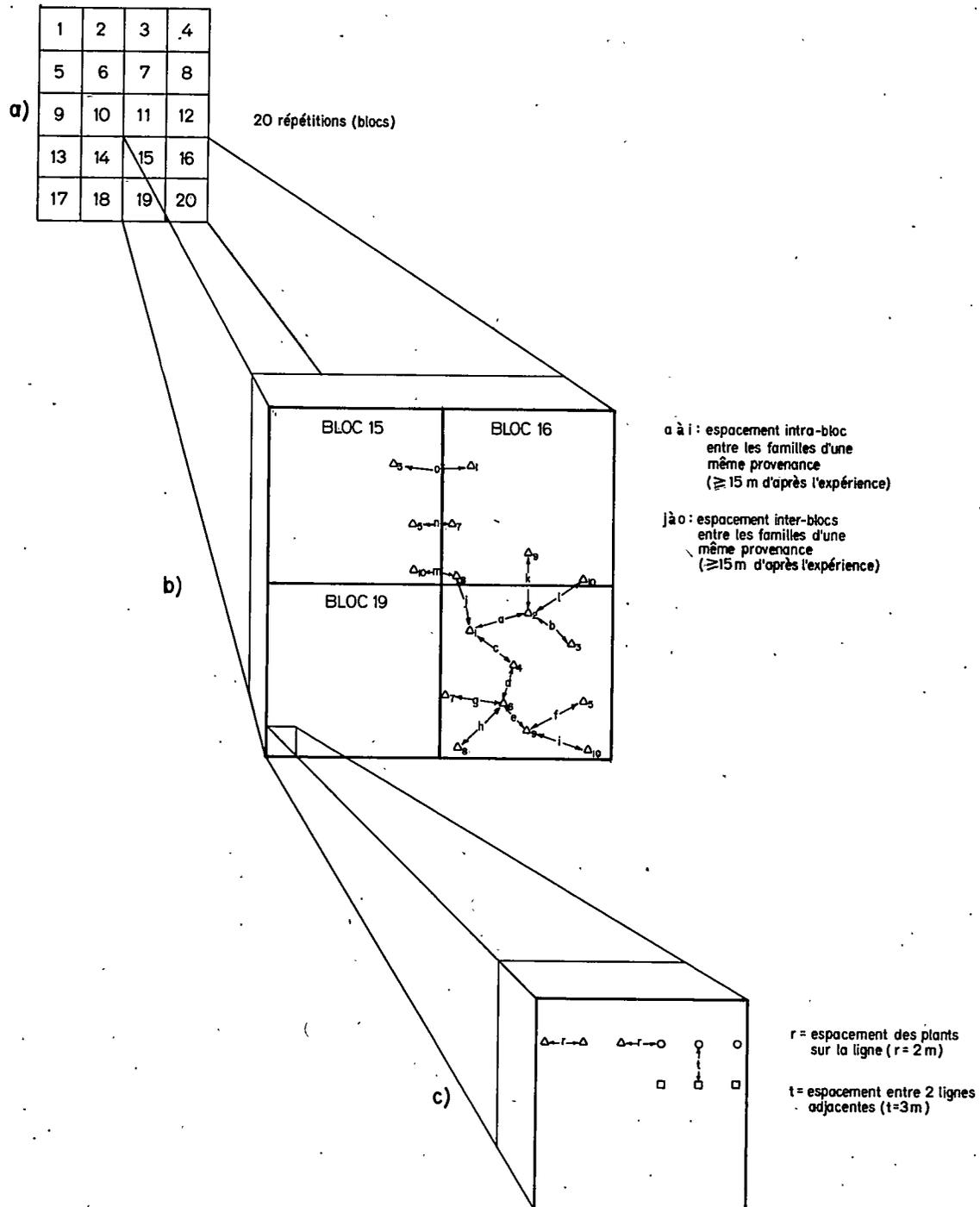
d'augmenter la qualité des graines obtenues par pollinisation libre. Dans le but de profiter d'un hétérosis dû à l'hétérogénéité des origines, la distribution des familles a été programmée de façon à ce que, pour une même provenance, les familles issues des descendance soient espacées d'un certain nombre de mètres entre elles. Cette distance augmente avec le nombre de familles; dans ce dispositif, elle correspond à l'espacement minimal de 15 mètres mentionné à la deuxième partie. Ce procédé diminue la formation de grandes trouées dans le verger à graines lors des éclaircies sélectives.

L'espacement entre les parcelles linéaires ainsi qu'entre les individus d'une même parcelle, est fixé par les exigences de l'expérience. Selon l'intensité de sélection pour escompter un gain génétique au niveau des familles et au niveau des individus, on adoptera un espacement spécifique requis. De même, si une sélection plus poussée au niveau des familles est désirée pour un même espacement final, il faut diminuer le nombre de plants par parcelle, mais la réciproque reste vraie. Les parcelles de trois plants espacés de 2 mètres permettent une bonne intensité de sélection au niveau des familles sans causer de trouées importantes dans le dispositif ni empêcher une pollinisation adéquate.

