

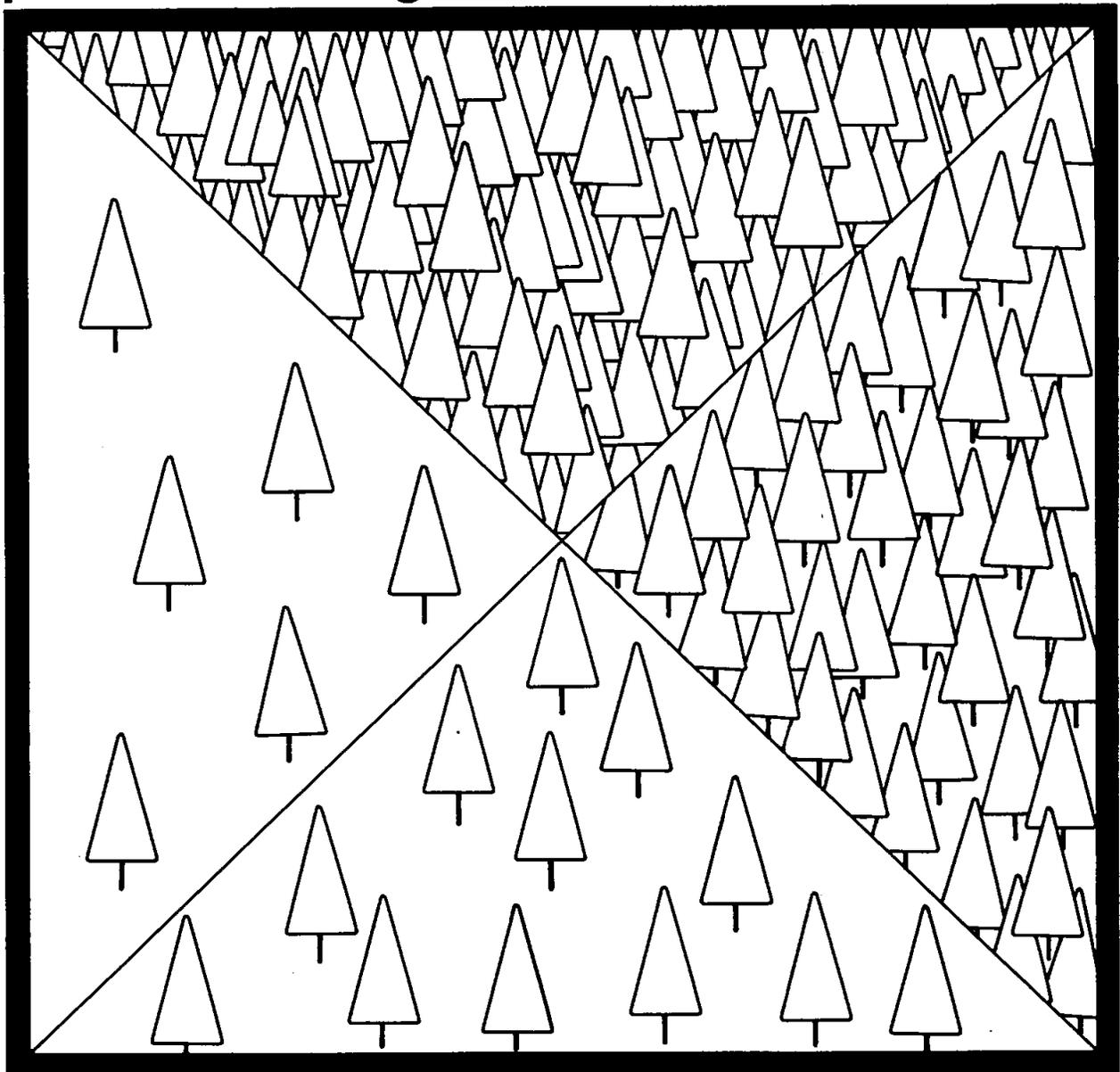


MÉMOIRE N°18
1974

O.D.C. 561.25+562.21+562.4—0(047.3)(714) L.C. SD 391 B

ESTIMATION DE L'ACCROISSEMENT ET DE LA PRODUCTION DES SAPINIÈRES DE DIVERSES DENSITÉS

par Hassanali Bolghari et Paul-É. Vézina



HASSANALI BOLGHARI est bachelier en sciences appliquées (agronomie et foresterie) de l'université de Téhéran (IRAN) et bachelier en sciences appliquées (génie forestier) de la faculté de Foresterie et de Géodésie de l'université Laval.

En 1966, cette université lui décernait le diplôme de maîtrise en sciences forestières (sylviculture). Au ministère des Terres et Forêts du Québec depuis 1966, il a été affecté d'abord au Service de la restauration forestière, puis en 1967, il est passé au nouveau Service de la recherche à titre de chargé de recherche en sylviculture. Les résultats présentés dans ce mémoire font partie d'une thèse de doctorat qu'il a préparée sous la direction du Dr Vézina.

PAUL-É. VÉZINA est bachelier ès sciences appliquées (génie forestier) de l'université Laval depuis 1956. La même année, il alla se spécialiser en sylviculture à l'École polytechnique fédérale suisse de Zurich où il obtint son doctorat en 1959. Sa carrière débuta au Service forestier canadien comme chargé de recherches sylvicoles.

En 1965, il passa au service de l'université Laval comme professeur de sylviculture. Depuis 1969, il est directeur du département d'Aménagement et Sylviculture à la faculté de Foresterie et de Géodésie.

ESTIMATION DE L' ACCROISSEMENT ET DE LA PRODUCTION
DES SAPINIÈRES DE DIVERSES DENSITÉS

par

HASSANALI BOLGHARI ET PAUL-É. VÉZINA

MÉMOIRE NO 18

SERVICE DE LA RECHERCHE
DIRECTION GÉNÉRALE DES FORÊTS
MINISTÈRE DES TERRES ET FORÊTS

1974

Dépôt légal

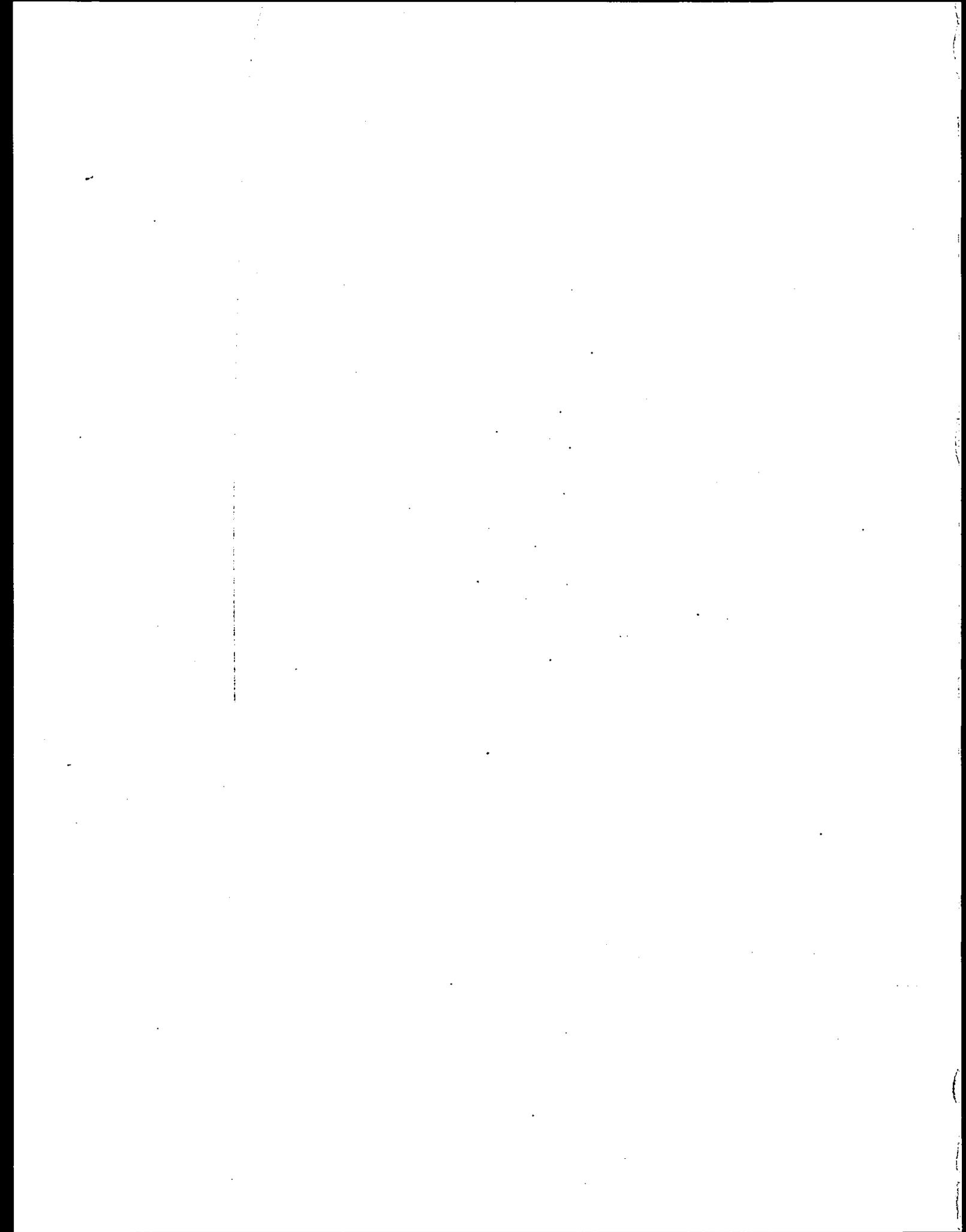
Bibliothèque nationale du Québec

RÉSUMÉ

Les données de 97 places d'étude permanentes établies dans des peuplements de sapin de la forêt boréale du Québec, ont été analysées dans le but de trouver des équations de régression pour prédire l'accroissement et les productions nettes et brutes des sapinières de diverses densités. La détermination des productions nettes et brutes par la solution de ces équations a de nombreuses implications pratiques, notamment lors de l'élaboration des décisions d'aménagement et l'évaluation de la production maximum d'une station dans le contexte d'un aménagement intensif.

SUMMARY

In order to find regression equations which would predict the growth and gross and net production of fir stands of different densities, the data from 97 permanent sample plots in balsam fir stands in the boreal forest of Quebec were studied. The calculation of gross and net production using these equations has numerous practical implications; particularly relating to the formulation of management decisions and the estimation of the maximum production of a site if subjected to intensive management.



REMERCIEMENTS

Les auteurs désirent remercier vivement tous ceux qui, de près ou de loin, ont gracieusement fourni leur aide ou leurs conseils pour la réalisation du présent travail. Mentionnons particulièrement M. Pierre Dorion, le directeur du Service de la recherche du ministère des Terres et Forêts, qui nous a permis d'entreprendre cette étude; les autorités du Centre de recherches forestières des Laurentides qui nous ont fourni les documents de base relatifs à ce projet; M. Mario Ménard, ing.f., qui a préparé les programmes nécessaires pour les analyses statistiques; MM. Yvon Richard, Ph.D., Gilles Vallée, dr.-ing., René Doucet, Ph.D., ainsi que Mlle Lise Robitaille, m.sc.f., qui ont examiné le manuscrit; MM. Marcel Gros-Louis et Charlie Wolff, assistants techniques, qui nous ont aidés à rassembler les données de base; MM. Raymond Castonguay et Gaétan Cloutier, dessinateurs, qui ont préparé les graphiques ainsi que Mmes Edith Tremblay et Micheline Gravel qui ont dactylographié le texte.

