

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À CHICOUTIMI

MÉMOIRE PRÉSENTÉ À  
L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À CHICOUTIMI  
COMME EXIGENCE PARTIELLE  
DE LA MAÎTRISE EN RESSOURCES RENOUVELABLES

PAR  
BORIS DUFOUR  
BACHELIER ÈS SCIENCES

ESSAI DE MODÉLISATION DE LA RÉGÉNÉRATION NATURELLE  
APRÈS COUPE EN FORÊT BORÉALE QUÉBÉCOISE

FÉVRIER 2001



### **Mise en garde/Advice**

Afin de rendre accessible au plus grand nombre le résultat des travaux de recherche menés par ses étudiants gradués et dans l'esprit des règles qui régissent le dépôt et la diffusion des mémoires et thèses produits dans cette Institution, **l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC)** est fière de rendre accessible une version complète et gratuite de cette œuvre.

Motivated by a desire to make the results of its graduate students' research accessible to all, and in accordance with the rules governing the acceptance and diffusion of dissertations and theses in this Institution, the **Université du Québec à Chicoutimi (UQAC)** is proud to make a complete version of this work available at no cost to the reader.

L'auteur conserve néanmoins la propriété du droit d'auteur qui protège ce mémoire ou cette thèse. Ni le mémoire ou la thèse ni des extraits substantiels de ceux-ci ne peuvent être imprimés ou autrement reproduits sans son autorisation.

The author retains ownership of the copyright of this dissertation or thesis. Neither the dissertation or thesis, nor substantial extracts from it, may be printed or otherwise reproduced without the author's permission.

## RÉSUMÉ

Les espèces de la forêt boréale québécoise possèdent des caractéristiques leur permettant, la plupart du temps, de se régénérer adéquatement après récolte de la matière ligneuse, mais dans certaines conditions, la régénération peut être insuffisante. Dans un contexte de préparation d'un plan d'aménagement forestier, nous croyons qu'il serait important toutefois d'évaluer à l'avance les problèmes de régénération, c'est pourquoi nous essayons de prédire la régénération après coupe. Pour y arriver, nous avons tenté de développer un modèle de prédiction basé principalement sur les mécanismes de régénération de 5 espèces arborescentes d'intérêt commercial, soit l'épinette noire (*Picea mariana*), le sapin baumier (*Abies balsamea*), le pin gris (*Pinus banksiana*), le peuplier faux-tremble (*Populus tremuloides*) et le bouleau à papier (*Betula papyrifera*). La méthode s'est déroulée en trois étapes, chacune consistant en un essai de prédiction. Au cours du premier essai, une première version du modèle a été construite. Le modèle utilise les tables d'inventaires du ministère des Ressources naturelles du Québec pour connaître la composition d'origine des strates forestières. Puis, les mécanismes de régénération des espèces et les caractéristiques du système de coupe (coupe avec protection de la régénération, débardage par arbre entier) mènent à l'élaboration des prédictions. Les prédictions se font en terme de coefficient de distribution de la régénération (CDR) et tiennent compte de la saison de récolte. Enfin, les prédictions sont confrontées à des données d'inventaires de régénération pour tester leur validité. Un second essai a permis de tester une version améliorée du modèle en utilisant les mêmes données de validation que celles du premier essai. Quant au troisième essai, il visait à faire subir au modèle amélioré de l'essai 2, un test plus rigoureux pour en évaluer la robustesse. Pour ce faire, de nouvelles données d'inventaires de régénération, indépendantes de celles utilisées dans les deux premiers essais, ont servi à valider les prédictions. Les résultats concernant l'épinette noire sont bons, surtout en hiver, où le taux de réussite est de 79%. En été, ce dernier est de 52%. Par ailleurs, les prédictions en sapin sont décevantes (29% en été, 34% en hiver), de même que celles pour le bouleau (42% en été, 48% en hiver). Toutefois, cela a permis de mettre en lumière certaines lacunes dans les connaissances actuelles concernant ces espèces. En ce qui concerne le pin gris (100% en été, 97% en hiver) et le tremble (87% en été, 90% en hiver), les résultats sont excellents. Nous croyons que l'approche développée est capable, moyennant certaines conditions, de mener à la mise sur pied d'un modèle prédictif fiable et applicable à une grande variété de peuplements de la forêt boréale.

## REMERCIEMENTS

Tout d'abord, rendons à César ce qui est à César et au directeur ce qui est au directeur. Merci Réjean Gagnon de ton support professionnel et moral (il s'en est passé des choses durant cette période...). Je crois que je garderai un souvenir impérissable de ton dévouement exemplaire envers les étudiants. Que la pessièrè soit avec toi !

Merci à l'incontournable Germain Savard pour l'indispensable soutien technique ! Je pourrais dire de même d'un certain Damien Côté. Merci également Emmanuelle Boulfroy de m'avoir fait part de ton expertise, ce qui m'a permis de partir du bon pied. Je ne saurais oublier le très cérébral Jacques Fillion, qui m'a fait part de ses connaissances et ses réflexions sur le sujet (très enrichissant...), mais qui m'a aussi fait connaître le moyen infaillible de s'évader du stress de la maîtrise.

Pour leur collaboration irréprochable, merci aux collaborateurs de l'industrie forestière de la région, particulièrement à messieurs Jacques Bélanger, Pierre Beaulieu et André St-Pierre.

Merci aux inestimables : la famille, les amis et bien sûr toi, Anne-Lise.

Enfin, pour l'aide financière et technique, toute ma reconnaissance au réseau des centres d'excellence en gestion durable des forêts (RCE-GDF), au Conseil de recherche en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG) et au Consortium de recherche sur la forêt boréale commerciale.

## TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ .....	II
REMERCIEMENTS.....	III
TABLE DES MATIÈRES .....	IV
LISTE DES TABLEAUX .....	VIII
LISTE DES FIGURES .....	IX
LISTE DES FIGURES .....	IX
CHAPITRE 1 INTRODUCTION .....	1
CHAPITRE 2 MATÉRIEL ET MÉTHODE.....	5
2.1 Généralités .....	6
2.2 Territoire d'application du modèle.....	7
2.3 Nature des prédictions .....	8
2.4 Composition initiale des unités de prédictions.....	11
2.5 Effets de la récolte .....	13

2.5.1	Système de récolte à l'étude .....	13
2.5.2	Diminution du CDR de la régénération préétablie .....	15
<b>2.6</b>	<b>Développement des clés de prédictions .....</b>	<b>17</b>
2.6.1	Clé servant à prédire la régénération en épinette noire et en sapin baumier .....	17
2.6.2	Clé servant à prédire la régénération en pin gris .....	18
2.6.3	Clé servant à prédire la régénération en peuplier faux tremble .....	19
2.6.4	Clé servant à prédire la régénération en bouleau à papier .....	21
<b>2.7</b>	<b>Évaluation de la composition réelle du peuplement.....</b>	<b>23</b>
<b>2.8</b>	<b>Exemple de la démarche de prédiction .....</b>	<b>24</b>
<b>CHAPITRE 3</b>	<b>RÉSULTATS.....</b>	<b>28</b>
3.1	Premier essai de prédictions .....	29
3.2	Modifications découlant du premier essai .....	32
3.2.1	Coefficient de distribution d'origine .....	33
3.2.2	Diminution du CDR de la régénération préétablie .....	37
3.2.3	Clé de prédiction pour le pin gris .....	40
3.2.4	Clé de prédiction pour le bouleau à papier .....	41

3.3	Deuxième essai de prédictions.....	42
3.4	Adaptation du modèle en vue de l'essai final .....	46
3.4.1	Évaluation de la composition réelle du peuplement .....	46
3.4.2	Clé de prédiction pour l'épinette noire et le sapin baumier ....	49
3.5	Essai final .....	50
CHAPITRE 4 DISCUSSION.....		53
4.1	Validité du modèle .....	54
4.1.1	Épinette noire .....	54
4.1.2	Sapin baumier .....	56
4.1.3	Pin gris .....	57
4.1.4	Peuplier faux-tremble .....	57
4.1.5	Bouleau à papier.....	59
4.2	Critique de la méthode et améliorations à apporter .....	63
4.2.1	Lignes directrices.....	63
4.2.2	Nature des prédictions .....	64
4.2.3	Composition initiale des strates .....	65
4.2.4	Effets de la récolte.....	67
4.2.5	Mécanismes de régénération des espèces .....	68
4.2.6	Évaluation de la composition réelle du peuplement .....	69

<b>CHAPITRE 5</b>	<b>CONCLUSIONS .....</b>	<b>70</b>
<b>CHAPITRE 6</b>	<b>RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....</b>	<b>74</b>
<b>ANNEXE 1</b>	<b>DONNÉES UTILISÉES POUR QUANTIFIER LA DIMINUTION DU CDR.....</b>	<b>81</b>
<b>ANNEXE 2</b>	<b>SIGNIFICATION DES CODES CARTOGRAPHIQUES .....</b>	<b>83</b>
<b>ANNEXE 3</b>	<b>PRÉDICTIONS ET VALIDATIONS POUR LE PREMIER ESSAI .....</b>	<b>85</b>
<b>ANNEXE 4</b>	<b>PRÉDICTIONS ET VALIDATIONS POUR LE SECOND ESSAI .....</b>	<b>89</b>
<b>ANNEXE 5</b>	<b>PRÉDICTIONS ET VALIDATIONS POUR L'ESSAI FINAL .....</b>	<b>93</b>



## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Espèces visées par le modèle de prédiction.....	9
Tableau 2 : Classes de distribution utilisées pour l'élaboration des prédictions .....	10
Tableau 3 : Modification à apporter au CDR de la régénération préétablie suite aux opérations de récolte .....	16
Tableau 4 : Exemple de données de base servant à élaborer des prédictions .. .....	24
Tableau 5 : Exemple d'élaboration de prédictions à partir des données de base. ....	26
Tableau 6 : Exemple de confrontation entre les prédictions et l'état réel .....	27
Tableau 7 : Résultats compilés du premier essai de prédiction.....	30
Tableau 8 : Résultats du deuxième essai de prédiction. ....	43
Tableau 9 : Comparaison entre CDR prédit et CDR réel pour l'épinette noire, coupe d'hiver. ....	44
Tableau 10 : Exemple de validation des prédictions à l'aide des intervalles de confiance.....	48
Tableau 11 : Résultats de l'essai final de prédiction .....	51
Tableau 12 : Classes réelles du CDR chez le bouleau blanc récolté en été, selon les années de coupe.....	60
Tableau 13 : Classes réelles du CDR chez le bouleau blanc récolté en hiver, selon les années de coupe .....	61

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Organisation générale de la méthode employée .....	7
Figure 2 : Domaines écologiques visés par le modèle (D'après Saucier, 1999) .....	8
Figure 3 : Clé de prédiction pour l'épinette noire et le sapin baumier .....	18
Figure 4 : Clé de prédiction pour le pin gris.....	19
Figure 5 : Clé de prédiction pour le peuplier faux-tremble. ....	21
Figure 6 : Clé de prédiction pour le bouleau à papier .....	23
Figure 7 : Relation entre le CDR et la densité de l'épinette noire pour une même strate .....	35
Figure 8 : Relation entre le CDR et la densité du regroupement sapin baumier- épinette blanche pour une même strate.....	36
Figure 9 : Relation entre le CDR et la densité du bouleau à papier pour une même strate. ....	37
Figure 10 : Relation entre le CDR initial et la modification entraînée par la coupe (récolte en été). ....	38
Figure 11 : Clé de prédiction pour le pin gris (modifiée) .....	41
Figure 12 : Clé de prédiction pour le bouleau à papier (modifiée). ....	42
Figure 13 : Clé de prédiction pour l'épinette et le sapin, modifiée pour l'essai final .....	50

**CHAPITRE 1**  
**INTRODUCTION**

En forêt boréale, les opérations de récolte des arbres constituent une perturbation importante. Néanmoins, de nombreuses études ont démontré que les espèces arborescentes boréales ont une bonne capacité à se régénérer de façon naturelle après une coupe (Ruel *et al.* 1998, Ruel 1989a, Doucet 1988, Frisque *et al.* 1978;). C'est sur cette base qu'a été instaurée au Québec la coupe avec protection de la régénération (CPR)<sup>1</sup>. Le but de ce système de récolte est de prélever les arbres marchands tout en réduisant l'impact sur la régénération naturelle préétablie pour que celle-ci puisse croître et constituer un nouveau peuplement. C'est d'ailleurs ce qui est exigé par le règlement sur les normes d'interventions, section IX (MRN 1997). Toutefois, certains types de peuplements ne peuvent compter sur une régénération naturelle suffisante et il n'est pas toujours possible d'opérer en la protégeant adéquatement. C'est pourquoi, il est important pour les forestiers d'évaluer l'abondance et la composition de la régénération.

À l'heure actuelle, on procède à cette évaluation à l'aide d'inventaires de régénération qui sont effectués quelques années après la coupe. Ainsi, dans

---

<sup>1</sup> La CPRS, coupe avec protection de la régénération et des sols, n'a été véritablement mise en application qu'à partir de 1996, où l'exigence de respecter une surface occupée par les sentiers de débardage de 33% ou moins a été mise en vigueur. Les coupes concernées par le présent ouvrage sont antérieures et il n'y avait pas, à cette époque, de surface minimale en ce qui concerne la surface occupée par les sentiers de débardage (MRNQ).

les cas où l'on fait face à des conditions de mauvaise régénération, l'intervenant ne prendra connaissance de la situation que lorsque les problèmes seront déjà survenus. Bien que ces problèmes peuvent être corrigés par des travaux sylvicoles, nous croyons qu'il serait plus adéquat d'anticiper les problèmes de régénération et d'ajuster les méthodes de coupe de façon à les éviter. Si cela est impossible, la simple capacité de prédire pourrait permettre une meilleure planification des interventions à apporter.

Cependant, on peut se demander si cette idée de prédire la régénération des peuplements récoltés est réalisable avec les connaissances actuelles. Un nombre assez considérable d'études concernant les mécanismes de régénération des espèces commerciales et les effets perturbateurs de la récolte en forêt boréale québécoise ont été effectuées. Mais cela ne signifie pas pour autant que l'on en connaisse suffisamment pour élaborer des outils d'application pertinents comme un modèle de prédiction de la régénération suffisamment performant. Nous croyons que l'état des connaissances doit être évalué et qu'une tentative de modélisation est un bon moyen d'y parvenir.

Dans le cadre du projet qui nous concerne, le travail repose sur l'hypothèse voulant qu'il est possible de prédire la composition et l'abondance de la régénération naturelle après coupe en se basant sur :

- la nature et la structure du peuplement d'origine
- les mécanismes de reproduction naturelle des espèces arborescentes commerciales après coupe

- les caractéristiques du système de récolte

Ainsi donc, nous comptons plus sur la logique que sur des statistiques de croissance pour atteindre nos objectifs, dont le principal est de développer une approche prédictive qui pourra servir de base à l'élaboration éventuelle d'un outil simple et fiable de prédiction de la régénération après coupe. Il sera important de s'assurer de la validité du modèle. En ce sens, des essais de vérification devront donc être menés avec le plus de données différentes possible.

En outre, cette démarche devrait permettre d'identifier les principales lacunes dans les connaissances actuelles qui empêchent l'élaboration de modèles suffisamment précis, ce qui constitue un second objectif du travail.

## **CHAPITRE 2**

### **MATÉRIEL ET MÉTHODE**

## 2.1 Généralités

Pour l'élaboration du modèle, nous avons choisi de travailler avec une approche que l'on pourrait qualifier de progressive. Cette progression s'inscrit dans l'élaboration d'essais successifs de prédictions et de validations d'un modèle de prédiction. Chaque essai consiste à faire une série de prédictions et à les vérifier à l'aide de données réelles. Une version de base du modèle est d'abord mise sur pied et vérifiée dans le cadre d'un premier essai. Suite à l'analyse des résultats de ce dernier, des améliorations sont apportées au modèle pour mener un second essai, et ainsi de suite. Un premier jeu de données réelles sert à vérifier les essais successifs jusqu'à ce que le modèle donne des résultats jugés satisfaisants. Ainsi, le modèle obtenu aura été développé avec les mêmes données d'un essai à l'autre. Dans ce contexte, de bons résultats ne donnent pas d'informations sur la robustesse du modèle. Enfin, le modèle obtenu est soumis à un essai final à l'aide d'un second jeu de données réelles, indépendant du premier, afin de mieux tester sa validité. Le déroulement général de la méthode peut se schématiser tel que montré à la figure 1.



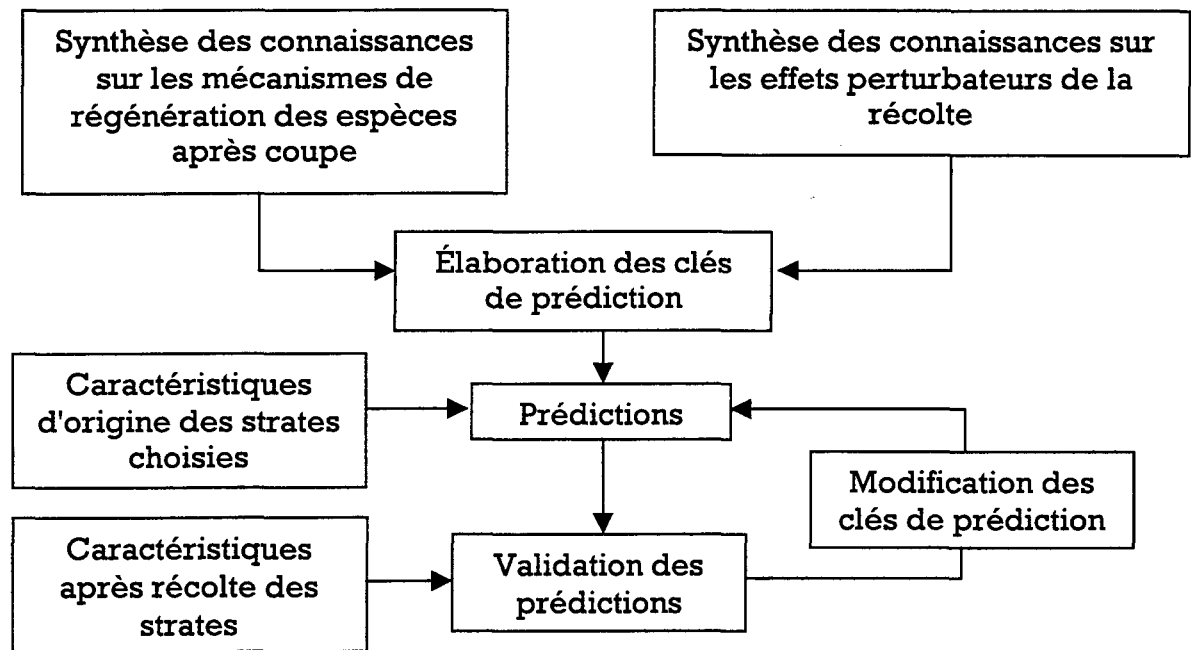


Figure 1 : Organisation générale de la méthode employée

## 2.2 Territoire d'application du modèle

Les prédictions concernent des peuplements se retrouvant dans les domaines écologiques de la pessière à mousse et de la sapinière à bouleau blanc du nord du lac Saint-Jean (Saucier 1999, figure 2).