L'espacement initial entre les parcelles sur deux lignes parallèles comporte un minimum de 3 mètres pour faciliter l'entretien et par la suite la récolte des cônes au stade de production. La figure 5 illustre les divers espacements pour l'installation d'un dispositif. Les parcelles doivent être orientées perpendiculairement au chemin d'accès. La station doit présenter une pente légère ou nulle

Figure 5

SCHÉMA D'UN DISPOSITIF (a), ESPACEMENT INTRA-BLOC ET INTER-BLOCS DES FAMILLES (b), ESPACEMENT DES PLANTS SUR LA LIGNE ET ESPACEMENT ENTRE 2 LIGNES ADJACENTES (c)



avec un drainage adéquat. Un relief peu accidenté facilite l'utilisation du théodolite lors de l'établissement de la structure de base du dispositif.

#### 2.4 FORME

Tous les blocs d'un dispositif présentent la même répartition des familles. La forme la plus avantageuse pour un bloc reste le carré ou le rectangle qui s'en rapproche le plus. Ainsi, le maximum de distance est obtenu entre deux familles portant le même numéro mais de blocs adjacents. La surface délimitée par l'assemblage des blocs deviendra d'autant plus intéressante que la configuration du dispositif s'apparente aussi au carré. À l'âge de la production des semences, le dispositif formera un massif inondé de pollen de différentes sources.

Cette méthode permet de greffer directement le verger à graines au test de descendance si l'expérimentateur le souhaite. Elle facilite également l'installation de grands dispositifs en plusieurs étapes successives. En respectant l'ordre de distribution des familles, une bordure peut s'ajouter sans nuire à un agrandissement ultérieur du dispositif où peut se pratiquer le même genre d'éclaircie.

#### 2.5 POLLINISATION

Les dangers d'obtenir des croisements consanguins disparaissent sensiblement en ne conservant qu'un individu sur trois par parcelle dans les meilleures familles. L'augmentation du nombre de familles agrandit la superficie des blocs et contribue ainsi davantage à réduire ces croisements.

Un inconvénient qui découle de l'utilisation de cette

méthode provient du fait que pour parer aux croisements consanguins, le même arrangement de familles se retrouve dans chaque bloc. Cette procédure réduit jusqu'à un certain point la diversité des croisements entre familles car les arbres les plus près deviennent susceptibles de s'interpolliniser. Par déduction, il serait réaliste d'affirmer qu'une proportion relativement importante des combinaisons génétiques semblent similaires d'un bloc à l'autre.

Cette hypothèse reste partiellement vraie car dans la nature, selon l'espèce et selon les conditions climatiques actives, la pollinisation se produit à un rythme variable pendant plusieurs jours: les vents et les courants ascendants favorisent la dispersion du pollen. De plus, d'autres agents comme les insectes, les oiseaux et certains rongeurs, participent aussi à cette dispersion: la nature agit pour multiplier les combinaisons génétiques.

La quantité de semences produites s'avèrera proportionnelle au nombre de géniteurs restant à la fin des éclaircies. Un grand nombre de répétitions augmente d'autant le potentiel de production pour une même intensité de sélection au niveau des familles et des individus. Eu égard à l'hétérogénéité du pin gris, il est concevable de supposer que l'intensité de sélection au niveau des familles, pour obtenir un gain génétique appréciable, permettra de conserver environ 40 pour cent des familles (Fowler, 1979) si la sélection des arbres-plus a été conduite de façon judicieuse et critique lors de l'échantillonnage. Cependant, ce pourcentage sera fixé de façon précise par l'étude du test de descendance.

DEUXIÈME PARTIE

RÉPARTITION ALÉATOIRE

par

GILLES DÉSAULNIERS



## CHAPITRE I

### PREMISSES

#### 1.1 OBJECTIF

Cette partie présente une méthodologie pour répartir un nombre de familles dans un ensemble de cases disposées en rectangle (bloc). Chaque famille correspond à un lot de graines issu d'un arbre échantillonné. Lors de l'établissement du dispositif, chaque famille contient un nombre fixe de plants. Les dispositifs du pin gris, décrits dans la première partie et présentés à la figure 5, comprennent vingt répétitions systématiques de la disposition du bloc.

Cette méthode ne se justifie que dans la mesure où le dispositif sera converti en un verger à graines car s'il ne visait qu'à déterminer les meilleures familles et provenances, cette répartition aléatoire respectant les contraintes s'avèrerait superflue.

## 1.2 PARAMÈTRES FORESTIERS

Un espacement minimal entre les centres de deux familles d'une même provenance est fixé selon les exigences de l'expérience. La répartition des familles en bordure respecte aussi cette contrainte. Il faut bien noter que les blocs ne constituent que des entités théoriques où n'existe aucune frontière naturelle car l'étude génétique de la première partie tente de réduire la pollinisation consanguine. Dans cette optique, la répétition de la même disposition permet une distance constante, soit la largeur ou la longueur du rectangle, entre la réapparition systématique de la même famille dans les blocs voisins.

Le rectangle contient suffisamment de cases pour y installer les familles; ses dimensions comportent un nombre de lignes et de colonnes compte tenu des distances entre les lignes puis entre les plants. De plus, l'espace entre les familles (colonnes) dépend du nombre de plants par famille. La dimension des blocs reste à la discrétion du responsable qui appuie sa décision sur leur nombre et sur la superficie, la forme et l'état du terrain disponible pour établir son dispositif.