1. The first part of the document discusses the importance of maintaining accurate records of all transactions.

2. It is essential to ensure that all entries are supported by appropriate documentation and receipts.

3. Regular audits should be conducted to verify the accuracy of the records and identify any discrepancies.

4. The second part of the document outlines the procedures for handling disputes and resolving conflicts.

5. It is important to establish clear communication channels and protocols for addressing any issues that arise.

6. The document also provides guidance on how to maintain confidentiality and protect sensitive information.

7. Finally, it emphasizes the need for ongoing training and education to ensure that all staff members are up-to-date on the latest practices and regulations.

8. The document concludes by reiterating the importance of transparency and accountability in all business operations.

9. It is the responsibility of all employees to adhere to these guidelines and ensure the highest standards of integrity and professionalism.

10. The document is intended to serve as a comprehensive guide for all staff members and is subject to periodic updates.

11. Any questions or concerns should be directed to the appropriate department or supervisor.

12. The document is effective as of the date of its issuance and applies to all employees.

13. It is the policy of the organization to maintain a fair and equitable work environment for all employees.

14. The document is a confidential document and should be handled accordingly.

15. The document is subject to change without notice.

16. The document is intended to provide a general overview of the organization's policies and procedures.

17. The document is not intended to constitute an offer of any financial product or service.

18. The document is subject to the laws and regulations of the jurisdiction in which it is issued.

TABLE DES MATIÈRES

	Page
RÉSUMÉ	iii
SUMMARY	iii
REMERCIEMENTS	v
TABLE DES MATIÈRES	vii
LISTE DES TABLEAUX	ix
LISTE DES FIGURES	xi
INTRODUCTION	1
MATÉRIEL ET MÉTHODES	3
1-. Calculs préliminaires	6
2-. Analyses statistiques	6
RÉSULTATS	11
1-. Caractéristiques des peuplements étudiés	11
2-. Estimation de la surface terrière future du peuplement	11
3-. Estimation de l'accroissement en hauteur	17
4-. Estimation de l'accroissement et de la production en volume total et en volume marchand	21

	Page
DISCUSSION	27
CONCLUSION	33
BIBLIOGRAPHIE	35
APPENCICE I Production et accroissement de quelques peuplements hypothétiques	39

LISTE DES TABLEAUX

Tableau		Page
I	Répartition des places échantillons par classes d'âge et classes d'indice de fertilité	12
II	Caractéristiques dendrométriques des peuplements étudiés	13
III	Équations pour estimer les surfaces terrières nette et brute en fonction de l'âge et de la densité	14
IV	La surface terrière nette, les mortalités périodiques et cumulatives ainsi que la surface terrière brute d'une sapinière dont la densité à l'âge de 20 ans est de 80 pi ² /ac (18,4 m ² /ha)	19
V	Équations pour estimer le volume total et le volume marchand du peuplement en fonction de la surface terrière et de la hauteur totale	23
VI	Production et accroissement d'une sapinière de classe de fertilité I, ayant une surface terrière totale de 80 pi ² /ac (18,4 m ² /ha) à l'âge de 20 ans . .	40
VII	Production et accroissement d'une sapinière de classe de fertilité I, ayant une surface terrière totale de 100 pi ² /ac (23,0 m ² /ha) à l'âge de 20 ans . .	41
VIII	Production et accroissement d'une sapinière de classe de fertilité I, ayant une surface terrière totale de 120 pi ² /ac (27,5 m ² /ha) à l'âge de 20 ans . .	42
IX	Production et accroissement d'une sapinière de classe de fertilité II, ayant une surface terrière totale de 100 pi ² /ac (23,0 m ² /ha) à l'âge de 20 ans . .	43
X	Production et accroissement d'une sapinière de classe de fertilité II, ayant une surface terrière totale de 120 pi ² /ac (27,5 m ² /ha) à l'âge de 20 ans . .	44

1. The first part of the document discusses the importance of maintaining accurate records of all transactions.

2. It then goes on to describe the various methods used to collect and analyze data.

3. The next section details the results of the study, showing a clear trend in the data.

4. Finally, the document concludes with a summary of the findings and some suggestions for future research.

5. The overall conclusion is that the data strongly supports the hypothesis that was tested.

6. This research has important implications for the field of study and should be widely disseminated.

7. The authors would like to thank the funding agency for their generous support of this project.

8. The data used in this study was collected over a period of six months.

9. The results of the study are consistent with those of previous research in this area.

10. The study was conducted in a laboratory setting to ensure the highest level of accuracy.

11. The data was analyzed using advanced statistical techniques to ensure the validity of the results.

12. The findings of this study have been presented at several international conferences.

13. The authors are confident that these results will contribute significantly to the understanding of the phenomenon being studied.

14. The study was approved by the appropriate ethical committees to ensure the safety and well-being of all participants.

15. The data is available for review upon request.

16. The authors would like to express their appreciation to the participants who made this study possible.

17. The study was funded by the National Science Foundation.

18. The authors have no conflicts of interest to disclose.

19. The study was published in the Journal of Applied Psychology.

20. The authors would like to thank the reviewers for their helpful comments.

LISTE DES FIGURES

Figure		page
1	Répartition géographique des places échantillons . . .	4
2	Évolution de la surface terrière nette de trois sapinières ayant comme densité: 40, 80 et 120 pieds carrés par acre à l'âge de 20 ans	16
3	Cheminement de calculs pour déterminer la surface terrière nette, les mortalités périodique et cumulative ainsi que la surface brute d'une sapinière dont la densité à l'âge de 20 ans est de 80 pieds carrés par acre	18
4	Évolution de la surface terrière nette et brute d'une sapinière dont la densité à l'âge de 20 ans est de 100 pieds carrés par acre	20
5	Comparaison des courbes théoriques et celles de Linteau	22
6	Cheminement de calculs pour déterminer la production des sapinières de diverses densités . . .	25

INTRODUCTION

Le sapin baumier (*Abies balsamea* (L.) Mill.), à cause de son importance économique, a fait depuis les deux dernières décennies l'objet de nombreux travaux de recherche afin d'évaluer la performance des différents traitements sylvicoles applicables dans les sapinières. A la lumière des résultats de ces études, il semble que cette essence réagit très bien aux traitements sylvicoles tels que: coupe de dégagement, éclaircies précommerciale et commerciale. De plus, sa régénération à la suite de coupe à blanc est en général satisfaisante (Vézina, 1971). Grâce à ces caractéristiques, les peuplements de sapin paraissent très aptes à être aménagés de façon intensive.

Devant la perspective de l'augmentation générale de la demande pour la matière ligneuse (Anon., 1971), le recours à des méthodes d'aménagement intensif semble être l'un des moyens pour pouvoir répondre à cette demande toujours croissante. Toutefois, la pratique d'un tel aménagement dépend de plusieurs facteurs parmi lesquels la rentabilité des mesures sylvicoles préconisées paraît la plus importante. Le calcul de la rentabilité, tout comme l'élaboration des modalités des interventions sylvicoles, doit être basé sur une connaissance de la

production ligneuse sous divers régimes d'aménagement. C'est dans cette optique que les données de 97 places d'étude permanentes représentant quelques-unes des sapinières de la forêt boréale du Québec ont été analysées dans le but de trouver des équations de régression qui permettent d'estimer l'accroissement et les productions nettes et brutes des peuplements de sapin de diverses densités. Les implications pratiques des résultats font l'objet de discussion.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les peuplements échantillonnés sont situés dans les sections forestières B.1a et B.2 (Rowe, 1959) de la forêt boréale du Québec (figure 1); ils représentent quelques-unes des conditions topographiques et hydrographiques des sapinières de ces sections.

Il s'agit de sapinières de seconde venue, équiennes, pures, de diverses densités, originaires de coupe à blanc datant de la première moitié du siècle. Aucun traitement n'a été appliqué dans ces peuplements. Dans les places-échantillons, 90 pour 100 et plus de la surface terrière est occupée par l'essence principale et le reste, par quelques essences compagnes. Parmi celles-ci, on distingue généralement le bouleau à papier (*Betula papyrifera* Marsh.), le bouleau jaune (*Betula alleghaniensis* Britt.), le thuya occidental (*Thuja occidentalis* L.) et, quelquefois, l'épinette noire (*Picea mariana* (Mill.) B.S.P.) et le mélèze laricin (*Larix laricina* (Du Roi) K. Koch).

Les données de base utilisées pour les fins de ce travail sont celles de 97 places d'étude permanentes qui nous ont été fournies par le Centre de recherches forestières des Laurentides du ministère de l'Environnement du Canada. Ces places font partie de celles établies par cet

organisme au cours des années 1950 à 1954, dans le cadre du projet intitulé: aires d'observation. Chaque aire d'observation s'étend sur une superficie approximative de 5 milles carrés ($12,9 \text{ km}^2$); elles sont formées de 1 à 4 blocs selon la diversité des peuplements au point de vue origine, âge et type forestier. Dans chaque bloc, les parcelles-échantillons sont réparties de façon systématique le long de virées équidistantes. Pour cette étude, seulement les parcelles représentant les peuplements purs ont été retenues. De plus, les places choisies sont celles pour lesquelles on disposait de données suffisantes pour pouvoir déterminer l'âge total et la hauteur moyenne des arbres dominants et codominants.

Ces places-échantillons, d'une superficie de 0.1 acre ($0,04 \text{ ha}$) (1×1 chaîne ou $20 \times 20 \text{ m}$), ont été remesurées après 10 ans. Dans chaque place d'étude, lors de l'établissement ainsi qu'au moment du remesurage, les informations suivantes ont été recoltées:

a) Le diamètre et l'essence de tous les arbres vivants et morts, mesurant 0.6 pouce ($1,5 \text{ cm}$) et plus, à hauteur de poitrine (4.5 pieds ou $1,37 \text{ m}$).

b) L'âge et la hauteur totale de 5 arbres parmi les dominants et codominants de l'essence principale.

De plus, dans chacune des aires d'observation, on a noté le diamètre à hauteur de poitrine et la hauteur totale de 10 à 20 arbres par classe de diamètre et par essence. Ces dernières données ont servi à la préparation des courbes de relation entre la hauteur et le diamètre. Ces courbes ont ensuite été utilisées pour construire des tarifs de cubage locaux.

1-. CALCULS PRÉLIMINAIRES

Les données récoltées immédiatement après l'établissement et au moment du remesurage des places d'étude ont permis de déterminer les caractéristiques dendrométriques et les accroissements net et brut des peuplements échantillonnés.

Ces caractéristiques sont: le nombre total de tiges par acre, la surface terrière des arbres vivants et morts, les volumes total et marchand, la hauteur et l'âge moyen des arbres dominants et codominants ainsi que l'indice de fertilité.