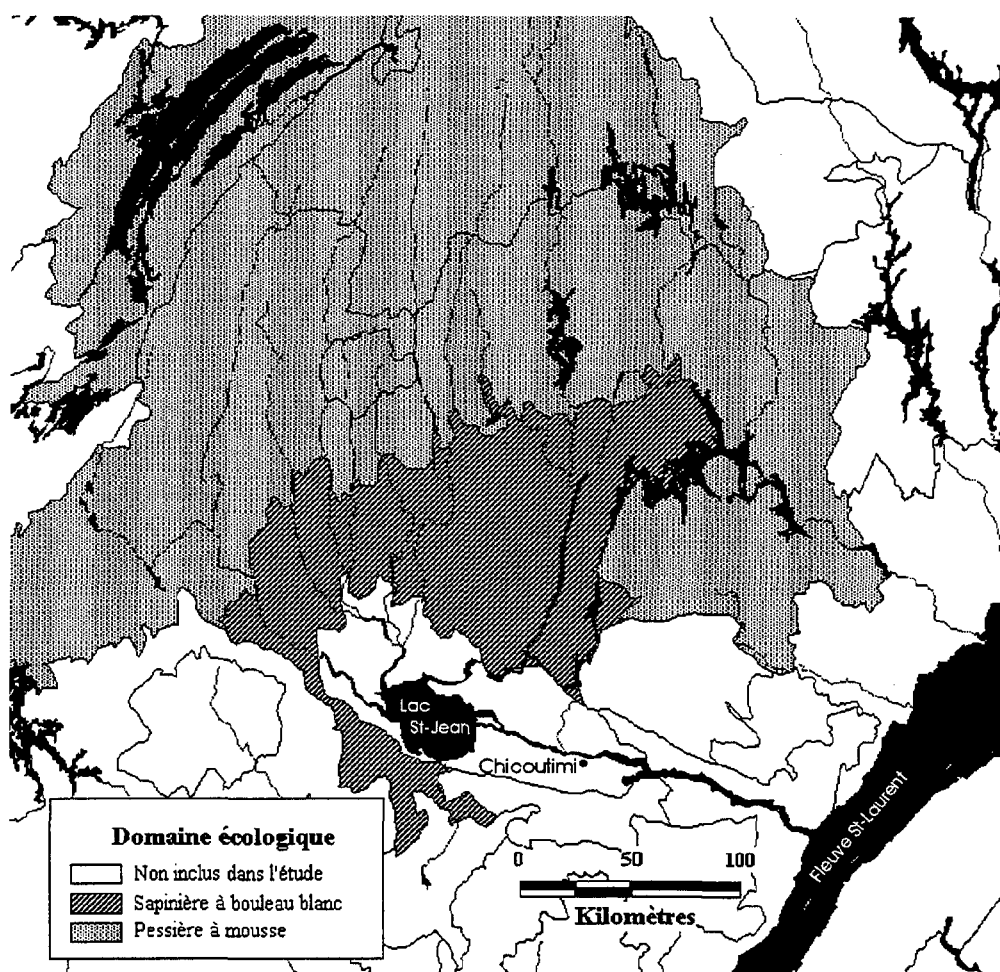


Figure 2 : Domaines écologiques visés par le modèle (d'après Saucier, 1999)

### 2.3 Nature des prédictions

Comme les premiers essais de prédictions sont vérifiés à l'aide d'inventaires effectués 3 ans après la coupe, les prédictions concernent donc la troisième année suivant les opérations de récolte. De plus, on fait une

prédiction pour chaque espèce considérée par le modèle (tableau 1), et non pas pour des regroupements d'essences (résineux, feuillus).

Tableau 1 : Espèces visées par le modèle de prédiction

Nom commun	Nom latin	Abréviation
Bouleau à papier	<i>Betula papyrifera</i> Marsh.	BOP
Épinette noire	<i>Picea mariana</i> (Mill.) BSP	EPN
Peuplier faux-tremble	<i>Populus tremuloides</i> Mich.	PET
Pin gris	<i>Pinus banksiana</i> Lamb.	PIG
Sapin baumier	<i>Abies balsamea</i> (L.) Mill.	SAB

Par ailleurs, il est important de déterminer en quels termes se traduiront les prédictions. Des données comme la densité (tiges par hectare) et la proportion occupée par l'espèce dans le peuplement auraient pu être retenues. Cependant, notre choix s'est porté sur le coefficient de distribution de la régénération (CDR). Le CDR est un bon indice de la répartition des tiges sur le terrain. La distribution est plus représentative de la capacité de la régénération à former un futur peuplement mature correctement régénéré, que ne peut l'être la densité. En effet, un grand nombre de tiges n'est pas forcément synonyme d'une bonne répartition des tiges sur le terrain. D'ailleurs, Ruel (1989) prétend que dans les peuplements en régénération, la

densité après coupe est souvent adéquate mais la distribution ne l'est pas. De plus, le CDR est en quelque sorte une donnée plus stable que la densité. C'est-à-dire que de nombreux facteurs affectant la destruction des tiges, donc leur densité, n'ont pas nécessairement d'effets significatifs sur le CDR. Autrement dit, un parterre de coupe peut subir une certaine diminution (ou une augmentation) du nombre de tige sans que cela affecte le CDR. C'est donc dire qu'il y a moins de paramètres à considérer dans l'étude du CDR. De plus, le CDR demeure une donnée facile à interpréter et d'un usage commun chez les forestiers.

Comme la précision anticipée pour le modèle n'est pas suffisante pour espérer prédire un pourcentage unitaire, des classes de coefficient de distribution ont été formées. Celles-ci sont présentées au tableau 2.

Tableau 2 : Classes de distribution utilisées pour l'élaboration des prédictions

<b>CDR</b>	<b>Description</b>	<b>Classe</b>
0 – 4 %	Distribution nulle ou rare	CDR0
5 – 29 %	Distribution faible	CDR1
30 – 59 %	Distribution moyenne	CDR2
60 – 100 %	Bonne distribution	CDR3

Le choix de ces classes ne repose pas sur une base scientifique précise. Ce qui est important de considérer, dans un premier temps, c'est d'avoir un nombre de classes s'accordant avec la précision espérée du modèle. Dans notre cas, suite à la revue de littérature, nous avons cru pouvoir arriver à discriminer entre 4 classes de coefficient de distribution. Le choix de l'étendue est un autre aspect à considérer. Là aussi, la précision espérée joue. Les classes retenues dans nos essais ont une étendue d'environ 30 %. La classe CDR0 n'a que 4 % d'étendue, mais elle n'est là que pour exprimer l'absence ou la quasi-absence de régénération, ces deux états étant jugés indiscernables par le modèle.

## **2.4 Composition initiale des unités de prédictions**

La première étape de l'élaboration des prédictions est de connaître la composition du peuplement d'origine. Nous avons choisi d'évaluer celle-ci à l'aide des tables d'inventaire du Ministère des ressources naturelles du Québec (MRNQ), ces dernières constituant les seules archives suffisamment abondantes nous permettant de connaître la composition avant coupe. Elles ont également l'avantage de donner de l'information quantitative non seulement sur les tiges dominantes, mais aussi sur une partie des tiges non marchandes constituant la régénération préétablie.

Les tables d'inventaire du MRNQ présentent cependant quelques inconvénients. Le premier est que les données d'inventaire sont groupées en

«strates». Cette expression désigne un regroupement de peuplements servant à effectuer, lors de l'inventaire, un échantillonnage stratifié, d'où le nom de strate. Une strate regroupe donc des données provenant de peuplements de types semblables, mais tout de même différents. Les données ne pouvant être suffisantes que si l'on considère les strates, cela nous oblige à appliquer les prédictions à des strates et non pas à des peuplements singuliers. En définitive, les prédictions concernent donc un groupe de peuplements semblables. Il est également important de mentionner que la strate se définit à l'échelle d'une unité de sondage, qui est une subdivision de l'unité de gestion tel qu'établi par le MRNQ.