## 1.3 PRINCIPES MATHÉMATIQUES

La base du système repose sur le hasard. Ainsi, le choix de la case s'effectue aléatoirement parmi celles qui restent en disponibilité. Ensuite, le numéro de la provenance est retenu de la même façon que celui de la case. En considérant la contrainte de l'espacement minimal, le choix s'effectue selon une priorité liée au nombre initial de lots afin de prendre d'abord les familles issues d'une

provenance qui en contient un plus grand nombre. Lorsque ce dernier tri est terminé, il faut recommencer le processus pour obtenir le lot qui, associé à cette provenance, formera la famille sélectionnée qui occupera la case choisie au début.

À la fin de la répartition, il arrive que quelques familles ne se retrouvent pas dans une case à cause de certains paramètres: la contrainte spatiale, la trop forte différence entre les deux dimensions du rectangle (bloc), l'excédent trop petit de cases sur les familles ou l'effet simple du hasard. Pour déplacer une série de familles chaque fois que l'une d'entre elles ne se classe pas, le processus ne peut se sophisticationner qu'au détriment du programme qui l'exécute et par l'augmentation substantielle des coûts qui le supportent. Cependant, il faut mentionner que le coût d'une sortie d'ordinateur reste relativement minime par comparaison au salaire d'un individu qui accomplirait un travail semblable mais d'une fiabilité nettement inférieure et où la rapidité d'exécution devient incommensurable.

#### 1.4 FONCTION REPAL

La fonction principale REPAL, dont la copie se trouve au tableau 1, a été créée pour réaliser les principes énoncés auparavant; elle effectue les calculs selon les contraintes déterminées et permet la présentation de la répartition des familles sous forme de matrices de résultats. Le programme est écrit en langage APL selon la version dont dispose le «Centre de Traitement de l'Information» (CTI) de l'université Laval. Cette fonction s'avère monadique et implicite, où l'argument droit V représente un vecteur numérique contenant la liste des

```

[11] REPAL V;C;D;E;I;J;K;N;P;Q;R;S;U;Z
[12] 20 4 AJR'REPARTITION DES FAMILLES ..V.. PAR REPETITION'
[13] AFNS : AJR NAL RSTR ST ZR AZR
[14] 5 1 AJR'NOMBRE DE : PLANT/FAM;FAM/PROV;FAM/REPET;LIGNES;COLONNES'
[15] 5 1 AJR'ESPACE ENTRE : PLANTS;LIGNES;MEME PROV'ZR N+D
[16] 9 1 AJR'BLOC.... LIGNES COLONNES PRODUIT',ST 2 ZR E+D
[17] 5 1 AJR'(2 15P'NB DE DIM (AXE) '),12 0+C+2 3P[N[4 5]],(X/N[4 5]),φ(x/U),U
[18] ←(N[5]XN[1]XEL[1]),N[4]XEL[2]
[19] →LFX\U AZR(U+N[3])>X/N[4 5])/5 1 AJR'PLUS DE FAM QUE DE CASES'
[20] 5 1 AJR'ESPACE MINIMAL ENTRE 2 FAM D''UNE PROV SERA',( 'I6'OFMT EL[3]+LEL[3]L(LC[2]+3]÷
[21] NE[2])÷2), 'M',ST 3
[22] P←((1 RSTR P),U~1+0,U+U(1P),OXP+(U+D≠1φD)/D+L(V+V[+V]-1)÷10+Z+0
[23] CL[2]←1+LCL[1]÷N[5]ZR CL[3]←1+N[5]ICL[1]←1+X/N[4 5]ZR C←((X/N[4 5]),4)P1
[24] D←LD ZR DL[1]←DL[1]←0=1(D+EL[3]÷EL[2 1]X1,N[1])L[1]
[25] SL[U]←0.01+(S←((EL[2]X(1+2xDC[1])÷1+DC[1])÷2).+(N[1]XEL[1]X(1+2xDC[2])÷U)*2)*0.5)L[U+
[26] DE[2]÷1]
[27] 14 2 AJR'RANG. CASE LIGNE COLONNE FAMILLE'ZR S←,EL[3]S AZR 25 AJR'CHOIX',ST 3
[28] LA→LEX\V/O=(+/U+CC[4]=1),P,V
[29] J←1+N[4]ICL[1]←(+\U)\I+1 NAL+/U[2]÷(1+2xDC[1])÷2+DC[1]
[30] K←1+N[5]ICL[1]÷3]+(1+2xDC[2])÷2+DC[2]
[31] Q←L((V/CL[2 3])^,=QS/(1 RSTR,Q((PK),PJ)),((PJ)XPK)/CL[4])÷10
[32] LB→(LB+2)X10<P,R←(P[1]J)YF
[33] →LC ZR CCI[4]←0
[34] →(LB+4)X10<P,R←((U≠0)∧U=Γ/U←(O<-/R[2 3])XRI[2])YR
[35] →LC ZR CCI[4]←0
[36] CCI[4]←V[K←(1+1 NAL-/PJ[2 3])]+1+(V≧10XPLJ←PL[1]R[1 NAL 1↑PR;1]1])/1P,V]
[37] PLJ[3]←PLJ[3]÷1 ZR V←((K-1)↑V),K↓V
[38] LC→LA AZR 10 AJR,8 0*(Z+Z+1),(CCI[1])÷1 0 0,CCI[4]÷9
[39] LE:10 1 AJR'TABLEAU DE LA REPARTITION DES FAMILLES : ',I6,X1,A1'OFMT(N[4 5,ST 10]
[40] ;'LC')
[41] CL[4]←U+Z ZR CL[3]←1+Z-10XCL[2]←L(Z←(U+9<Z)XZ←CL[4])÷10 AZR 18 1 AJR 6 0*(N[5]
[42] Z←(6 0*QCC[4 2 3 ZR S←3 6P'FAM PROV LOT 'ZR U+N[5]X6+J+0])
[43] LD:→(LDX(N[4]J),LFX10=P,V AZR(5 1 AJR 6 0*J←J+1),2 AJR S,ZL;(JXU)+U,ST,1]
[44] 10 AJR S,6 0*(3+P+V)P(V+1),Z,1+V-10XZ←LV÷10 AZR 5 1 AJR'CES FAMILLES RESTENT A CASER
[45] ;',ST 15
[46] LF:15 5 AJR U,' FINI ',U+17P'-'/'',ST 15