Le calcul du volume total a été fait d'après des tarifs de cubage locaux préparés à partir des tarifs standards (*Form-class volume Table*) (Anon., 1948), tandis que le volume marchand (diamètre minimum d'utilisation: 3.5 pouces (8,9 cm)) a été calculé d'après les tarifs de cubage locaux préparés à partir des tarifs de cubage généraux de Tremblay (1966). L'indice de fertilité a été déterminé d'après les courbes préparées par Linteau (1955).

A partir de ces compilations, il a été possible de calculer, pour chaque parcelle-échantillon, les accroissements annuels périodiques net et brut en surface terrière. Ce calcul a été fait d'après le procédé donné par Beers (1962) et Davis (1966), en tenant compte des recrues.

2-. ANALYSES STATISTIQUES

L'objectif fondamental est de préparer un système d'équations qui servent à prédire les accroissements annuels périodiques net et brut

en fonction des paramètres du peuplement (âge et densité) et du milieu (indice de fertilité). La solution de ces équations doit ensuite permettre d'évaluer la production nette et la perte par la mortalité au cours de la période de révolution du peuplement.

Dans cette optique, la méthode utilisée consiste à estimer les accroissements annuels périodiques net et brut en surface terrière ainsi que l'accroissement périodique en hauteur des sapinières de diverses densités. Ensuite, à partir de relations entre le volume total, le volume marchand, la surface terrière et la hauteur, il est possible de connaître l'accroissement et la production en volume du peuplement. Cette méthode est celle proposée par Spurr (1952) (*two-way method*). Au cours des deux dernières décennies, de nombreux travaux ont été présentés à partir de ce principe de base (Buckman, 1962; Clutter, 1963; Evert, 1970).

Dans le but de trouver des équations pour prédire les accroissements annuels périodiques net et brut en surface terrière, les deux modèles suivants ont été analysés par la méthode de régression multiple dite étape par étape (*stepwise*). Le terme "*stepwise*" employé dans le présent travail, désigne une version modifiée de la méthode de régression multiple progressive (*forward selection*) telle que définie par Draper et Smith (1966). Les caractéristiques du programme utilisé pour ces analyses sont décrites dans Anon. (1972).

$$(1) \quad S_f = a_0 + a_1F + a_2A^{-1} + a_3S + a_4FA^{-1} + a_5FS + a_6A^{-2} + \\ a_7S^2 + a_8FA^{-2} + a_9FS^2 + a_{10}SA^{-1} + a_{11}S^2A^{-2} + \\ a_{12}FSA^{-1} + a_{13}FS^2A^{-2}$$

$$(2) \quad S_{fb} = a_0 + a_1F + a_2A^{-1} + a_3S + a_4FA^{-1} + a_5FS + a_6A^{-2} + \\ a_7S^2 + a_8FA^{-2} + a_9FS^2 + a_{10}SA^{-1} + a_{11}S^2A^{-2} + \\ a_{12}FSA^{-1} + a_{13}FS^2A^{-2}$$

Ces modèles ont été élaborés à la suite de l'examen graphique de la variation des accroissements annuels périodiques net et brut en surface terrière en fonction de l'âge (A), de la qualité de la station (F) et de la densité exprimée par la surface terrière.

Dans le modèle (1), le symbole (S_f) désigne la densité actuelle du peuplement (S) plus l'accroissement annuel périodique net en surface terrière (ΔS). Le symbole (S_{fb}) du modèle (2) désigne la densité actuelle du peuplement (S) plus l'accroissement annuel périodique brut en surface terrière (ΔS_b). Les équations trouvées à la suite de l'analyse de ces deux modèles servent à estimer en fonction des paramètres du peuplement et du milieu les valeurs de ($\Delta S = S_f - S$) et ($\Delta S_b = S_{fb} - S$). La différence entre ΔS_b et ΔS est la mortalité annuelle périodique qui survient par suite de la compétition entre les arbres du peuplement. De plus, la solution de ces équations par la méthode itérative permet d'évaluer la surface terrière future du peuplement ainsi que les pertes par la mortalité.

Les données des courbes de l'indice de fertilité de Linteau (1955) ont été utilisées pour trouver des équations dans le but d'estimer l'accroissement périodique en hauteur des peuplements de sapin de diverses densités. Selon Husch *et al.* (1972), en l'absence de données suffisantes pour établir des relations en vue de prédire l'accroissement en hauteur

des peuplements, les données des courbes de l'indice de fertilité peuvent être utilisées pour cette fin. Cette méthode a également été employée par Buckman (1962).

Dans ce but, pour chaque classe de fertilité, les données de l'âge (A) et de la hauteur totale (H) trouvées d'après les courbes de l'indice de fertilité de Linteau (1955) ont été analysées à partir du modèle suivant par la méthode de régression multiple linéaire (*stepwise*).

$$(3) \quad \text{Log}_e H = b_0 + b_1A + b_2A^2 + b_3A^{0.25} + b_4A^{0.5} + b_5A^{0.75} + \\ b_6A^{-1} + b_7A^{-2} + b_8A^{-0.25} + b_9A^{-0.50} + b_{10}A^{-0.75}$$

Les équations trouvées à la suite de ces analyses ont été résolues pour les différentes classes d'âge et les résultats ont été comparés avec les courbes de l'indice de fertilité de Linteau (1955).

Les modèles suivants ont été élaborés à la suite de l'examen par la méthode graphique de la variation du volume total (VT) et du volume marchand (VM) des parcelles observées en fonction de leur surface terrière et de leur hauteur totale.

$$(4) \quad VT = a_0 + a_1S + a_2S^2 + a_3H + a_4SH + a_5S^2H$$

$$(5) \quad VM = b_0 + b_1S + b_2S^2 + b_3H + b_4SH + b_5S^2H$$

Ces modèles ont été analysés par la même méthode de régression que celle utilisée au cours de l'analyse des modèles précédents. La performance des équations trouvées à la suite de l'analyse de ces derniers modèles a été vérifiée par l'examen des résidus (valeurs observées moins valeurs estimées) d'après la méthode suggérée par Draper et Smith (1966).

Ces équations plus celles trouvées à partir de l'analyse des modèles (1) à (3) servent à évaluer l'accroissement et la production en volume des peuplements de sapin de diverses densités.

RÉSULTATS

1- CARACTÉRISTIQUES DES PEUPEMENTS ÉTUDIÉS

Les peuplements étudiés sont des sapinières de classe de fertilité I et II telles que définies par Linteau (1955). La répartition du nombre de parcelles échantillons par classes d'âge et classes d'indice de fertilité (tableau I) indique qu'un bon nombre de parcelles représentent les jeunes peuplements de sapins se trouvant sur les stations de qualité inférieure. Les peuplements étudiés sont également caractérisés par une dispersion relativement importante du nombre de tiges (tableau II) et par l'absence d'échantillons représentant les peuplements de forte densité, particulièrement ceux ayant une surface terrière supérieure à 200 pieds carrés par acre ($45,9 \text{ m}^2/\text{ha}$). La moyenne des accroissements annuels périodiques net et brut en surface terrière des parcelles observées est respectivement de l'ordre de 3.8 ($0,87 \text{ m}^2/\text{ha}$) et 4.6 ($1,06 \text{ m}^2/\text{ha}$) pieds carrés par acre.

2- ESTIMATION DE LA SURFACE TERRIÈRE FUTURE DU PEUPEMENT

Les équations du tableau III permettent d'estimer la surface terrière future en fonction de l'âge et de la densité actuelle du peuplement. Celles-ci ont été trouvées à la suite de l'analyse des modèles (1)

Tableau I

Répartition des places échantillons par
classes d'âge et classes d'indice de fertilité *

Classes d'âge	Classes d'indice de fertilité**			Total
	35-45	46-55	55 et plus	
11-20	10	13	2	25
21-30	30	4	-	34
31-40	10	3	-	13
41-50	6	1	1	8
51-60	8	-	-	8
61-70	9	-	-	9
Total	73	21	3	97

* Préparé à partir des données récoltées immédiatement après l'établissement des places échantillons.

** D'après les courbes préparées par Linteau (1955). Age de référence : 50 ans.

Tableau II

Caractéristiques dendrométriques des peuplements étudiés*

Caractéristiques**	Moyennes (minimums-maximums) par acre	Moyennes (minimums-maximums) par hectare
Nombre total de tiges	2 837 (610 - 8 340)	7 010 (1 507 - 20 608)
Surface terrière ($\text{pi}^2/\text{ac} - \text{m}^2/\text{ha}$)	108 (43.7 - 188.8)	24,8 (10,0 - 43,3)
Volume total ($\text{pi}^3/\text{ac} - \text{m}^3/\text{ha}$)	1 360 (434 - 3 489)	95,2 (30,4 - 244,1)
Volume marchand ($\text{pi}^3/\text{ac} - \text{m}^3/\text{ha}$)	723 (0.0 - 3 034)	50,6 (0,0 - 212,4)

* Nombre d'observations: 97.

** Ces caractéristiques ont été déterminées à partir des données récoltées immédiatement après l'établissement des places échantillons.

Tableau III

Équations pour estimer les surfaces terres nettes et brutes en fonction de l'âge et de la densité*

Équations **	Coefficients de détermination	Erreurs standards de l'estimation π^2/ac
(6) $S_f = 3.17823 + 0.75083(100A^{-1}) + 0.98060(S)$	99.8	2.04
(7) $S_{fb} = 2.59281 + 0.64106(100A^{-1}) + 0.99749(S)$	99.6	2.30

* Nombre d'observations: 97.

** Pour trouver les accroissements annuels nets ($S_f - S$) et brut ($S_{fb} - S$), il s'agit de connaître l'âge (A) et la surface terrière actuelle (S) du peuplement.

et (2) du chapitre précédent. A l'aide de ces équations, il est également possible de déterminer les accroissements annuels périodiques net et brut en surface terrière. D'autres variables, en plus de celles retenues dans les équations du tableau III, expliquent une fraction additionnelle de la variation totale observée; ainsi en est-il de $S^2\bar{A}^2$ qui, bien que statistiquement significative, est négligeable sur le plan pratique. L'analyse de ces modèles a de plus révélé que l'indice de fertilité n'a pas une influence significative sur les surfaces terrières nette et brute.