L'information recherchée dans les inventaires ne s'y trouve que partiellement, ce qui constitue un second désavantage. Idéalement, nous souhaiterions obtenir des données sur toutes les tiges trop petites pour être visées par la récolte. Une partie de ces tiges, plus précisément celles dont le diamètre est inférieur à 10 cm et supérieur à 1 cm, sont représentées dans les données. Par contre, ce n'est pas le cas pour les petites tiges de 1 cm et moins de DHP, puisqu'elles ne sont pas inventoriées. Ces informations fragmentaires entraînent une sous-évaluation de l'abondance de la régénération préétablie.

Le dernier désavantage important de ces inventaires provient du fait que les données soient exprimées seulement en termes de densité. On doit donc appliquer une conversion de la densité de la régénération préétablie afin d'obtenir une estimation du coefficient de distribution de la régénération. Pour

ce faire, on doit d'abord retenir la densité des tiges de moins de 10 cm de diamètre. La méthode de conversion préconisée a été utilisée par Boulfroy *et al.* (1998) et a comme source le service des inventaires forestiers du Ministère des ressources naturelles du Québec. Cette méthode consiste en fait à calculer la probabilité d'obtenir au moins une tige dans une placette de 4 m<sup>2</sup> (équation [1]), ce qui s'accorde avec la définition du coefficient de distribution de la régénération (Perron 1996).

$$\text{CDR} = 1 - e^{-4\lambda} \quad [1]$$

Où  $\lambda$  = densité des gaules (tiges/m<sup>2</sup>)

Enfin, comme dernière information importante à retenir de ces inventaires, on doit noter la présence ou l'absence des essences ne se régénérant pas principalement par tiges préétablies (*Pinus banksiana*, *Populus tremuloides* et *Betula papyrifera*), en considérant autant les tiges marchandes que non marchandes.

## 2.5 Effets de la récolte

### 2.5.1 Système de récolte à l'étude

Un seul type de système de récolte a été étudié. Il s'agit de la coupe mécanisée avec protection de la régénération (CPR) et débardage par arbre entier. Dans ce système, il n'y a pas d'ébranchage ni de façonnage lors de

l'abattage. Les arbres sont débardés tels quels, en utilisant des débusqueuses à câble ou à grappin où, dans les deux cas, les tiges sont traînées sur le sol. Dans tous les cas étudiés, il n'y a pas eu récolte des essences feuillues sur les parterres de coupe.

Le résultat d'un tel système est un abattage ayant un effet limité sur le CDR de la régénération préétablie (Ruel 1988b), puisque cette dernière n'est pas visée par la récolte et que le nombre réduit de passage de l'abatteuse combiné à sa grande capacité portante limite les dommages aux tiges de petites tailles dans les sentiers. Par contre, le débardage a beaucoup plus d'effet sur le CDR (Plamondon 1995, Ruel 1988b), mais l'importance varie selon la saison de coupe. En été, le nombre répété des passages de débusqueuses et le léger scarifiage superficiel des tiges traînées sur le sol ne laisse que très peu de chances qu'il y ait maintien de tiges préétablies dans les sentiers de débardage (Canuel 1988). Nous croyons que toute surface occupée par ces sentiers est susceptible d'avoir un effet négatif sur le CDR de la régénération préétablie. De plus, l'humus des sentiers d'été se trouve passablement perturbé (Gingras 1994), ce qui peut jouer sur l'installation de nouvelles tiges. En hiver, l'effet sur le CDR et l'humus est significativement moindre à cause de la protection apportée aux petites tiges et au sol par le gel et la neige (Gingras 1990, Ruel 1987).



### ***2.5.2 Diminution du CDR de la régénération préétablie***

Des espèces importantes, tant en terme d'abondance que de valeur marchande, peuvent compter sur une quantité appréciable de petites tiges préalablement établies sous couvert pour se régénérer suite à une coupe. Évidemment, le coefficient de distribution de la régénération préétablie subit une baisse due aux opérations de coupe. Cette diminution varie selon plusieurs facteurs. Elle dépend d'abord du pourcentage de la surface occupée par les sentiers de débardage (Meek et Plamondon 1996) et de la valeur initiale du coefficient de distribution, les valeurs élevées subissant une diminution plus grande que les faibles valeurs. De plus, la diminution varie selon la saison de coupe.

La forte mortalité responsable de la baisse du CDR diminue rapidement après la coupe, mais elle se poursuit jusqu'à la troisième année après la coupe (Groot 1996, Ruel *et al.* 1995). On considère donc que la diminution du CDR ici désignée intègre une période allant jusqu'à trois ans après la coupe.

Le tableau 3 permet de déterminer l'ajustement à apporter au CDR de la régénération préétablie pour calculer le CDR résiduel.

**Tableau 3 : Modification à apporter au CDR de la régénération préétablie suite aux opérations de récolte**

<b>CDR initial</b>	<b>Récolte</b>	
	<b>Hiver</b>	<b>Été</b>
0 – 25 %	- 0,2 ss*	- 0,2 ss
25 – 60 %	- 0,3 ss	- 0,6 ss
60 et +	- 0,4 ss	- 1 ss

\* : ss = pourcentage de la surface occupée par les sentiers de débardage

Les valeurs incluses dans le tableau 3 ont été déterminées à partir de résultats de sondages de terrain retrouvés dans la littérature. Des études comme celles de Frisque *et al.* (1978), Pominville (1993), Pothier (1996) et Ruel (1989b) ont été particulièrement consultées. La liste complète des données se trouve à l'annexe 1. Avec ces données, nous avons constaté que la baisse du CDR variait effectivement selon sa valeur d'origine. Nous avons décidé de traiter cette baisse selon trois classes déterminées par le CDR d'origine, puisqu'un tri croissant des données laissait suggérer un regroupement des résultats en trois parties (séparées par des traits pointillés à l'annexe 1). Les baisses ne s'expriment pas en valeurs entières, mais selon un facteur de correction apporté à la surface relative occupée par les sentiers de débardage.

Cela s'accorde avec notre hypothèse voulant que la plus grande part de la diminution du CDR soit attribuable à la formation de ces sentiers.

Il est important de noter que seulement quelques situations sont bien documentées dans la littérature. C'est le cas par exemple, des coupes en été à l'aide de débusqueuses. Ainsi, les valeurs de la colonne concernant cette combinaison de facteurs sont plus fiables que les autres. Les autres situations sont moins documentées et même que dans certains cas, comme celui de la coupe d'hiver pour de faibles valeurs de CDR initial, la valeur indiquée a été projetée. Nous avons donc entrepris le premier essai en sachant que ces éléments risquaient d'être ultérieurement modifiés.

## **2.6 Développement des clés de prédictions**

Une revue de la littérature a amené la création de clés de prédiction en se basant sur les mécanismes de régénération après coupe des espèces visées.

### ***2.6.1 Clé servant à prédire la régénération en épinette noire et en sapin baumier***

Ces deux espèces comptent sur une abondante régénération préétablie pour se régénérer (Doucet 1988; Ruel 1989a). Le plus important à considérer sera donc le CDR initial et la baisse qu'il subira lors des opérations. On se base donc sur plusieurs éléments discutés ci-haut. La clé de prédiction est résumée à la figure 3.

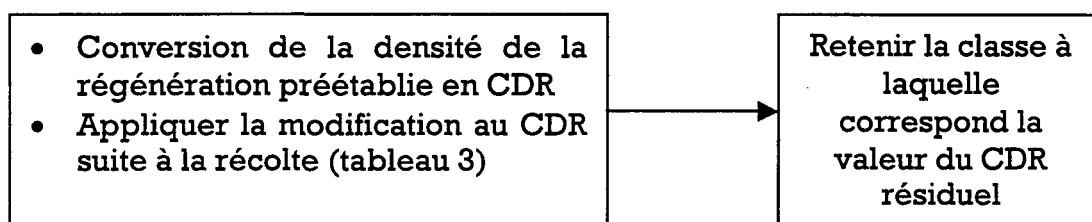


Figure 3 : Clé de prédiction pour l'épinette noire et le sapin baumier

### *2.6.2 Clé servant à prédire la régénération en pin gris*

Étant donné le manque d'informations dans la littérature et les nombreux paramètres inconnus, le traitement concernant le pin gris est strictement qualitatif, puisqu'aucun calcul n'intervient.

Cette espèce ne peut compter sur une régénération préétablie pour se régénérer (Pothier 1996). Il peut apparaître une certaine distribution de tiges après la coupe si des graines sont disponibles et que des lits de germination adéquats sont présents (Symons 1996, Walker et Sims 1984). Ceci, croyons-nous, peut être le cas en été dans le système de coupe considéré. En effet, nous croyons que le léger scarifiage des sentiers obtenu après débardage des arbres entiers en été peut être suffisant pour créer un lit de germination adéquat.

La figure 4 montre la clé obtenue.