```

familles impliquées dans le bloc. Elle requiert les fonctions auxiliaires AJR, NAL, RSTR, ST, ZR et ΔZR.

Le hasard reste omniprésent après quelques essais, car aucune distribution quelque peu similaire ne s'y rencontre, d'où l'unicité apparente de chaque résultat. Ainsi ce n'en est pas l'effet du hasard mais l'utilisation de la fonction spécifique NAL dont le processus du choix aléatoire s'appuie sur le moment de son exécution exprimé en millisecondes. Une description plus détaillée des fonctions auxiliaires paraîtra dans une publication ultérieure.



## CHAPITRE II

### SORTIE

#### 2.1 INTERVENTION

La procédure de départ expliquée au tableau 2 consiste à appliquer la fonction REPAL à la variable FF déjà définie, qui contient les numéros de familles pour le secteur F décrit en première partie. La liste apparaît au tableau 3 sous la forme d'une matrice qui facilite la présentation alors que sa structure reste un vecteur numérique.

Après l'écriture du nom et de son argument puis le retour du chariot, la fonction prend le contrôle des opérations où l'utilisateur ne doit répondre qu'aux messages appropriés. Ainsi, le premier message demande le nombre de plants par famille, le nombre maximal de familles par provenance, le nombre de familles à répartir par répétition (bloc), le nombre de lignes puis le nombre de colonnes (familles par ligne) du bloc. Le clavier imprime un petit rectangle suivi d'un «deux points» puis attend les paramètres sous forme d'un vecteur

Tableau 2 PROCEDURE DE DEPART

REPAL FF

REPARTITION DES FAMILLES . . V. . PAR REPETITION

NOMBRE DE : PLANT/FAM;FAM/PROV;FAM/REPET;LIGNES;COLONNES

□: 3 10 274 23 12

ESPACE ENTRE : PLANTS;LIGNES;MEME PROV

□: 2 3 15

BLOC....	LIGNES	COLONNES	PRODUITS
NB DE	23	12	276
DIM (AXE)	69	72	4968

ESPACE MINIMAL ENTRE 2 FAM D'UNE PROV SERA 15 M

Tableau 3 . . . FAMILLES DU SECTEUR F

781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	761	762	763	764	765
766	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780
501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	1141	1142	1143	1144	1145
1146	1147	1148	1149	1150	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780
1151	1152	1153	1154	1155	1156	1157	1158	1159	1160	431	432	433	434	435
436	437	438	439	440	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600
1041	1042	1043	1044	1045	1046	1047	1048	1049	1050	561	562	563	564	565
566	567	568	569	570	1111	1112	1113	1114	1115	1116	1117	1118	1119	1120
441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	401	402	403	404	405
406	407	408	409	410	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400
421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	1101	1102	1103	1104	1105
1106	1107	1108	1109	1110	581	582	583	584	585	586	587	589	590	1031
1032	1033	1034	1035	1036	1037	1039	1040	1131	1132	1133	1134	1136	1137	1138
1139	1140	511	512	514	515	516	517	518	519	520	11	513	14	16
18	1121	1122	1123	1124	1125	1126	1127	481	482	483	484	485	486	487
488	489	1341	1342	1343	1721	1722	1451	1452	1431	1432	1421	1422	1381	1382
1211	1221	1491	1481	1471	1461	1441	1411	1391	1371	1321	1201	1501	1511	1521
1531	1541	1401	1331	1351	1711	1271	1621	1631	1641	1671	1681	1581	1601	1611
1651	1661	1691	1701											

numérique: 3 10 274 23 12, suivi d'un retour de chariot. Un nouveau message s'écrira pour obtenir l'espace en mètres entre les plants d'une ligne, entre les lignes puis entre deux familles d'une même provenance. Après la réponse: 2 3 15, l'utilisateur deviendra un simple témoin de la sortie. La première fiche de l'annexe contient l'inscription des paramètres pour la fonction REPAL: les deux dernières réponses servent d'exemples.

Au tableau 2, les premiers résultats sont disposés dans un schéma résumant quelques éléments fournis à l'ordinateur. Ce schéma renferme les nombres de lignes et de colonnes, les dimensions en mètres selon les axes des lignes et des colonnes, et les produits qui indiquent d'abord le nombre de cases disponibles dans le bloc, puis sa superficie totale. Un avis s'ajoute à cet endroit lorsque les familles deviennent plus nombreuses que les cases devant les contenir; la fonction contourne alors tous les calculs pour terminer immédiatement son exécution.