La solution des équations du tableau III par la méthode itérative permet de connaître l'évolution de la surface terrière ainsi que la perte par la mortalité au cours de diverses périodes de la révolution d'une sapinière. D'après cette méthode, en connaissant l'âge (A) et la densité (S) du peuplement au début de l'année, on estime la surface terrière totale nette après un an de croissance (S_f) à partir de l'équation (6). Tel que mentionné au chapitre précédent, la différence entre (S_f) et (s) est l'accroissement annuel périodique net (ΔS). Pour connaître la surface terrière nette à la fin de la deuxième année de croissance, il s'agit de répéter la solution de l'équation (6) en tenant compte de l'augmentation de l'âge ($A = A + 1$) et celle de la densité ($S = S + \Delta S$). En continuant ce processus, on peut avoir un aperçu du développement de la surface terrière nette jusqu'à l'âge désiré. A titre d'exemple, la figure 2 démontre l'évolution de la surface terrière nette de trois sapinières ayant comme densité 40, 80 et 120 pieds carrés par acre à l'âge de 20 ans (9,2, 18,4 et 27,5 m^2/ha). De la même façon, la solution de l'équation (7) en fonction de l'âge (A) et de la densité (S) permet de connaître la surface terrière totale brute après un an de croissance (S_{fb}). Comme il a été mentionné au chapitre précédent, la différence entre (S_{fb}) et

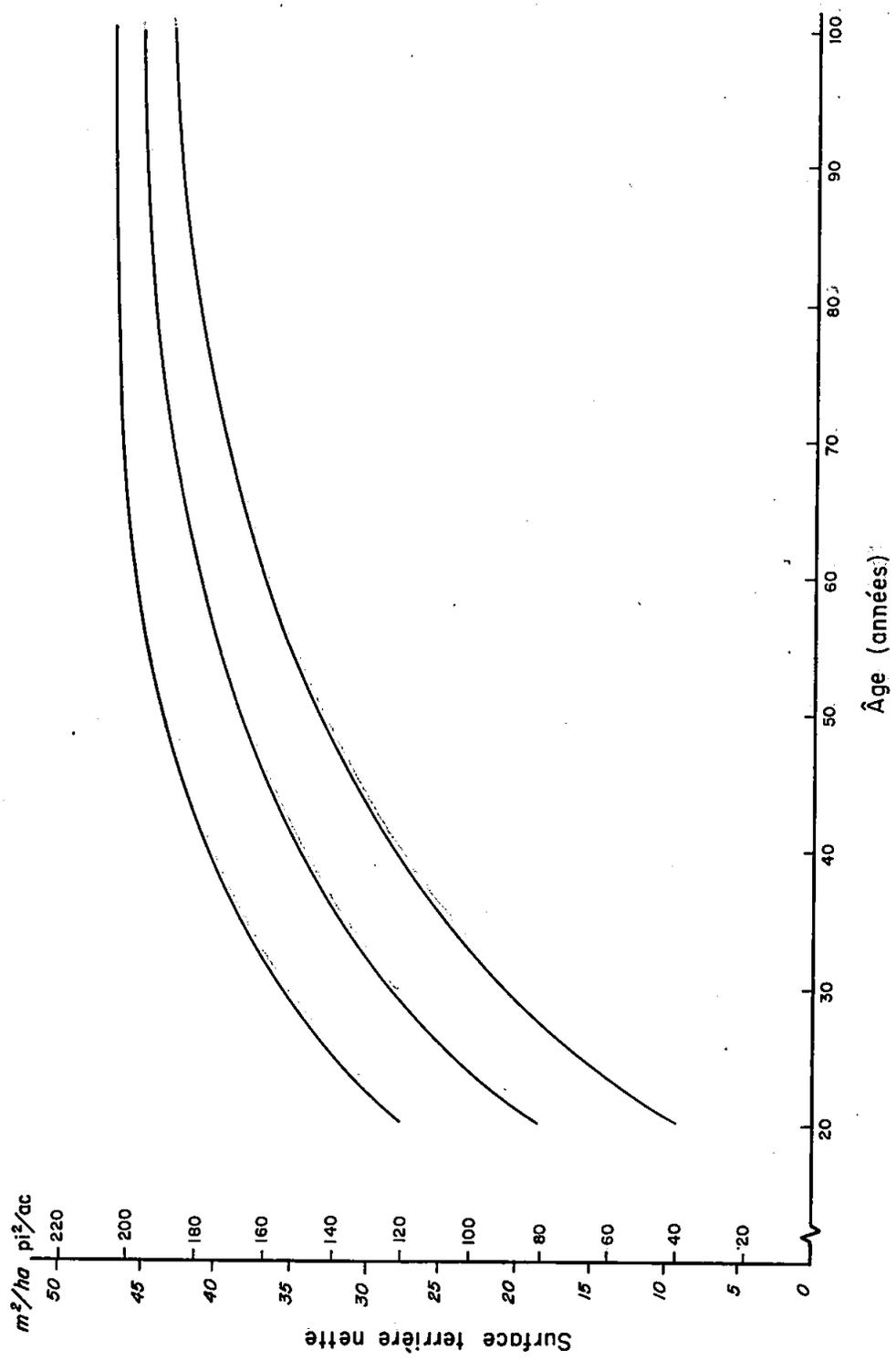


FIGURE 2 Évolution de la surface terrière nette de trois sapinières; ayant comme densité : 40, 80 et 120 pieds carrés par acre à l'âge de 20 ans.

(S) est l'accroissement annuel périodique brut (ΔS_b). De plus, $(\Delta S_b - \Delta S) = (S_{fb} - S_f)$ est la mortalité annuelle périodique. Pour connaître la surface totale brute à la fin de la deuxième année de croissance, il s'agit de répéter la solution de l'équation (7) en tenant compte de l'augmentation de l'âge ($A = A+1$) ainsi que celle de la densité (surface terrière nette) ($S = S + \Delta S$). Cette dernière est calculée d'après l'équation (6). Le calcul de la mortalité naturelle survenue au cours de la deuxième année se fait suivant la même méthode que celle utilisée pour la première année, c'est-à-dire en trouvant la différence de l'accroissement annuel périodique brut et net. En ajoutant la mortalité de la deuxième année à celle de la première, on obtient la mortalité cumulative. En continuant ce processus à l'aide des équations du tableau III on détermine la mortalité cumulative jusqu'à l'âge désiré. La surface terrière brute à un âge donné est la somme de la surface terrière nette et de la mortalité cumulative. La figure 3 démontre la séquence des calculs effectués pour déterminer les surfaces terrières nette et brute ainsi que les mortalités périodique et cumulative d'une sapinière dont la densité à l'âge de 20 ans est de 80 pieds carrés par acre ($18,4 \text{ m}^2/\text{ha}$). Le résultat est indiqué au tableau IV. Des calculs semblables ont permis de préparer la figure 4 montrant l'évolution des surfaces terrières nette et brute d'une sapinière dont la densité à l'âge de 20 ans est de 100 pieds carrés par acre ($23,0 \text{ m}^2/\text{ha}$).

3- ESTIMATION DE L'ACCROISSEMENT EN HAUTEUR

Pour chaque classe de fertilité, les équations suivantes permettent d'estimer la hauteur (H) d'un peuplement de sapin en fonction de son âge (A).

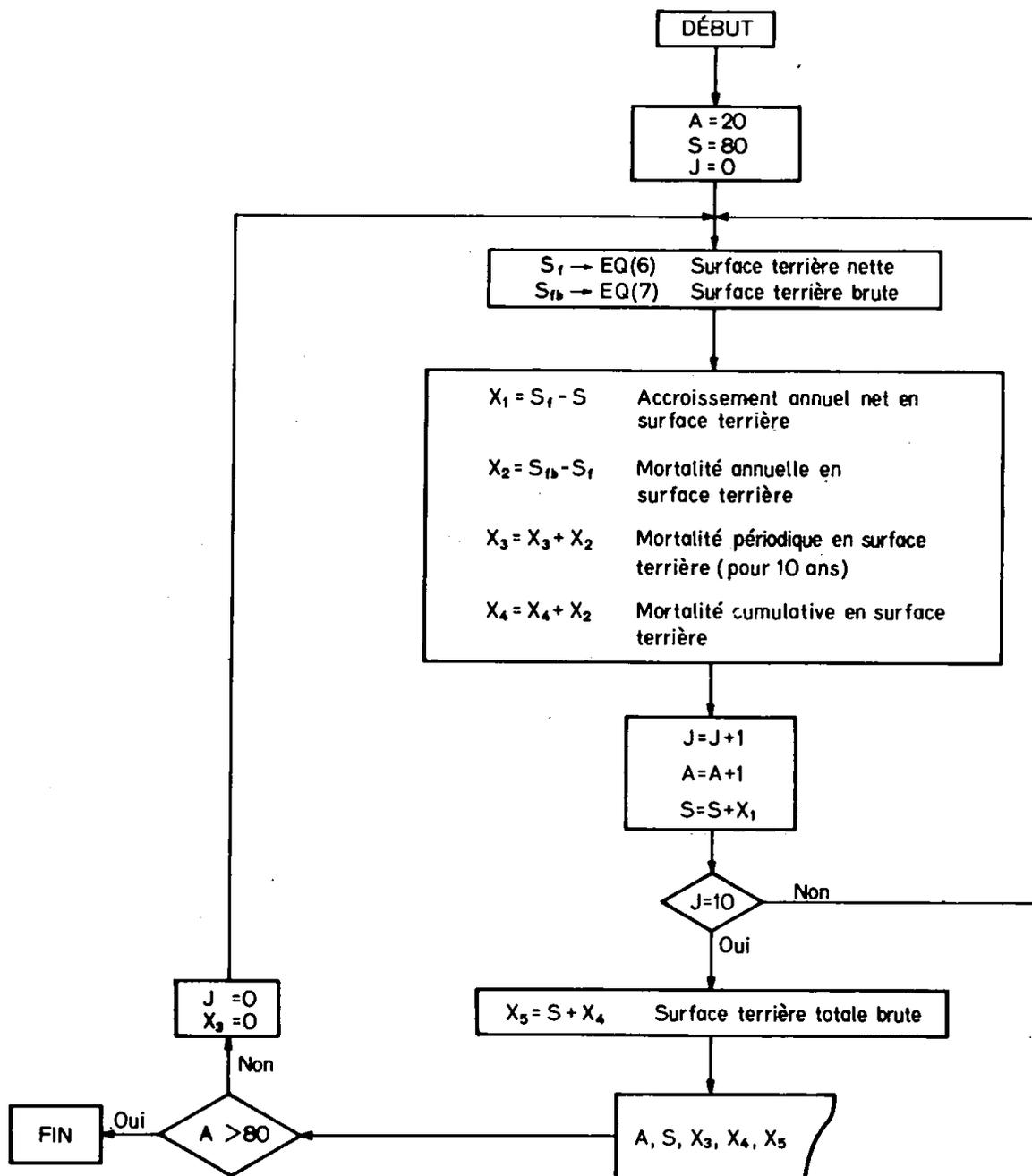


Figure 3 Cheminement de calculs pour déterminer la surface terrière nette, les mortalités périodique et cumulative ainsi que la surface terrière brute d'une sapinière dont la densité à l'âge de 20 ans est de 80 pieds carrés par acre

Tableau IV La surface terrière nette, les mortalités périodique et cumulative ainsi que la surface terrière brute d'une sapinière dont la densité à l'âge de 20 ans est de 80 pieds carrés par acre (18,4 m²/ha)*

Classes d'âge	Surface terrière nette pi ² /ac	Mortalité périodique pi ² /ac	Mortalité cumulative pi ² /ac	Surface terrière brute pi ² /ac
20	80			80
30	123	6.7	6.7	129.7
40	150	14.0	20.7	170.7
50	168	18.5	39.2	207.2
60	180	21.5	60.7	240.7
70	188	23.5	84.2	272.2
80	193	24.8	109.0	302.0