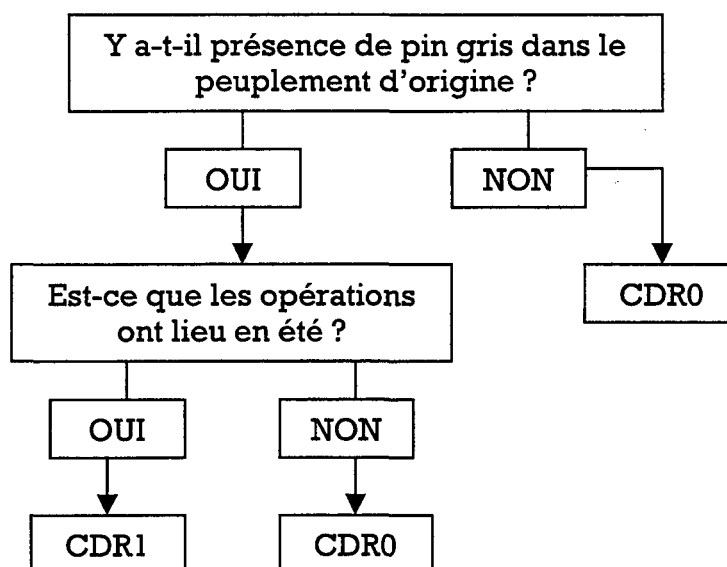


Figure 4 : Clé de prédiction pour le pin gris

### 2.6.3 Clé servant à prédire la régénération en peuplier faux tremble

En forêt boréale, le tremble se reproduit principalement par drageonnement (Perala 1990 et 1983, Doucet 1989, Richardson 1975). Ce mode de reproduction végétative est initié dans la première saison de croissance qui suit la coupe. La formation des drageons se produit majoritairement l'année de la coupe, mais aussi dans les deux saisons suivantes (Peterson 1992).

Deux facteurs importants ont été identifiés dans le contrôle de l'initiation du drageonnement. Le plus influant est la dominance apicale (Perala 1974, Steneker 1974). L'arbre mature, lorsqu'il est vivant, a un effet inhibiteur sur les

bourgeons racinaires responsables du drageonnement. La coupe de l'arbre mère annule cet effet. Le second facteur est la température (Perala 1974, Steneker 1974). Les bourgeons racinaires ont une activité beaucoup plus élevés lorsque soumis à des température relativement hautes (Maini et Horton 1966). C'est donc dire que la température du sol importe beaucoup. Ceci constitue malheureusement une mesure difficile à obtenir dans le contexte de la présente étude.

En outre, des auteurs tel que Heeney *et al.* (1980) et Perala (1974) prétendent que l'ampleur du drageonnement dépend de la densité du tremble dans le peuplement d'origine. Perala et Russell (1983), affirment que sur un site bien drainé, un peuplement coupé à blanc et contenant si peu que 50 tiges/acre ( $\approx 123$  tiges/ha), peut se régénérer en un peuplement ayant un CDR de 100%. Doucet (1989) quant à lui, a suggéré qu'un tel niveau de régénération pourra être atteint avec une surface terrière d'origine aussi faible que  $5 \text{ m}^2/\text{ha}$ , à condition que les tiges ne soient pas espacées de plus de 8 à 10 mètres. Plusieurs de ces éléments sont pris en considération dans la clé de la figure 5.

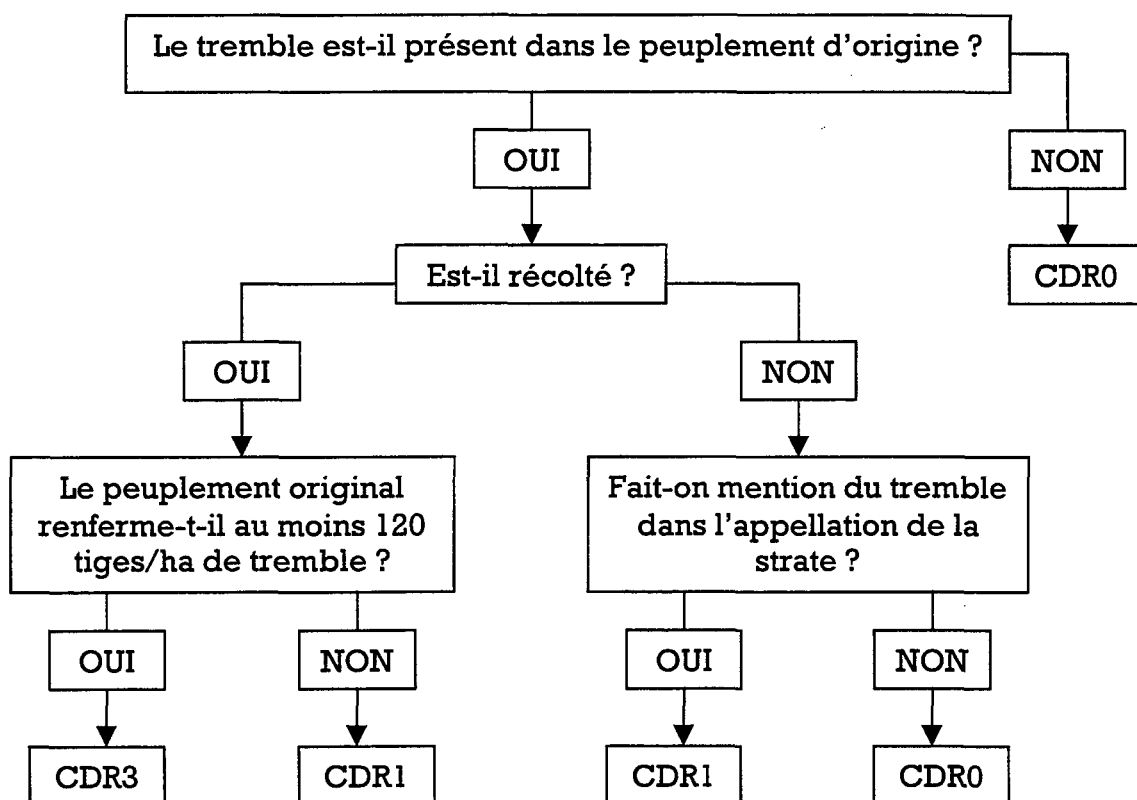


Figure 5 : Clé de prédiction pour le peuplier faux-tremble.

#### 2.6.4 Clé servant à prédire la régénération en bouleau à papier

Cette espèce est capable de s'établir sous couvert (Pothier 1996, Perkins 1992), mais la viabilité des semis est de courte durée (Côté 1991, Safford *et al.* 1990). Cette caractéristique a été retenue dans l'élaboration des prédictions. En outre, le bouleau à papier présente une excellente capacité à se régénérer par graines. Ces dernières sont produites en abondance, surtout lorsque des tiges résiduelles sont laissées sur le parterre de coupe (Ruel 1992, Boivin 1977).

De plus, elles se dispersent sur de longues distances (Safford *et al.* 1990) et sont capables de demeurer viables dans le sol pour au moins deux ans (Frank et Safford 1970) et probablement plus (Ibarzabal 1994). Cependant, la germination de ces graines demande des conditions particulières. Un sol minéral humide constitue le meilleur lit de germination (Safford *et al.* 1990). Ainsi, Marquis (1980) a remarqué que les sentiers de débardage contenaient beaucoup plus de semis de bouleau que les lits non perturbés. Le CDR du bouleau augmente à chaque année après la coupe et ce jusqu'à la cinquième année (Pothier 1996, Pominville 1993), ou peut-être la sixième (Richardson 1975). Pominville (1993) a noté que cette augmentation était plus prononcée sur les sites fortement perturbés que chez les moins perturbés. Toutes ces constatations sont surtout qualitatives, il y a peu d'informations permettant de quantifier tout cela. La clé de la figure 6 tente d'intégrer ces éléments.



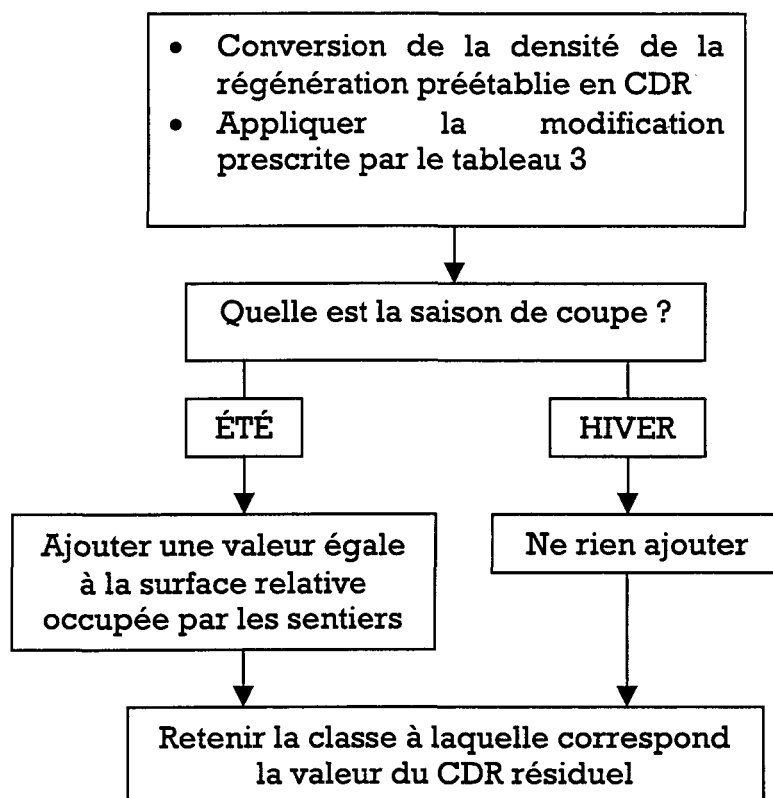


Figure 6 : Clé de prédiction pour le bouleau à papier.