La dernière ligne du tableau 2 confirme si la distance minimale entre deux familles d'une provenance reste le choix du chercheur ou si cette contrainte se réduit afin de permettre la répartition de chacune d'elles dans le bloc.

L'unité de chaque numéro de famille du tableau 3 représente le numéro du lot de graines; le numéro de provenance constitue le reste des chiffres lorsque l'unité est enlevée, sauf dans le cas où celle-ci devient zéro. Ainsi, la famille 781 vient de la provenance 78 et du lot 1. Étant donné que les lots ont été numérotés: 1, 2, 3..., 9 et 10, les familles se terminant par un zéro nécessitent

un cheminement différent. Il faut soustraire dix du numéro de la famille puis le diviser par dix pour obtenir la provenance tandis que le lot prend le numéro dix. Ainsi pour la famille 790, il faut soustraire 10 pour obtenir 780 puis la division par 10 déterminera la provenance 78 et le lot 10. Il faut remarquer que la provenance zéro n'existe pas.

## 2.2 ORDRE

Le point essentiel de la fonction REPAL se trouve condensé dans le tableau 4 qui présente les choix aléatoires des cases et des familles. Cette matrice possède autant de lignes que de familles à distribuer. La première colonne donne le rang de la sélection pour la case apparaissant à la colonne 2 au fur et à mesure de l'exécution des calculs. Les colonnes 3 et 4 constituent la représentation cartésienne en lignes et en colonnes de la case choisie. La famille à la cinquième colonne résulte d'un double choix aléatoire: la provenance puis le lot de graines. Ainsi, le tableau 4 permet de suivre chaque étape du processus aléatoire de la répartition des familles.

## 2.3 PLAN

Le résultat fourni au chercheur, constitue le tableau 5 qui répartit les familles dans le bloc selon les coordonnées établies aux colonnes 3 et 4 du tableau 4. Chaque ligne présente trois numéros pour indiquer la famille, la provenance et le lot. Ainsi, ce tableau représente l'image exacte de chaque bloc du dispositif, où se retrouvent 23 lignes et 12 colonnes comme le spécifie la procédure d'entrée du

Tableau 4 CHOIX ALEATOIRE

Rang	Case	Lig	Col	Famille	Rang	Case	Lig	Col	Famille
1	149	13	5	770	47	187	16	7	409
2	266	23	2	780	48	212	18	8	564
3	236	20	8	784	49	143	12	11	789
4	252	21	12	569	50	96	8	12	1112
5	190	16	10	1042	51	189	16	9	438
6	49	5	1	765	52	127	11	7	559
7	168	14	12	1144	53	188	16	8	1158
8	220	19	4	1043	54	264	22	12	1146
9	43	4	7	772	55	272	23	8	1153
10	14	2	2	560	56	159	14	3	552
11	179	15	11	774	57	105	9	9	1104
12	209	18	5	1102	58	120	10	12	1109
13	95	8	11	421	59	214	18	10	1117
14	259	22	7	1041	60	205	18	1	1047
15	50	5	2	1149	61	123	11	3	1106
16	141	12	9	401	62	6	1	6	443
17	4	1	4	1159	63	226	19	10	405
18	63	6	3	423	64	121	11	1	394
19	24	2	12	1101	65	175	15	7	1150
20	8	1	8	1147	66	262	22	10	1050
21	29	3	5	407	67	68	6	8	508
22	22	2	10	763	68	81	7	9	406
23	134	12	2	781	69	102	9	6	402
24	2	1	2	442	70	62	6	2	1108
25	249	21	9	779	71	67	6	7	1157
26	36	3	12	435	72	90	8	6	398
27	240	20	12	393	73	99	9	3	446
28	52	5	4	767	74	128	11	8	766
29	26	3	2	1119	75	59	5	11	395
30	103	9	7	1141	76	74	7	2	431
31	162	14	6	1045	77	263	22	11	595
32	260	22	8	505	78	201	17	9	425
33	54	5	6	1103	79	228	19	12	450
34	57	5	9	598	80	233	20	5	439
35	151	13	7	592	81	206	18	2	1143
36	55	5	7	1044	82	219	19	3	788
37	181	16	1	502	83	7	1	7	429
38	124	11	4	1142	84	94	8	10	447
39	243	21	3	404	85	28	3	4	436
40	138	12	6	1115	86	253	22	1	762
41	160	14	4	399	87	261	22	9	400
42	18	2	6	597	88	250	21	10	556
43	137	12	5	565	89	126	11	6	777
44	48	4	12	570	90	274	23	10	427
45	176	15	8	507	91	183	16	3	771
46	130	11	10	561	92	232	20	4	1113

Tableau 4 (suite)