* 1 pi²/ac = 0,229 568 4 m²/ha

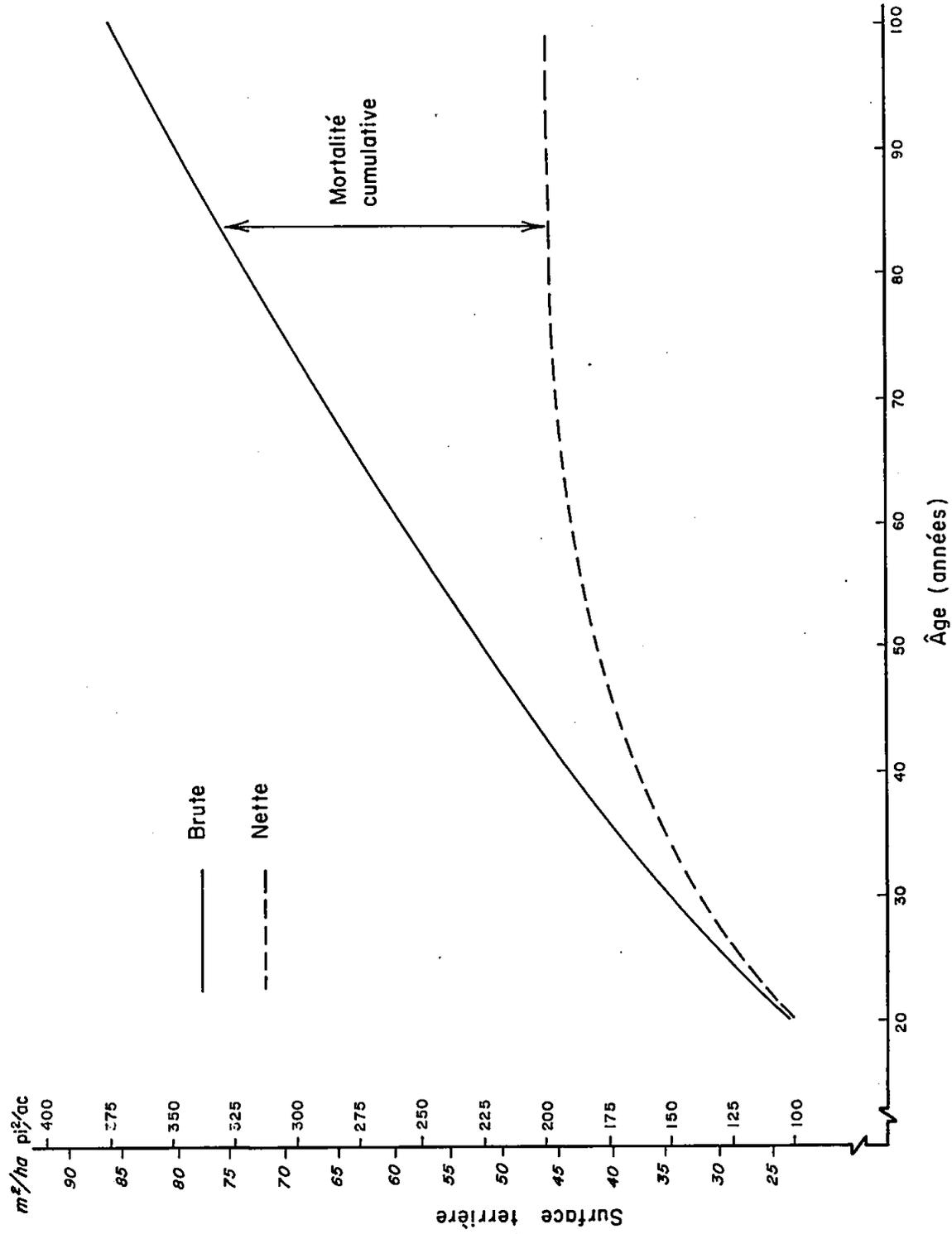


FIGURE 4 Évolution de la surface terreière nette et brute d'une sapinière dont la densité à l'âge de 20 ans est de 100 pieds carrés par acre

$$(8) \text{ Classe de fertilité I : } \log_e H_1 = 2.79330 + 0.59587 (A)^{0.25} \\ - 0.00002 (A)^2 - 7.82620 (A)^{-0.75}$$

$$(9) \text{ Classe de fertilité II : } \log_e H_2 = 5.69961 - 0.00001 (A)^2 - \\ 17.84269 (A)^{-1} - 4.29206 (A)^{-0.25}$$

Pour connaître l'accroissement périodique en hauteur, il s'agit d'évaluer la hauteur du peuplement au début et à la fin de la période et de trouver la différence des deux valeurs ainsi estimées.

Ces équations sont le résultat de l'analyse du modèle (3) du chapitre précédent. Les données de base analysées sont celles des courbes de Linteau (1955). Dans des cas semblables, la précision des équations trouvées ne peut pas être évaluée par les méthodes en usage en statistique. Toutefois, pour savoir si les modèles retenus décrivent bien les relations âge-hauteur dans les sapinières, les équations (8) et (9) ont été résolues pour les différentes classes d'âge et les résultats sont comparés avec les courbes de Linteau (1955) (figure 5).

4- ESTIMATION DE L'ACCROISSEMENT ET DE LA PRODUCTION EN VOLUME TOTAL ET EN VOLUME MARCHAND

Les équations du tableau V, trouvées à la suite de l'analyse des modèles (4) et (5) du chapitre précédent, permettent d'estimer le volume total et le volume marchand des peuplements de sapin en fonction de leur surface terrière et de leur hauteur totale. La façon dont ces deux derniers paramètres peuvent être évalués et la détermination de leur évolution en fonction de l'âge du peuplement sont mentionnées précédemment.

Tableau V

Équations pour estimer le volume total et le volume marchand du peuplement en fonction de la surface terrière et de la hauteur totale *

	Équations **	Coefficients de détermination	Erreurs standards de l'estimation π^3/ac
(10)	Volume total = $92.95590 + 3.31789(S) + 0.205249(SH) + 0.00061(S^2H)$	95.0	168.5
(11)	Volume marchand = $-97.54793 + 0.43411(SH) - 5.27767(S)$	83.3	284.6

* Nombre d'observations: 97.

** Équations préparées à partir des données récoltées immédiatement après l'établissement des parcelles échantillons.

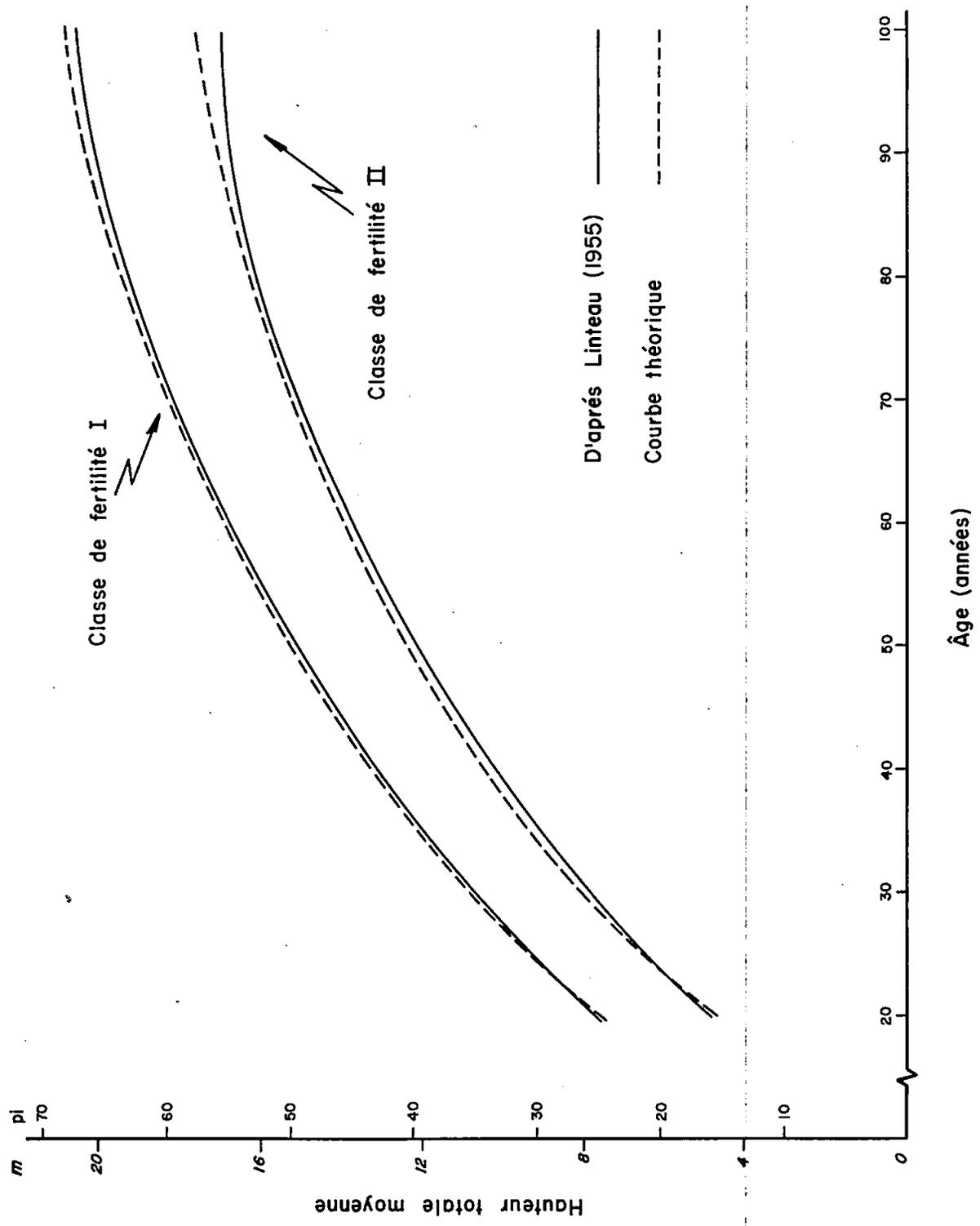


FIGURE 5 - Comparaison des courbes théoriques et celles de Linteau

Tel qu'indiqué dans ce tableau, la surface terrière et la hauteur contribuent à expliquer une forte proportion des variations du volume total et du volume marchand. L'erreur expérimentale et la dispersion des observations constituent vraisemblablement quelques-unes des sources les plus importantes des variations non expliquées. D'après ce même tableau, on remarque que la précision de l'équation pour le volume total est supérieure à celle pour le volume marchand. Cette différence est essentiellement due au fait que, dans le cas du volume total, les données analysées étaient caractérisées par une plus grande homogénéité.

La figure 6 indique le cheminement de calculs et la façon dont les équations (6) à (11) peuvent servir à déterminer l'accroissement et la production ainsi que la perte par la mortalité des sapinières dont l'âge initial (A_i) varie entre 20 et 60 ans et la densité initiale (S_i) varie entre 60 et 180 pieds carrés par acre (13,8 et 41,3 m^2/ha). Les résultats de ces calculs pour quelques peuplements hypothétiques sont présentés aux tableaux VI à X en appendice.