## 2.7 Évaluation de la composition réelle du peuplement

Afin d'effectuer une validation des prédictions, une évaluation de la composition réelle de la régénération doit être faite. Pour ce faire, des données d'inventaire de régénération après coupe ont été recueillies. Ces données ont servi à calculer le CDR réel pour chacune des espèces, dans chacune des strates choisies. Ceci permet ensuite la vérification de la

correspondance entre les prédictions et la situation réelle. Pour fin d'analyses, il est utile de noter, en cas d'erreur, si la prédiction a sous-évalué ou surévalué l'état réel.

## 2.8 Exemple de la démarche de prédiction

Afin de mieux comprendre comment se déroule la méthode, cette section donne un exemple d'élaboration et de vérification de prédictions. Le tableau 4 donne les informations de départ à obtenir.

Tableau 4 : Exemple de données de base servant à élaborer des prédictions

Strate	Groupe	Saison de récolte	SS (%)	Espèce	Tiges (/ha)	Gaules (/ha)	CDR (%)
M BBEF B20900	M BBEF B20700	Été	35	EPN	-	2633	65
				SAB	-	4073	80
				PIC	1092	-	-
				PET	95	-	-
				BOP	-	763	26

SS : Surface occupée par les Sentiers de débardage, valeurs relatives

CDR : Coefficient de Distribution de la Régénération

Il s'agit donc d'une prédiction concernant une strate d'appellation «M BBEF B20900» coupée en été avec un pourcentage de la surface occupée par les sentiers de 35%. Les données de base pour cette strate proviennent du

regroupement de strate «M BBEF B20700» dans les tables d'inventaires. En se rapportant à l'annexe 2, on peut obtenir la signification des codes de la strate. La première lettre, ainsi que les quatre autres suivantes désigne le type de couvert forestier. Le M désigne un couvert mélangé et BBEF nous apprend qu'il s'agit d'une bétulaie à bouleau blanc (BB) avec épinette (E) et tendance feuillue (F). Vient ensuite une lettre et un chiffre qui désignent respectivement la densité et la hauteur du couvert. On a donc une couverture qui se situe entre 60 % et 80 % (B) et une hauteur entre 17 et 22 mètres (2). Les trois chiffres qui suivent désignent l'âge du peuplement. Ce dernier a donc entre 61 et 80 ans (simplifier 070 par 70 ans). Le dernier code réfère à la pente, qui n'est pas répertoriée dans le cas présent, d'où le «0».

On retient des tables le total des tiges de moins de 10 cm de diamètre pour les espèces traitées quantitativement (Épinette noire, Sapin baumier et Bouleau à papier) et il y a ensuite conversion en CDR. Pour les autres espèces, c'est le total de toutes les tiges qui est retenu et aucun calcul n'est nécessaire.

La prochaine étape est l'élaboration de la prédiction en tant que tel. Le tableau 5 donne les détails.

Tableau 5 : Exemple d'élaboration de prédictions à partir des données de base.

Strate	Saison de récolte	SS (%)	Espèce	Tiges (/ha)	CDR (%)	Baisse	Ajout	CDR Rés.	Pré.
M BBEF B20900	Été	35	EPN	-	65	35	-	30	CDR2
			SAB	-	80	35	-	45	CDR2
			PIG	1092	-	-	-	-	CDR1
			PET	95	-	-	-	-	CDR0
			BOP	-	26	21	35	40	CDR2

CDR rés. : CDR résiduel

Pré : prédiction

Pour l'épinette, le sapin et le bouleau, le CDR résiduel a été calculé à partir du CDR d'origine auquel on a soustrait la diminution appropriée (tableau 3). Au bouleau on a, par la suite, ajouté la valeur de SS, puisque la coupe a lieu en été. Le pin gris étant présent à l'origine et la coupe ayant eut lieu en été, la clé (figure 4) amène donc la prédiction CDR1. Pour le tremble, la clé (figure 5) prédit la classe CDR0, même s'il est présent à l'origine.

La dernière étape est la confrontation des prédictions avec l'état réel. Le tableau 6 en donne l'exemple.

Tableau 6 : Exemple de confrontation entre les prédictions et l'état réel

Strate	Saison de récolte	Espèce	Prédiction	CDR réel	Classe réelle	Résultat	Biais
M BBEF B20900	Été	EPN	CDR2	15	CDR1	Faux	+
		SAB	CDR2	44	CDR2	Vrai	
		PIG	CDR1	0	CDR0	Faux	+
		PET	CDR0	1	CDR0	Vrai	
		BOP	CDR2	24	CDR1	Faux	+

+ : surestimation

On obtient donc trois prédictions fausses et deux vraies. Dans tous les cas d'erreur, la prédiction est supérieure à l'état réel. C'est pourquoi l'on a que des biais de surestimation.

## **CHAPITRE 3**

### **RÉSULTATS**

### **3.1 Premier essai de prédictions**

Pour ce premier essai, des données d'inventaire de régénération recueillies par la compagnie Produits forestiers Alliance de Dolbeau-Mistassini ont été utilisées pour la validation des prédictions. Elles ont été recueillies 3 ans après coupe et concernent des années de récolte allant de 1989 à 1993. Pour ce qui est de la surface relative occupée par les sentiers, aucune valeur précise n'a pu être obtenue. Des discussions avec les responsables de la compagnie ont révélé que dans les années de coupes concernées, la surface relative occupée par les sentiers jouait entre 35% et 45%. C'est donc une valeur de 40% qui a été utilisé dans l'essai.

La compilation des résultats de la validation des prédictions sont présentés dans le tableau 7, alors que tous les cas sont cités individuellement à l'annexe 3.

Tableau 7 : Résultats compilés du premier essai de prédiction

Espèce	Saison de récolte	Prédiction du CDR		Erreurs sur le CDR		Réussite (%)
		Vrai	Faux	Sur- estimation	Sous- estimation	
EPN	Été	3	12	12	0	20
EPN	Hiver	2	10	10	0	17
SAB	Été	4	11	5	6	27
SAB	Hiver	5	7	1	6	42
PIG	Été	12	3	3	0	80
PIG	Hiver	12	0	0	0	100
PET	Été	15	0	0	0	100
PET	Hiver	12	0	0	0	100
BOP	Été	0	15	15	0	0
BOP	Hiver	7	5	0	5	58

Le peu de prédictions effectuées ne permet qu'un nombre restreint de constatations. On ne peut donc pas évaluer statistiquement la valeur des résultats. Cependant, quelques tendances claires semblent quand même donner des informations intéressantes.



Les colonnes *prédictions du CDR* du tableau 7 donnent les résultats de la correspondance entre la classe de CDR prédite et la classe de CDR réelle. Les colonnes erreurs sur le CDR donnent le nombre d'erreurs dans le sens de la surestimation (prédiction supérieure à la réalité) ou de la sous-estimation (prédiction inférieure à la réalité). Les résultats concernant l'épinette noire sont peu satisfaisants, le nombre de prédictions justes étant très faible, soit 3 prédictions vraies sur 15. Cependant, tous les cas d'erreurs montrent une tendance à la surestimation, c'est-à-dire que la classe prédite est toujours plus élevée que la classe réelle. On peut donc croire à un biais systématique du modèle chez cette espèce, ce qui est une précieuse information pour les correctifs à apporter. Comme ces erreurs et ces biais se retrouvent de façon semblable autant en été qu'en hiver, il est peu probable que la saison de coupe en soit responsable. Par contre on peut fortement soupçonner l'évaluation du CDR d'origine d'être la principale source d'erreur.

Chez le sapin baumier, les résultats sont également mauvais et aucune tendance ne se démarque vraiment en été, tandis qu'en hiver, on peut croire en une certaine tendance à la sous-estimation (6 sous-estimations sur 7 erreurs).

Chez le pin gris, les résultats sont bons, seulement trois erreurs s'étant présentées. Une analyse détaillée permet de constater que ces trois erreurs concernent toutes des coupes d'été sur des strates où le pin gris était présent. On reverra donc l'élément de la clé du pin gris se rapportant à la situation où le

pin gris est présent et récolté en été. Le reste des prédictions ont concerné des strates où le pin gris était absent.

Les résultats concernant le peuplier faux-tremble semblent également excellents. Cependant, on doit préciser que seul une partie de la clé a pu être vérifiée. Tous les cas présentés se rapportent à des coupes où le tremble n'a pas été récolté et c'est seulement dans trois prédictions que le tremble était présent dans la strate d'origine. En somme, aucune information pouvant amener des changements n'a été retenue.

Enfin, le bouleau à papier montre des résultats difficiles à interpréter. Il semble y avoir une tendance différente selon la saison de récolte. Les prédictions pour les coupes d'été auraient tendance à surestimer la régénération tandis que pour les coupes d'hiver, la régénération semble parfois sous-estimée. En analysant la clé, on constate que cette dernière entraîne des modifications du CDR jouant d'un extrême à l'autre, selon la saison de coupe. Il serait donc préférable d'appliquer des modifications moins radicales que l'addition de la totalité de la surface relative des sentiers en été et rien du tout en hiver.

### **3.2 Modifications découlant du premier essai**

Il est important de noter qu'aucune modification n'a été faite sans qu'elle soit appuyée par une explication logique, si possible inspirée de la littérature.