Rang	Case	Lig	Col	Famille	Rang	Case	Lig	Col	Famille
93	104	9	8	433	139	207	18	3	444
94	197	17	5	428	140	31	3	7	392
95	76	7	4	568	141	248	21	8	437
96	156	13	12	764	142	177	15	9	1031
97	108	9	12	778	143	27	3	3	593
98	135	12	3	432	144	10	1	10	785
99	152	13	8	397	145	241	21	1	1155
100	71	6	11	501	146	180	15	12	430
101	221	19	5	509	147	117	10	9	1111
102	165	14	9	1105	148	216	18	12	440
103	25	3	1	786	149	113	10	5	422
104	1	1	1	1049	150	271	23	7	566
105	65	6	5	506	151	97	9	1	1156
106	23	2	11	773	152	254	22	2	510
107	72	6	12	403	153	270	23	6	1033
108	195	17	3	567	154	109	10	1	562
109	150	13	6	782	155	70	6	10	1160
110	208	18	4	769	156	230	20	2	599
111	11	1	11	503	157	146	13	2	1118
112	15	2	3	391	158	275	23	11	1140
113	202	17	10	591	159	171	15	3	600
114	161	14	5	504	160	199	17	7	445
115	148	13	4	408	161	92	8	8	790
116	88	8	4	1114	162	51	5	3	1138
117	73	7	1	558	163	182	16	2	1152
118	89	8	5	434	164	235	20	7	557
119	256	22	4	1145	165	211	18	7	594
120	167	14	11	1151	166	142	12	10	517
121	41	4	5	555	167	184	16	4	1039
122	101	9	5	1048	168	87	8	3	587
123	85	8	1	596	169	255	22	3	563
124	110	10	2	1046	170	164	14	8	582
125	33	3	9	1120	171	80	7	8	424
126	273	23	9	1110	172	46	4	10	1040
127	247	21	7	410	173	246	21	6	396
128	200	17	8	768	174	39	4	3	486
129	166	14	10	441	175	234	20	6	511
130	75	7	3	783	176	34	3	10	448
131	231	20	3	551	177	191	16	11	1139
132	192	16	12	1107	178	224	19	8	581
133	215	18	11	761	179	239	20	11	514
134	32	3	8	553	180	204	17	12	787
135	40	4	4	776	181	136	12	4	1154
136	178	15	10	554	182	153	13	9	489
137	186	16	6	775	183	258	22	6	484
138	13	2	1	426	184	119	10	11	590

Tableau 4 (suite)

Rang	Case	Lig	Col	Famille	Rang	Case	Lig	Col	Famille
185	242	21	2	1134	231	83	7	11	1422
186	268	23	4	583	232	125	11	5	487
187	66	6	6	449	233	93	8	9	1451
188	225	19	9	1148	234	21	2	9	1382
189	61	6	1	520	235	213	18	9	13
190	132	11	12	1037	236	170	15	2	1421
191	222	19	6	1137	237	19	2	7	1432
192	198	17	6	482	238	193	17	1	1036
193	144	12	12	485	239	106	9	10	1431
194	35	3	11	589	240	251	21	11	1032
195	44	4	8	512	241	218	19	2	1621
196	60	5	12	488	242	111	10	3	1511
197	203	17	11	483	243	84	7	12	1501
198	5	1	5	1133	244	276	23	12	1531
199	133	12	1	515	245	9	1	9	1691
200	38	4	2	1034	246	265	23	1	1331
201	3	1	3	516	247	237	20	9	1671
202	229	20	1	1116	248	172	15	4	1271
203	145	13	1	1126	249	147	13	3	1681
204	30	3	6	1121	250	174	15	6	1211
205	42	4	6	481	251	53	5	5	1411
206	86	8	2	1122	252	169	15	1	1441
207	12	1	12	1124	253	267	23	3	1391
208	114	10	6	585	254	185	16	5	1471
209	82	7	10	1131	255	244	21	4	1221
210	17	2	5	14	256	163	14	7	1481
211	223	19	7	1127	257	45	4	9	1611
212	173	15	5	584	258	69	6	9	1351
213	107	9	11	1123	259	269	23	5	1661
214	129	11	9	16	260	245	21	5	1541
215	122	11	2	1136	261	37	4	1	1401
216	91	8	7	1132	262	238	20	10	1701
217	16	2	4	1343	263	77	7	5	1201
218	196	17	4	1125	264	20	8	8	1371
219	210	18	6	18	265	47	4	11	1521
220	100	9	4	519	266	155	13	11	1461
221	257	22	5	1452	267	56	5	8	1651
222	78	7	6	1035	268	194	17	2	1601
223	158	14	2	586	269	112	10	4	1711
224	116	10	8	1341	270	140	12	8	1581
225	131	11	11	1342	271	157	14	1	1491
226	154	13	10	1381	272	217	19	1	1641
227	115	10	7	518	273	139	12	7	1631
228	64	6	4	1721	274	227	19	11	1321
229	58	5	10	11					
230	118	10	10	1722					