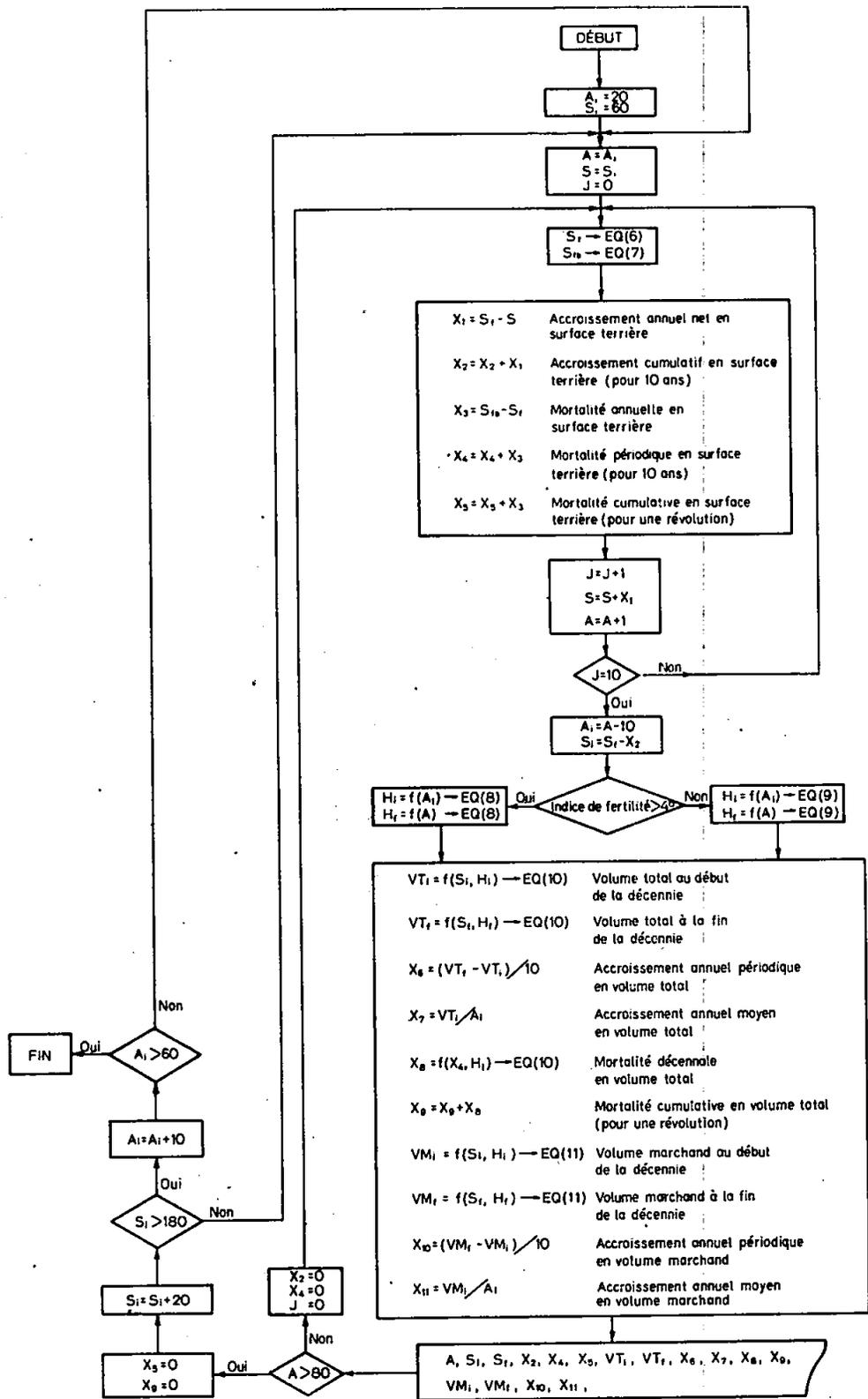
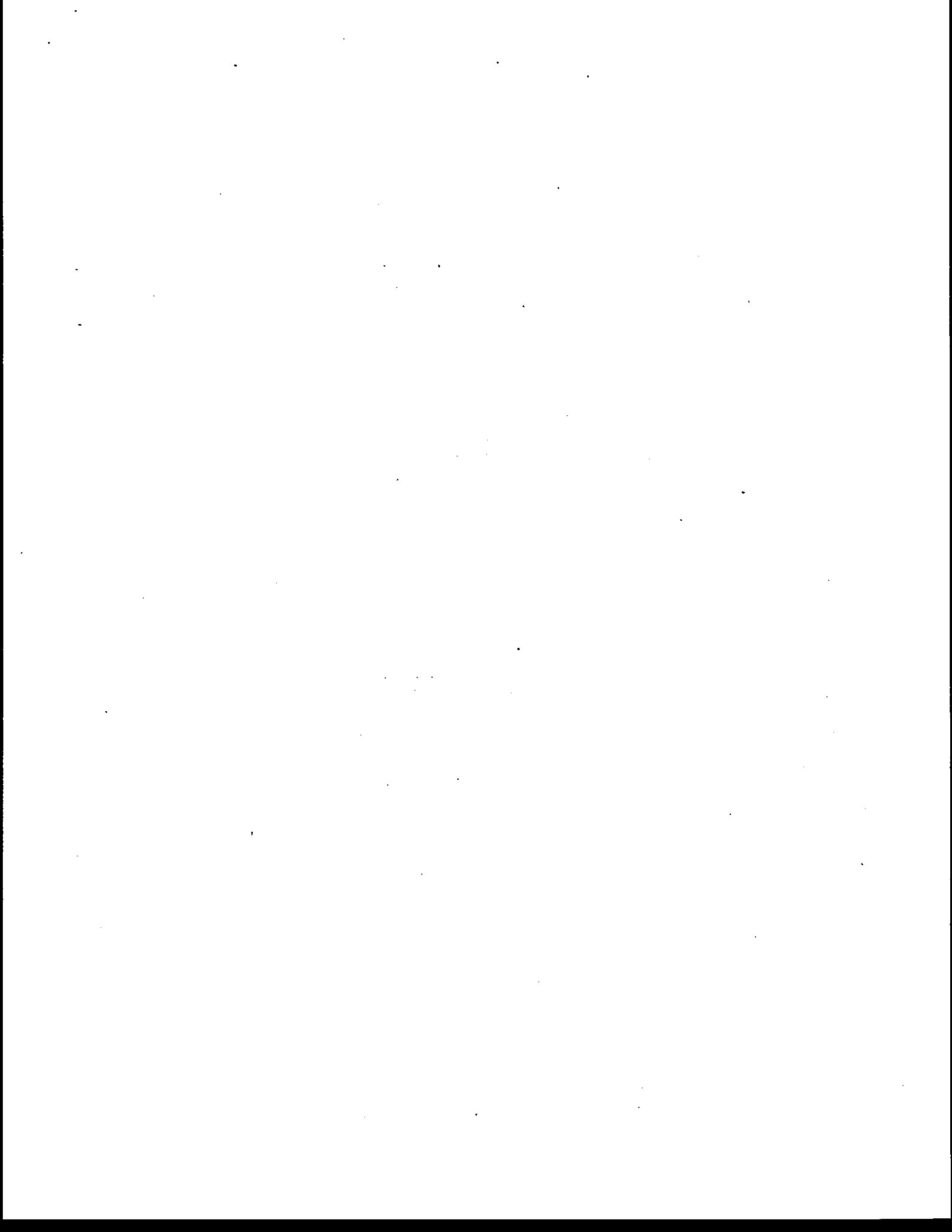


Figure 6 Cheminement de calculs pour déterminer la production des sapinières de diverses densités



DISCUSSION

La principale implication du système d'équations présentées consiste dans le fait qu'elles permettent d'estimer l'évolution future et la perte par la mortalité des sapinières de diverses densités. Ainsi, il est possible d'avoir un aperçu des productions nette et brute d'un peuplement de sapin sur une station de qualité donnée. En ce qui concerne la mortalité, il faut préciser qu'il s'agit de la mortalité régulière ou naturelle qui survient à la suite de la compétition entre les arbres d'un peuplement. Cette mortalité est également qualifiée comme étant le produit de l'"auto-éclaircie" (Pardé, 1964). Elle ne tient pas compte des pertes catastrophiques causées par les chablis, les épidémies d'insectes ainsi que des maladies cryptogamiques.

Au cours des interventions sylvicoles telles que les coupes précommerciales et les éclaircies commerciales, on tend à récupérer la partie de la production qui serait perdue par la mortalité tout en diminuant les risques inhérents à des pertes catastrophiques (Braathe, 1957). Ainsi, à l'aide du système d'équations présentées, il est possible de déterminer la production maximum d'une sapinière dans le contexte d'un aménagement intensif. D'après le tableau VIII, dans une sapinière se trouvant sur une station de première qualité ayant une surface terrière de 120 pieds carrés par acre ($27,5 \text{ m}^2/\text{ha}$) à l'âge de 20 ans, le volume

total des arbres morts jusqu'à l'âge de 60 ans est équivalent à 31 pour 100 du volume des arbres sur pied à cet âge. Pour le même peuplement, cette proportion est de l'ordre de 47 pour 100 à l'âge de 80 ans. A la lumière de ce résultat, il y a lieu de croire qu'environ un tiers de la perte par la mortalité peut se produire entre l'âge 60 et 80 ans. De plus, compte tenu des contraintes d'ordre économique, la pratique d'un aménagement intensif qui vise à récupérer la partie de la production ligneuse qui serait perdue par la mortalité est une solution qui mérite d'être prise en considération, surtout dans le contexte d'une pénurie éminente de la matière ligneuse dans les années à venir.

En l'absence de tables de rendement pour les peuplements aménagés, la détermination de la production brute fournit au moins une partie des informations qui seraient contenues dans ces tables (Staebler, 1955; Curtis, 1967; Curtis, 1972). Sur le plan pratique, la connaissance de la production des peuplements aménagés a de nombreuses implications, notamment lors de l'élaboration des décisions d'aménagement et l'évaluation de la rentabilité des coupes partielles.

Il convient de souligner que l'estimation de l'accroissement et de la production par le système d'équations présentées n'est pas la seule méthode pour prédire le développement futur des peuplements de sapin de diverses densités. En effet, à l'aide des tables de rendement de Vézina et Linteau (1968), il est possible de trouver l'accroissement et la production de ces peuplements par le calcul de la densité relative et en appliquant l'hypothèse selon laquelle les peuplements tendent vers la normalité suivant un taux déterminé de façon empirique. En l'absence

de données suffisantes pour évaluer ce taux de façon précise, Vézina et Linteau (1968) suggèrent d'adopter un taux de 4 pour 100 par décennie pour le changement de la normalité des peuplements de diverses densités. Dans le but de vérifier la validité de cette proposition, le développement futur de quelques peuplements hypothétiques a été évalué d'après les tables de rendement, tout en expérimentant divers taux variant entre 3 et 8 pour 100. Le résultat a été comparé avec l'estimation faite par les équations (6) à (11). En adoptant un taux de 4 pour 100 par décennie, on obtient des résultats les plus compatibles avec les valeurs de production trouvées par le système d'équations présentées dans cette étude.