Nous avons évité de corriger un biais du modèle en l'orientant sans autre raison que de le rendre plus juste.

### *3.2.1 Coefficient de distribution d'origine*

Les résultats du premier essai en ce qui concerne les espèces se régénérant par régénération préétablie, en particulier chez l'épinette noire, ont révélé que la méthode d'évaluation du CDR d'origine pourrait être une cause d'erreur importante. C'est surtout le biais systématique constaté en été comme en hiver chez l'épinette qui nous suggère cette possibilité. On ne peut rien faire contre le manque d'information sur la régénération préétablie dans les tables d'inventaire tel qu'expliqué précédemment à la section 2.4. Par ailleurs, la méthode de conversion de la densité en CDR peu être revue.

Tel que mentionné précédemment, la formule de conversion de la densité en CDR est un calcul de probabilité. Comme pour tout calcul de probabilité, la fiabilité de ce calcul est conditionnelle à une distribution aléatoire des tiges. Or, il est bien connu qu'en forêt, la régénération préétablie ne se distribue pas de façon très uniforme. Cela signifie que cette méthode de conversion risque de surévaluer le coefficient de distribution.

Cette méthode de conversion a été éliminée et une nouvelle a été développée. Pour ce faire, nous avons utilisé le jeu de placettes d'inventaires destinées à valider l'essai final. Dans la présente cependant, ces données n'ont pas été compilées de la même façon qu'elles le seraient dans un but de

validation. La difficulté présente provient du besoin de caractériser ce qui est en fait l'établissement naturel des tiges alors que l'on dispose de placettes établies sur des microsites allant d'un état peu perturbé à très perturbé. Nous avons réglé ce problème, du moins partiellement, en ne compilant que les placettes les moins perturbées, c'est-à-dire celles situées dans les bandes entre les sentiers de débardage.

L'intérêt de ces inventaires vient de la possibilité d'obtenir, pour une même strate, la densité et le CDR à la fois (un dénombrement a été fait dans une placette sur trois). En utilisant ces données pour plusieurs strates, nous avons tenté d'établir la corrélation entre CDR et densité. Cela nous a permis d'obtenir des équations de conversion de la densité de l'épinette noire, du bouleau blanc et du regroupement sapin baumier – épinette blanche, en CDR. Ce sont toutes des espèces pouvant s'établir sous couvert, mais chacune selon un mécanisme différent. Il nous semble donc normal qu'il y ait des différences dans la relation densité-CDR et que cela se traduise par des équations spécifiques à chacune. Les courbes ont été élaborées à l'aide du logiciel Microsoft Excel 97. Plusieurs courbes ont été élaborées pour chaque espèce mais nous n'avons retenus que celles ayant le coefficient de détermination ( $R^2$ ) le plus élevé (figures 7, 8 et 9).

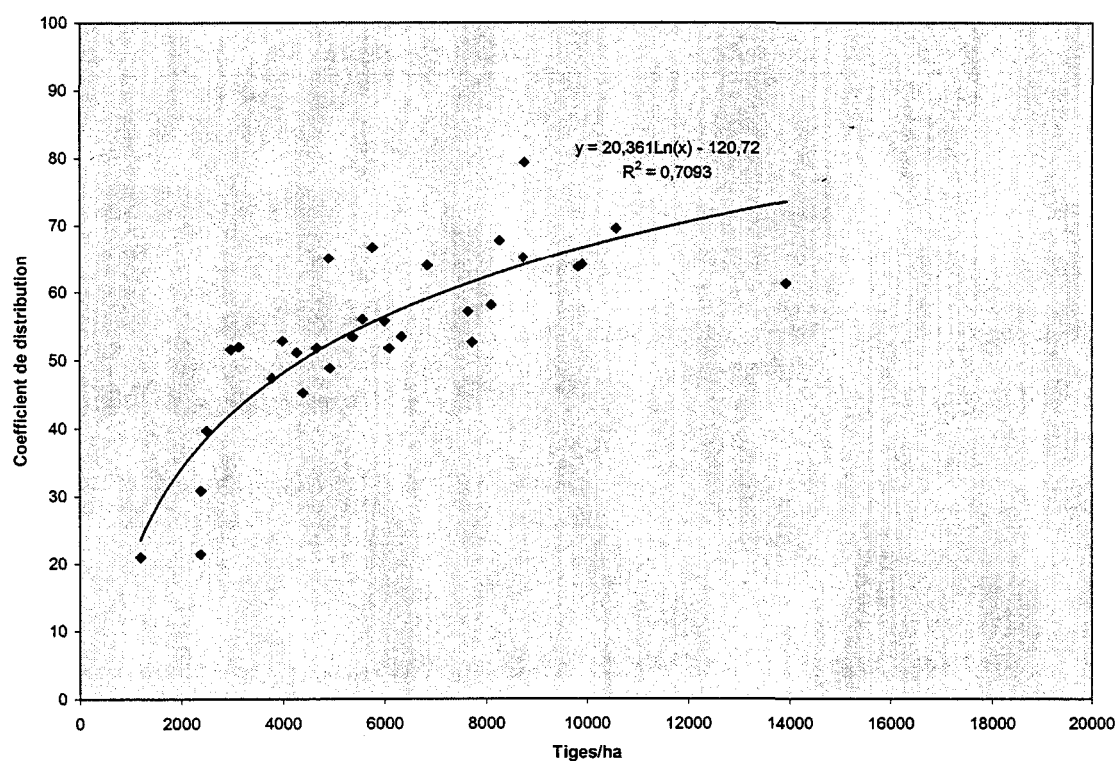


Figure 7 : Relation entre le CDR et la densité de l'épinette noire pour une même strate

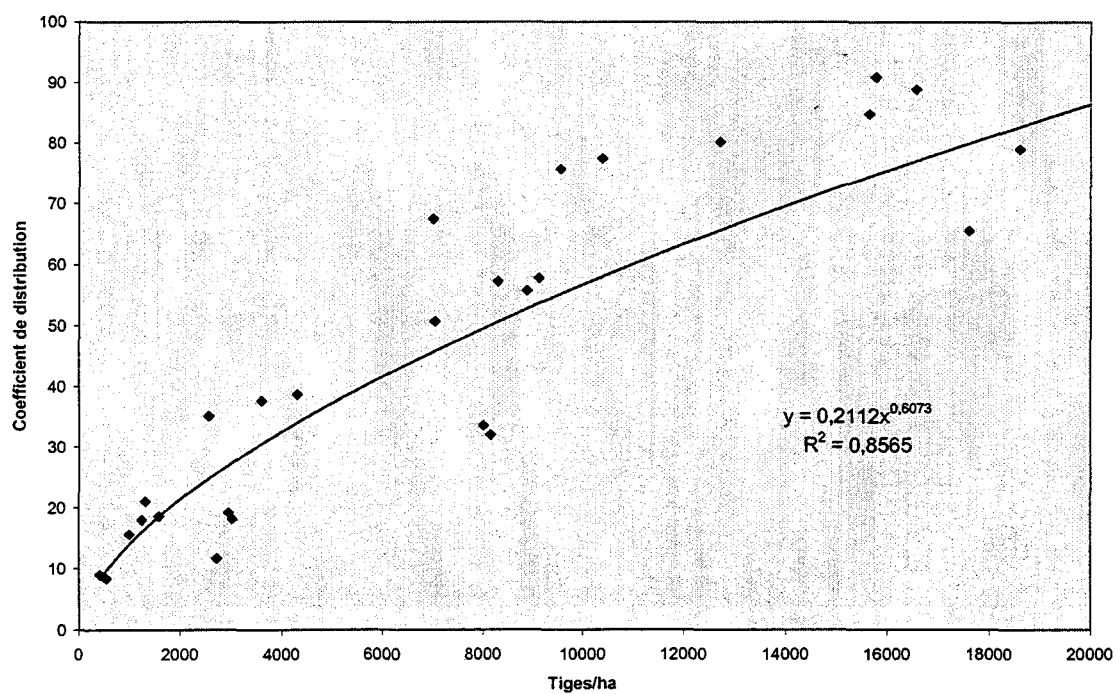


Figure 8 : Relation entre le CDR et la densité du regroupement sapin baumier-épinette blanche pour une même strate.