Tableau 5 REPARTITION DES FAMILLES

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
FAM	1049	444	516	1159	1133	443	429	1147	1691	785	503	1124
PROV	104	44	51	115	113	44	42	114	169	78	50	112
LOT	9	2	6	9	3	3	9	7	1	5	3	4
FAM	426	560	391	1343	414	597	1432	1371	1382	763	773	1101
PROV	42	55	39	134	1	59	143	137	138	76	77	110
LOT	6	10	1	3	4	7	2	1	2	3	3	1
FAM	786	1119	593	436	407	1121	392	553	1120	448	589	435
PROV	78	111	59	43	40	112	39	55	111	44	58	43
LOT	6	9	3	6	7	1	2	3	10	8	9	5
FAM	1401	1034	486	776	555	481	772	512	1611	1040	1521	570
PROV	140	103	48	77	55	48	77	51	161	103	152	56
LOT	1	4	6	6	5	1	2	2	1	10	1	10
FAM	765	1149	1138	767	1411	1103	1044	1651	598	11	395	488
PROV	76	114	113	76	141	110	104	165	59	1	39	48
LOT	5	9	8	7	1	3	4	1	8	1	5	8
FAM	520	1108	423	1721	506	449	1157	508	1351	1160	501	403
PROV	51	110	42	172	50	44	115	50	135	115	50	40
LOT	10	8	33	1	6	9	7	8	1	10	1	3
FAM	558	431	783	568	1201	1035	0	424	406	1131	1422	1501
PROV	55	43	78	56	120	103	0	42	40	113	142	150
LOT	8	1	3	8	1	5	0	44	6	1	2	1
FAM	596	1122	587	1114	434	398	1132	790	1451	447	421	1112
PROV	59	112	58	111	43	39	113	78	145	44	42	111
LOT	6	2	7	4	4	8	2	10	1	7	1	2

Tableau 5 (suite)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
9	FAM 1156	0	446	519	1048	402	1141	433	1104	1431	1123	778
	PROV 115	0	44	51	104	40	114	43	110	143	112	77
	LOT 6	0	6	9	8	2	1	3	4	1	3	8
10	FAM 562	1046	1511	1711	422	585	518	1341	1111	1722	590	1109
	PROV 56	104	151	171	42	58	51	134	111	172	58	110
	LOT 2	6	1	1	2	5	8	1	1	2	10	9
11	FAM 394	1136	1106	1142	487	777	559	766	16	561	1342	1037
	PROV 39	113	110	114	48	77	55	76	1	56	134	103
	LOT 4	6	6	2	7	7	9	6	6	1	2	7
12	FAM 515	781	432	1154	565	1115	1631	1581	401	517	789	485
	PROV 51	78	43	115	56	111	163	158	40	51	78	48
	LOT 5	1	2	4	5	5	1	1	1	7	9	5
13	FAM 1126	1118	1681	408	770	782	592	397	489	1381	1461	764
	PROV 112	111	168	40	76	78	59	39	48	138	146	76
	LOT 6	8	1	8	10	2	2	7	9	1	1	4
14	FAM 1491	586	552	399	504	1045	1481	582	1105	441	1151	1144
	PROV 149	58	55	39	50	104	148	58	110	44	115	114
	LOT 1	6	2	9	4	5	1	2	5	1	1	4
15	FAM 1441	1421	600	1271	584	1211	1150	507	1031	554	774	430
	PROV 144	142	59	127	58	121	114	50	103	55	77	42
	LOT 1	1	10	1	4	1	10	7	1	4	4	10
16	FAM 502	1152	771	1039	1471	775	409	1158	438	1042	1139	1107
	PROV 50	115	77	103	147	77	40	115	43	104	113	110
	LOT 2	2	1	9	1	5	9	8	8	2	9	7

Tableau 5 (suite)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
17	FAM	1036	1601	567	1125	428	482	445	768	425	591	483	787
	PROV	103	160	56	112	42	48	44	76	42	59	48	78
	LOT	6	1	7	5	8	2	5	8	5	1	3	7
18	FAM	1047	1143	444	769	1102	18	594	564	13	1117	761	440
	PROV	104	114	44	76	110	1	59	56	1	111	76	43
	LOT	7	3	4	9	2	8	4	4	3	7	1	10
19	FAM	1641	1621	788	1043	509	1137	1127	581	1148	405	1321	450
	PROV	164	162	78	104	50	113	112	58	114	40	132	44
	LOT	1	1	8	3	9	7	7	1	8	5	1	10
20	FAM	1116	599	551	1113	439	511	557	784	1671	1701	514	393
	PROV	111	59	55	111	43	51	55	78	167	170	51	39
	LOT	6	9	1	3	9	1	7	4	1	1	4	3
21	FAM	1155	1134	404	1221	1541	396	410	437	779	556	1032	569
	PROV	115	113	40	122	154	39	40	43	77	55	103	56
	LOT	5	4	4	1	1	6	10	7	9	6	1032	9
22	FAM	762	510	563	1145	1452	484	1041	505	400	1050	595	1146
	PROV	76	50	56	114	145	48	104	50	39	104	59	114
	LOT	2	10	3	5	2	4	1	5	10	10	5	6
23	FAM	1331	780	1391	583	1661	1033	566	1153	1110	1427	1140	1531
	PROV	133	77	139	58	166	103	56	115	110	142	118	153
	LOT	1	10	1	3	1	3	6	3	10	7	10	1

tableau 2. Le responsable utilise directement ce plan lors de l'empaquetage des plants puis à la plantation. Il faut remarquer que les cases inoccupées sont identifiées par trois zéros: famille, provenance et lot.

Après la sortie du tableau 5, un message et une liste s'impriment lorsqu'au moins une famille se retrouve sans case; il reste au chercheur à résoudre cette difficulté soit en déplaçant les familles de certaines cases, soit en répétant l'expérience à l'ordinateur ou en recommençant avec une faible diminution de la contrainte entre deux familles d'une même provenance.