En ce qui concerne la détermination de la production brute par les tables de rendement, on doit procéder d'après la méthode proposée par Staebler (1955 b).³ Elle consiste à calculer la mortalité périodique et cumulative en se basant sur la diminution du nombre de tiges en fonction de l'âge du peuplement. Pour chaque classe d'âge, la production brute est ensuite calculée en additionnant la mortalité cumulative à la production nette. Cette méthode est très approximative puisque la répartition des arbres morts par classes de diamètre n'est pas connue. Par conséquent, le calcul du volume de la perte par la mortalité ne peut se faire avec précision. C'est l'une des raisons pour laquelle Davis (1966) recommande d'utiliser avec prudence les données de mortalité déterminées d'après les tables de rendement.

Bien que les résultats de la présente étude ainsi que les tables de rendement permettent de connaître de façon globale la perte par la mortalité naturelle, on ne dispose pas de renseignements suffisants pour

déterminer la répartition des arbres morts par classes de diamètre. Pour pouvoir évaluer avec plus de précision la mortalité et par conséquent la production brute en volume marchand, on doit étudier la distribution de ces arbres par classes de diamètre et trouver des méthodes pour estimer leur répartition. Pour cette fin, il semble qu'on peut obtenir de bons résultats par l'emploi de certaines méthodes probabilistes, telles que le processus aléatoire (Bruner et Moser, 1973). Paillé (1970) est d'avis que ces études peuvent également fournir des indications sur les caractéristiques des arbres à enlever au cours des éclaircies en vue de maximiser les bénéfices immédiats et à long terme découlant de ces coupes.

Tel que mentionné précédemment, l'indice de fertilité n'explique pas de façon significative les accroissements net et brut en surface terrière des sapinières (tableau III). Une constatation similaire a été faite par Evert et Lowry (1971) dans les peuplements d'épinette noire. Selon Buckman (1962), l'absence de relation significative entre l'accroissement en surface terrière et l'indice de fertilité est éventuellement due au fait que cet indice n'est pas une mesure adéquate pour caractériser la qualité d'une station. Une autre raison de l'absence de telle relation réside dans le fait que l'accroissement en surface terrière est relié à l'accroissement en diamètre. Ce dernier est fortement influencé par la densité du peuplement et non par la qualité de la station.

Les équations (8) et (9) étant préparées à partir des données représentant les peuplements de densité normale, pour pouvoir les utiliser

il faut assumer que l'accroissement en hauteur est indépendant de la densité du peuplement. Cette supposition semble valable puisque, dans la plupart des expériences d'éclaircie, l'accroissement en hauteur n'a pas été stimulé par le changement de la densité à la suite de l'intervention sylvicole (Braathe, 1957).

Les équations (10) et (11) peuvent également être utilisées pour calculer très rapidement le volume sur pied des peuplements de sapin dont la surface terrière et la hauteur totale sont déterminées à la suite des travaux d'inventaire suivant la méthode d'échantillonnage à l'aide d'un prisme ou du relascope de Bitterlich. La précision de ces équations ainsi que celles du tableau III pourrait être améliorée grâce aux renseignements qu'on obtiendra à la suite d'observations dans les places d'étude permanentes.

[The page contains extremely faint and illegible text, likely bleed-through from the reverse side of the document. The text is too light to transcribe accurately.]

CONCLUSION

Cette étude a permis de préparer un système d'équations qui sert à prédire l'accroissement et la production nette et brute des sapinières de diverses densités. En ce qui concerne la production nette, le résultat de l'estimation faite par ces équations concorde bien avec celui des tables de rendement. Par la détermination de la production brute et de la perte par la mortalité naturelle, la solution de ces équations permet d'avoir un aperçu de la production totale d'une station dans le contexte d'un aménagement intensif. Sur le plan pratique, les résultats de la présente étude peuvent servir à planifier les travaux d'aménagement des peuplements de sapin.

RESULTS

The first question to be asked is whether the data are consistent with the hypothesis that the observed differences in the number of eggs per female are due to differences in the number of eggs laid by the females. To test this, the number of eggs per female was counted for a sample of 100 females from each population. The results are shown in Table 1. The number of eggs per female is significantly higher in the high population than in the low population ($F_{1,98} = 10.8, P < 0.01$).

The second question to be asked is whether the observed differences in the number of eggs per female are due to differences in the number of eggs that survive to the end of the experiment. To test this, the number of eggs that survived to the end of the experiment was counted for a sample of 100 females from each population. The results are shown in Table 2. The number of eggs that survived to the end of the experiment is significantly higher in the high population than in the low population ($F_{1,98} = 10.8, P < 0.01$).

The third question to be asked is whether the observed differences in the number of eggs per female are due to differences in the number of eggs that are laid but do not survive to the end of the experiment. To test this, the number of eggs that were laid but did not survive to the end of the experiment was counted for a sample of 100 females from each population. The results are shown in Table 3. The number of eggs that were laid but did not survive to the end of the experiment is significantly higher in the high population than in the low population ($F_{1,98} = 10.8, P < 0.01$).

The fourth question to be asked is whether the observed differences in the number of eggs per female are due to differences in the number of eggs that are laid but do not survive to the end of the experiment. To test this, the number of eggs that were laid but did not survive to the end of the experiment was counted for a sample of 100 females from each population. The results are shown in Table 3. The number of eggs that were laid but did not survive to the end of the experiment is significantly higher in the high population than in the low population ($F_{1,98} = 10.8, P < 0.01$).

The fifth question to be asked is whether the observed differences in the number of eggs per female are due to differences in the number of eggs that are laid but do not survive to the end of the experiment. To test this, the number of eggs that were laid but did not survive to the end of the experiment was counted for a sample of 100 females from each population. The results are shown in Table 3. The number of eggs that were laid but did not survive to the end of the experiment is significantly higher in the high population than in the low population ($F_{1,98} = 10.8, P < 0.01$).

BIBLIOGRAPHIE

- ANON., 1948. *Form-class volume tables*. Second edition. Canada Dept. of Mines and Resources. Dom. For. Serv., 261 pp.
- ANON., 1971. *Exposé sur la politique forestière*. Tome I. Perspective et problématique. Ministère des Terres et Forêts, Québec, Canada. 280 p.
- ANON., 1972. *Call DCS*. ***Library. Statistical package. IBM. 117 pp.
- BEERS, T.W., 1962. *Component of forest growth*. J. For. 60 (4): 245-248.
- BOLGHARI, H.A., 1973. *Étude de la croissance et de la distribution de fréquence des tiges et de la surface terrière des peuplements de sapin baumier et d'épinette noire au Québec*. Thèse, université Laval, Québec, 253 p.
- BRAATHE, P., 1957. *Thinning in even-aged stands, a summary of European literature*. Fac. For. Univ. N. Brunsw. 91 pp.
- BRUNER, H.D. et J.W. MOSER, JR., 1973. *A Markov chain approach to the prediction of diameter distributions in uneven-aged forest stands*. Can. J. For. Res. 3 (3): 409-417.
- BUCKMAN, R.E., 1962. *Growth and yield of red pine in Minnesota*. U.S. Dept. Agr. Tech. Bull. 1972, 50 pp.

- CLUTTER, J.L., 1963. *Compatible growth and yield models for loblolly pine*. Forest Sci. 9 (3): 354-370.
- CURTIS, R.O., 1967. *A method of estimation of gross yield of Douglas-fir*. Forest Sci. Mono. No. 13. 24 pp.
- CURTIS, R.O., 1972. *Yield tables past and present*. J. For. 70 (1) : 28-32.
- DAVIS, K.P., 1966. *Forest management: regulation and valuation*. Second edition. McGraw-Hill Book Company. New York. 519 pp.
- DRAPER, N.R., and H. SMITH, 1966. *Applied regression analysis*. John Wiley and Sons Inc., New York. 407 pp.
- EVERT, F., 1970. *Black spruce growth and yield at various densities in the Ontario clay belt*. Forest Sci. 16 (2): 183-195.
- EVERT, F., and G.L. LOWRY, 1971. *Forest soil-site studies III. Volume. estimation and growth prediction of black spruce through stand-volume relationships*. Pulp and Paper Research Institute of Canada. Pointe-Claire, Canada. Woodlands papers, No. 24. 31 pp.
- HUSCH, B., C.I. MILLER and T.W. BEERS, 1972. *Forest mensuration*. Second edition. The Ronald Press Company. New York. 410 pp.
- LINTEAU, A., 1955. *Forest site classification of the northeastern coniferous section, Boreal forest region, Quebec*. Canada Dept. of North. Aff. and Nat. Res., Forestry Branch, Bull. No. 118. 85 pp.
- PAILLÉ, G., 1970. *Description and prediction of mortality in some coastal Douglas-fir stands*. Univ. of B.C., Fac. Forestry, Ph. D. Thesis. 300 pp. Miméo.
- PARDÉ, J., 1964. *Intensité des éclaircies et production ligneuse*. R.F.F. 16 (12): 936-945.
- ROWE, J.S., 1959. *Forest regions of Canada*. Canada Dept. of North. Aff. and Nat. Res., Forestry Branch, Bull. No. 123. 71 pp.

- SPURR, S.H., 1952. *Forest inventory*. The Ronald Press Company, New-York, 476 pp.
- STAEBLER, G.R., 1955 a. *Gross yield and mortality tables for fully stocked stands of Douglas-fir*. U.S. For. Serv. Pacif. North west. For. Range. Expt. St. Res. Pap. 14. 20 pp.
- STAEBLER, G.R., 1955 b. *Extending the Douglas-fir yield tables to include mortality*. Soc. Amer. For. Proc. 1954: 54-59.
- TREMBLAY, P.-H., 1966. *Tarifs de cubage généraux*. Edition provisoire, Service de l'inventaire forestier, Direction générale des bois et forêts, Ministère des Terres et Forêts, Québec, Canada. 44 p.
- VÉZINA, P.-É. et A. LINTEAU, 1968. *Growth and yield of balsam fir and black spruce in Quebec*. Forest Research Laboratory, Quebec region, Quebec. Information Report O-X-2. Canada Dept. of Forestry and Rural Development. 58 pp.
- VÉZINA, P.-É., 1971. *Sylviculture appliquée*. 1- Les forêts de conifères. Notes de cours. Les Presses de l'Université Laval. Québec. 103 p.

The first part of the document discusses the importance of maintaining accurate records of all transactions. It emphasizes that every entry should be supported by a valid receipt or invoice. This ensures transparency and allows for easy verification of the data.

In the second section, the author outlines the various methods used to collect and analyze the data. This includes both primary and secondary data collection techniques. The analysis focuses on identifying trends and patterns over time, which is crucial for making informed decisions.

The third section provides a detailed breakdown of the results. It shows that there has been a significant increase in sales volume, particularly in the online channel. However, the profit margins have remained relatively stable, indicating that the company is effectively managing its costs.

Finally, the document concludes with several key recommendations. It suggests that the company should continue to invest in digital marketing and customer service to further drive growth. Additionally, it recommends regular audits to ensure the accuracy of the financial records.

The following table provides a summary of the key financial metrics for the period covered by the report. The data shows a consistent upward trend in revenue, which is a positive indicator for the company's performance.

Quarter	Revenue	Expenses	Profit
Q1	\$1,200,000	\$800,000	\$400,000
Q2	\$1,350,000	\$900,000	\$450,000
Q3	\$1,500,000	\$1,000,000	\$500,000
Q4	\$1,650,000	\$1,100,000	\$550,000

Overall, the company has demonstrated strong financial performance and a clear commitment to growth. The data supports the conclusion that the current business strategy is effective and should be maintained.