La seconde fiche de l'annexe sert à transcrire les numéros des familles pour déterminer le plan d'un bloc lorsque la répartition a été réalisée grâce à une numérotation simplifiée et biunivoque à une identification forestière souvent compliquée par l'utilisation de lettres, de chiffres et d'autres symboles. Ce formulaire avait été créé afin d'obtenir la répartition des familles pour d'autres essences.

## CONCLUSION

Au Québec, les besoins en semences augmentent mais varient d'une région à l'autre. C'est pourquoi l'idée du verger à graines émerge lentement comme la pierre angulaire qui supportera l'approvisionnement en semences supérieures nécessaires à l'instauration par plantation des futurs peuplements forestiers.

La souplesse de la méthode proposée constitue une approche globale pour faciliter l'installation des tests de provenance-descendances transformables en vergers à graines. De plus, celle-ci atteint un niveau de généralité pour un ensemble de problèmes de même type où existe la nécessité d'une répartition aléatoire sous certaines contraintes d'espacement.

Ce système comprend une analyse statistique du comportement des plants pour ne garder que les plus beaux phénotypes des meilleures familles du dispositif et pour identifier les sources de semences les plus intéressantes parmi les peuplements d'un secteur. Ainsi, les tests de provenances-descendances pour l'amélioration du pin gris sont convertibles en vergers à graines. Ils peuvent fournir un apport supplémentaire de semences puisque les besoins réguliers devront être directement comblés par le verger qui se greffe au test génétique. En ne conservant qu'un individu sur les trois de la parcelle pour les

meilleures familles, la multitude et l'hétérogénéité des provenances diminueront d'autant les possibilités de croisements consanguins et de réduction de la vigueur dans les reboisements d'avenir tout en assurant un gain génétique satisfaisant.

Il fallait en arriver à un plan simple qui puisse faciliter le travail des équipes préposées au piquetage du terrain, à l'emballage ordonné des plants, à la plantation et aux échantillonnages successifs. Le travail est d'autant plus simplifié que tous les blocs d'un dispositif présentent le même arrangement des familles. Cette simplification devient avantageuse dans la mesure où le responsable base son expérience sur la disponibilité et la connaissance du terrain pour former des blocs carrés et homogènes dont la station convient adéquatement à l'essence.

L'objectif est réalisé dans le cas des expériences avec le pin gris. Des résultats similaires ont aussi été obtenus pour d'autres essences.

## BIBLIOGRAPHIE

- ANONYME, 1977. Le pin gris comme source d'approvisionnement. Service de l'exploitation, Min. des Terres et Forêts, Direction générale des Forêts, Québec, 10 p.
- BEAUDOIN, R., D. ROBERT et G. VALLÉE, 1979. Secteurs provisoires d'amélioration pour l'épinette noire et le pin gris. Serv. de la Rech., Min. des Terres et Forêts, Québec, 1 p.
- CENTRE DE TRAITEMENT DE L'INFORMATION, 1977. Guide de l'utilisateur. 2<sup>e</sup> éd., CTI, Univ. Laval, Québec, 211 p.
- COMITÉ DE RECHERCHE EN GÉNÉTIQUE FORESTIÈRE, 1973. Amélioration du pin gris (Pinus banksiana Lamb.) au Québec. Conseil de la Rech. et du Développement forestier, Min. des Terres et Forêts, Québec, Rapport n° 2, 169 p.
- FOWLER, D., 1979. Communication personnelle.
- GILMAN, L. et A.J. ROSE, 1974. APL, an interactive approach. 2<sup>e</sup> éd., John Wiley & Sons, Toronto, 383 p.
- POLIVKA, R.P. et S. PAKIN, 1975. APL: the language and its usage. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, U.S.A., 579 p.
- VÉZINA, P.E., 1978. La création de peuplements artificiels - pépinières et reboisement (notes de cours). Les presses de l'univ. Laval, Québec, 97 p.



## ANNEXE

Cette annexe contient deux fiches dont la première sert à l'enregistrement des paramètres nécessaires à l'application de la fonction REPAL tandis que la seconde présente les résultats de son exécution par une répartition des familles.

# PARAMÈTRES POUR LA FONCTION REPAL

Date ----- Nom -----

Répartition	1	2	3	4	5	6	7
<b>Vecteur des familles</b>							
Plant./Fam.	3						
Fam./Prov.	10						
Fam./Répét.	274						
Lignes	23						
Colonnes	12						
Plants	2						
Lignes	3						
Même Prov.	15						
<b>Nombre de</b>							
<b>Espace entre</b>							

CMO4C790719



Gouvernement du Québec  
Ministère de l'Énergie et des Ressources  
**Service de la recherche forestière**



**Achévé d'imprimer à  
Québec en octobre 1980, sur  
les presses du Service des impressions en régie  
du Bureau de l'Éditeur officiel  
du Québec**



Le ministère de l'Énergie et des Ressources est responsable de l'administration des terres et des forêts publiques dans l'intérêt général du Québec. C'est au Service de la recherche forestière qu'il a confié la responsabilité de diriger les recherches dont il a besoin pour définir et appliquer ses politiques. Dans les limites de sa juridiction, le Service de la recherche forestière contribue donc à un aménagement rationnel et à une saine utilisation des richesses forestières du Québec. La plus grande partie du budget du Service est consacrée aux recherches ayant pour but d'accroître et d'améliorer la production des forêts québécoises.



Éditeur officiel du Québec  
Imprimé au Québec