APPENDICE

PRODUCTION ET ACCROISSEMENT DE QUELQUES
PEUPLEMENTS HYPOTHÉTIQUES

Tableau VI Production et accroissement d'une sapinière de classe de fertilité I, ayant une surface terrière totale de 80 pieds carrés par acre (18,4 m²/ha) à l'âge de 20 ans.

Classes d'âge	Surface terrière* pi ² /ac	Volume total ** pi ³ /ac	Accroissement annuel en volume total		Mortalité en volume total		Volume marchand pi ³ /ac	Accroissement annuel en volume marchand	
			Périodique pi ³ /ac	Moyen pi ³ /ac	Périodique pi ³ /ac	Cumulative pi ³ /ac		Périodique pi ³ /ac	Moyen pi ³ /ac
20	80	866	85.0	43.3	150	348	78.4	17.4	
30	123.2	1 716	81.0	57.2	244	1 132	80.3	37.7	
40	150.5	2 526	71.6	63.2	328	1 935	73.1	48.4	
50	168.3	3 242	60.0	64.8	399	2 666	62.7	53.3	
60	180.1	3 842	48.5	64.0	457	3 293	51.7	54.9	
70	187.9	4 327	37.5	61.8	503	3 811	41.0	54.4	
80	192.9	4 702		58.8		4 221		52.8	

* Un pied carré par acre (pi²/ac) = 0,229 568 4 mètre carré par hectare (m²/ha)

** Un pied cube par acre (pi³/ac) = 0,069 792 45 mètre cube par hectare (m³/ha)

Tableau VII Production et accroissement d'une sapinière de classe de fertilité I, ayant une surface terrière totale de 100 pieds carrés par acre (23,0 m²/ha) à l'âge de 20 ans.

Classes d'âge	Surface terrière * pi ² /ac	Volume total ** pi ³ /ac	Accroissement annuel en volume total		Mortalité en volume total		Volume marchand pi ³ /ac	Accroissement annuel en volume marchand	
			Périodique pi ³ /ac	Moyen pi ³ /ac	Périodique pi ³ /ac	Cumulative pi ³ /ac		Périodique pi ³ /ac	Moyen pi ³ /ac
20	100.0	1 090	89.2	54.5	177	177	459	83.7	22.9
30	139.7	1 982	82.2	66.1	273	177	1 296	82.2	43.2
40	164.0	2 804	70.6	70.1	356	450	2 118	73.0	52.9
50	179.4	3 510	58.1	70.2	425	806	2 848	61.7	57.0
60	189.3	4 091	45.9	68.2	481	1 231	3 465	50.2	57.8
70	195.4	4 550	34.7	65.0	524	1 712	3 967	39.2	56.7
80	199.0	4 897		61.2		2 236	4 359		

* Un pied carré par acre (pi²/ac) = 0,229 568 4 mètre carré par hectare (m²/ha)
 ** Un pied cube par acre (pi³/ac) = 0,069 792 45 mètre cube par hectare (m³/ha)

Tableau VIII Production et accroissement d'une sapinière de classe de fertilité I, ayant une surface totale de 120 pieds carrés par acre ($27,5 \text{ m}^2/\text{ha}$) à l'âge de 20 ans.

Classes d'âge	Surface terrière pi^2/ac	Volume total ** pi^3/ac	Accroissement annuel en volume total		Mortalité en volume total		Volume marchand pi^3/ac	Accroissement annuel en volume marchand	
			Périodique pi^3/ac	Moyen pi^3/ac	Périodique pi^3/ac	Cumulative pi^3/ac		Périodique pi^3/ac	Moyen pi^3/ac
20	120.0	1 326	93.3	66.3	204	204	570	89.0	28.5
30	156.1	2 259	83.1	75.3	302	506	1 460	84.1	48.7
40	177.5	3 090	69.6	77.2	384	890	2 301	73.0	57.5
50	190.5	3 786	55.9	75.7	451	1 341	3 031	60.6	60.6
60	198.4	4 345	43.2	72.4	504	1 845	3 637	48.6	60.6
70	202.9	4 777	31.9	68.2	545	2 390	4 123	37.4	58.9
80	205.2	5 096		63.7			4 497		56.2

* Un pied carré par acre (pi^2/ac) = 0,229 568 4 mètre carré par hectare (m^2/ha)

** Un pied cube par acre (pi^3/ac) = 0,069 792 45 mètre cube par hectare (m^3/ha)

Tableau IX Production et accroissement d'une sapinière de classe de fertilité II, ayant une surface terrière totale de 100 pieds carrés par acre ($23,0 m^2/ha$) à l'âge de 20 ans.

Classes d'âge	Surface terrière pi^2/ac	Volume total ** pi^3/ac	Accroissement annuel en volume total		Mortalité en volume total		Volume marchand pi^3/ac	Accroissement annuel en volume marchand	
			Périodique pi^3/ac	Moyen pi^3/ac	Périodique pi^3/ac	Cumulative pi^3/ac		Périodique pi^3/ac	Moyen pi^3/ac
20	100.0	851	72.7	42.6	159	70	62.3	3.5	
30	139.7	1 578	73.2	52.6	241	693	72.3	23.1	
40	164.0	2 310	63.7	57.7	315	1 416	65.6	35.4	
50	179.4	2 948	52.4	58.9	377	2 072	55.5	41.4	
60	189.3	3 472	41.5	57.9	427	2 627	45.3	43.8	
70	195.4	3 887	31.7	55.5	466	3 080	35.8	44.0	
80	199.0	4 204		52.6		3 438		43.0	

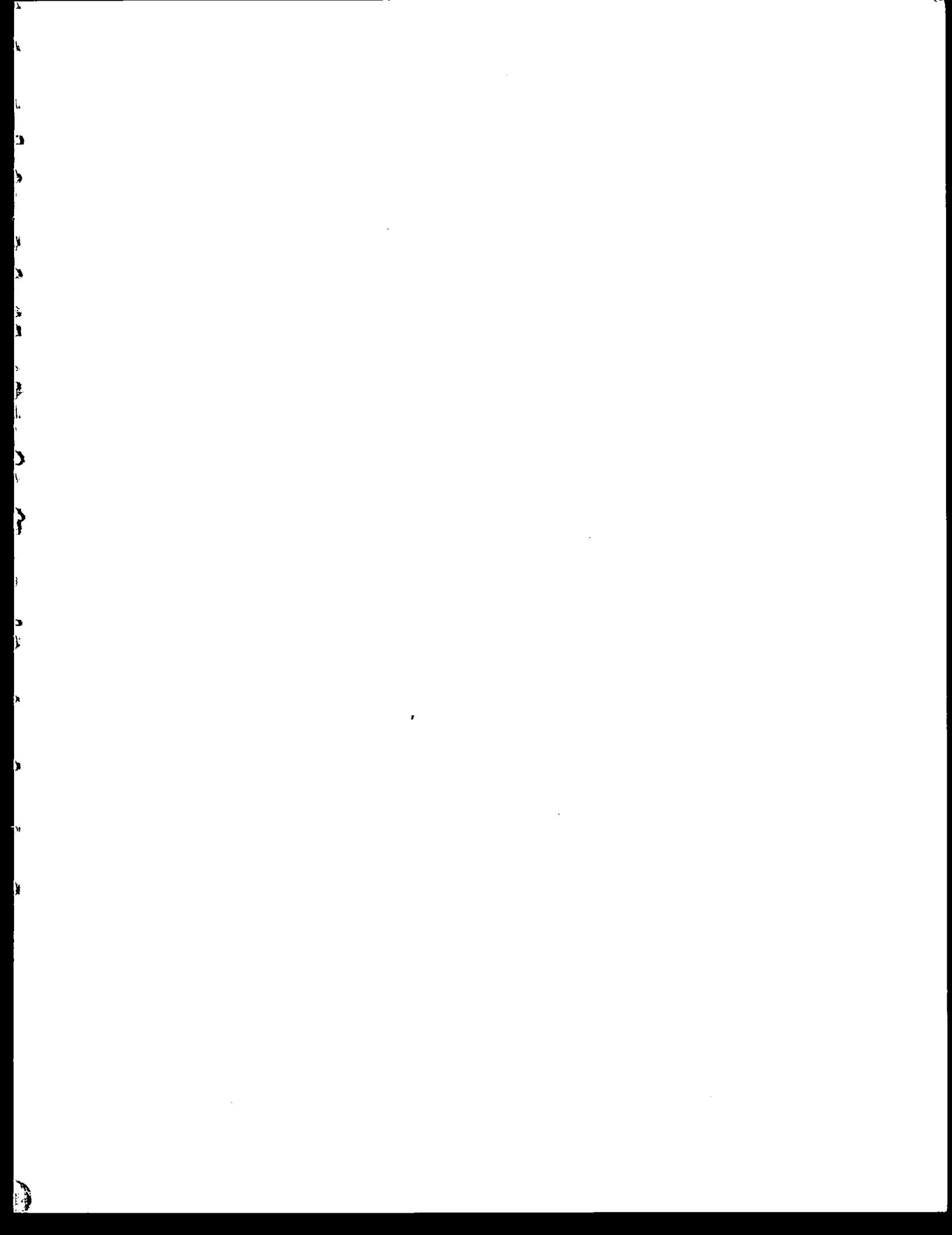
* Un pied carré par acre (pi^2/ac) = $0,229 568 4$ mètre carré par hectare (m^2/ha)

** Un pied cube par acre (pi^3/ac) = $0,069 792 45$ mètre cube par hectare (m^3/ha)

44 Tableau X Production et accroissement d'une sapinière de classe de fertilité II, ayant une surface terrière totale de 120 pieds carrés par acre (27,5 m²/ha) à l'âge de 20 ans.

Classes d'âge	Surface terrière * pi ² /ac	Volume total ** pi ³ /ac	Accroissement annuel en volume total		Mortalité en volume total		Volume marchand pi ³ /ac	Accroissement annuel en volume marchand	
			Périodique pi ³ /ac	Moyen pi ³ /ac	Périodique pi ³ /ac	Cumulative pi ³ /ac		Périodique pi ³ /ac	Moyen pi ³ /ac
20	120.0	1 026	76.6	51.3	180		104	68.1	5.2
30	156.1	1 792	75.0	59.7	264	180	785	75.6	26.2
40	177.5	2 542	63.4	63.5	338	444	1 541	66.6	38.5
50	190.5	3 176	50.9	63.5	399	782	2 207	55.2	44.1
60	198.4	3 685	39.4	61.4	447	1 181	2 759	44.3	46.0
70	202.9	4 079	29.4	58.3	484	1 628	3 202	34.5	45.7
80	205.2	4 373		54.7		2 112	3 547		44.3

* Un pied carré par acre (pi²/ac) = 0,229 568 4 mètre carré par hectare (m²/ha)
 ** Un pied cube par acre (pi³/ac) = 0,069 792 45 mètre cube par hectare (m³/ha)





L'ÉDITEUR OFFICIEL DU QUÉBEC
SERVICE DE LA REPROGRAPHIE

Janvier 1975