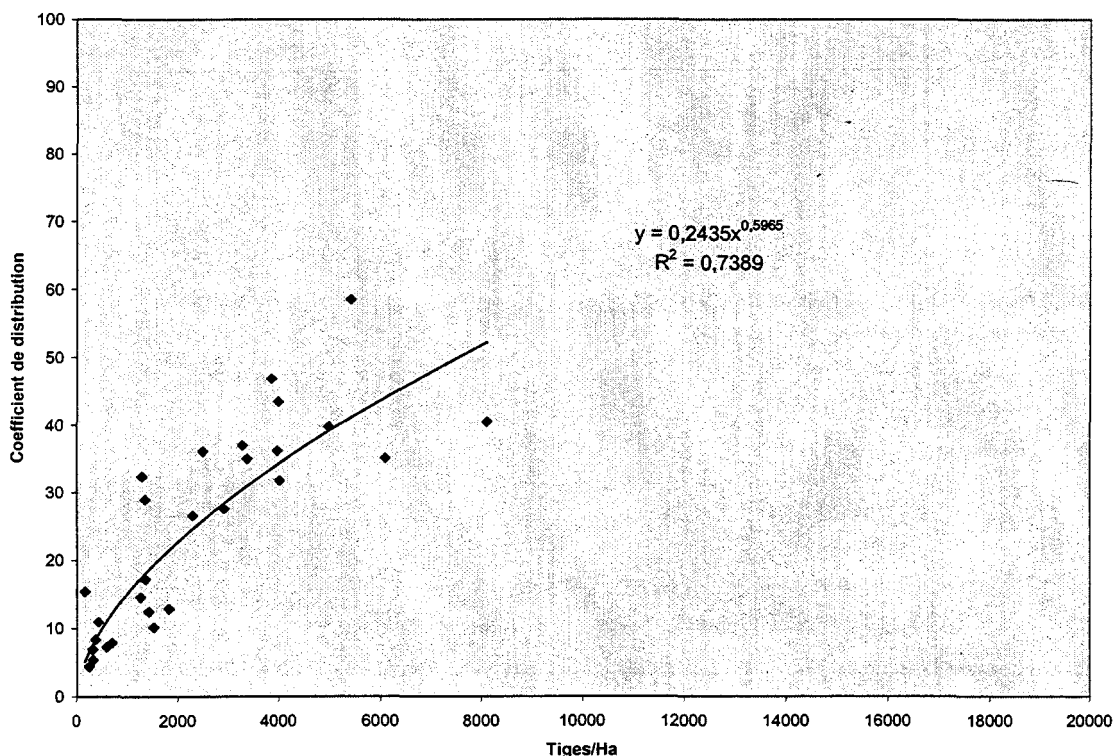


Figure 9 : Relation entre le CDR et la densité du bouleau à papier pour une même strate.

Les équations qui seront utilisées dans les essais subséquents sont inscrites sur les figures, de même que le  $R^2$ . Ce dernier est toujours élevé, la valeur la plus faible se retrouvant chez l'épinette noire, où près de 71% de la variation du CDR semble expliqué par la variation de la densité.

### 3.2.2 Diminution du CDR de la régénération préétablie

Le tableau 3, donnant la baisse du CDR selon la saison de coupe et la valeur d'origine, a été abandonné. À partir des données de la littérature qui ont servi à son élaboration (annexe 1), une courbe de corrélation entre le CDR

initial et le changement à apporter, pour la récolte en été, a été construite (figure 10). Cette nouvelle méthode permet d'éviter les inconvénients de travailler avec des valeurs discontinues.

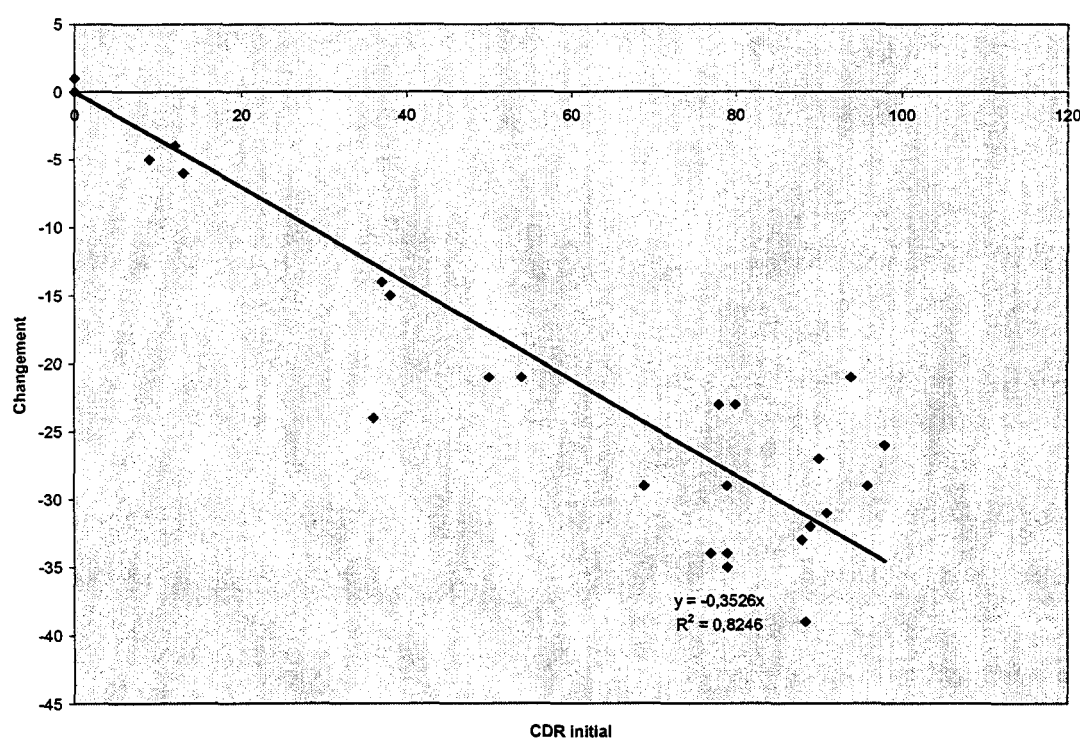


Figure 10 : Relation entre le CDR initial et la modification entraînée par la coupe (récolte en été).

Notons que cette courbe a été élaborée avec le même logiciel que les figures précédentes et que l'on a volontairement forcé le passage de la courbe à zéro. Elle semble très fiable, la variation du CDR étant expliquée à environ 82 %. L'équation, établie à partir de données de la littérature, énonce que la



modification à apporter au CDR lors de la coupe est égale à  $-0,35$  fois le CDR de la régénération préétablie. En supposant que l'on a un CDR d'origine de 100%, cela veut dire que ce dernier subira une baisse de 35% pour devenir 65%. Or, 35% semble correspondre assez bien à l'ordre de grandeur de la surface occupée par les sentiers de débardage dans des CPR «standards». Mais il demeure difficile de vérifier la concordance avec exactitude, les données de CDR provenant de la littérature n'étant pas accompagnées de la surface occupée par les sentiers.

Ce dont on est plus certain, c'est de la linéarité de la relation. Il nous semble normal que la modification du CDR évolue linéairement avec le CDR d'origine. À mesure que la distribution des tiges diminue, il devient de moins en moins probable que sa disposition spatiale concorde avec la surface occupée par les sentiers et vice-versa.

Tout cela revient à dire qu'en admettant que la surface relative occupée par les sentiers soit vraiment le paramètre clé tel que dicté par notre hypothèse, il devient le facteur de multiplication à appliquer au CDR d'origine. On obtient donc :

$$Y = SS * CDR$$

où Y = modification à apporter au CDR

Dans la présente étude, puisque la surface occupée par les sentiers utilisée est de 40%, l'équation devient :

$$Y = 0,4 * CDR$$

[2]

Cela permet d'obtenir, à partir du CDR d'origine, la modification à apporter et ce de façon plus précise que la méthode précédente, puisque cela permet de travailler avec des données en continu au lieu de données par classes. En hiver, la diminution sera moins élevée. À partir de quelques rares publications dont les données permettent une comparaison entre la coupe en été et la coupe en hiver (Macdonell et Groot 1997, Ruel 1989b), nous avons convenu, malgré ce manque d'information, que le changement en hiver devait être approximativement la moitié du changement en été. Il suffit donc de calculer toujours avec l'équation précédente, mais de diviser le résultat par 2 quand cela concerne la coupe en hiver.

### 3.2.3 *Clé de prédiction pour le pin gris*

Les 3 cas de prédictions fausses pour le pin gris sont reliés à la coupe d'été. Après reconsidération, nous avons tendance à croire que le système de coupe à l'étude ne favorise pas la dispersion d'un bon nombre de graines qui seraient susceptibles de germer dans les sentiers perturbés en été. Walker et Sims (1984) sont de cet avis. La clé a donc été revue en ne tenant compte que des tiges qui auraient pu être préétablie. Comme ceci constitue un phénomène peu répandu chez cette espèce (Pothier 1996), on ne doit pas s'attendre à prédire un CDR élevé en pin gris. La figure 11 fait état des changements.

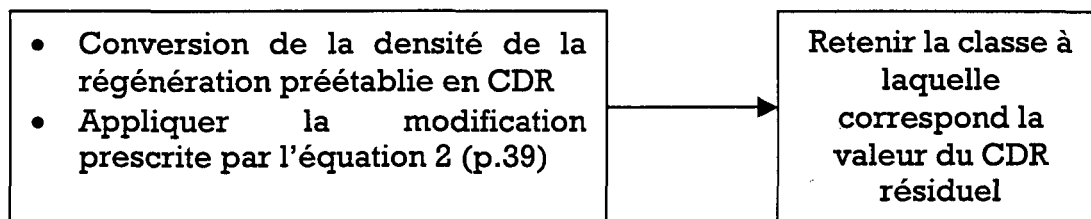


Figure 11 : Clé de prédiction pour le pin gris (modifiée)

### 3.2.4 *Clé de prédiction pour le bouleau à papier*

La clé pour cette espèce a été peu modifiée. Nous avons reconsidéré les pourcentages à ajouter pour chaque saison de coupe de façon à jouer un peu moins dans les extrêmes. En effet, nous croyons qu'il est peu probable que le bouleau se distribue à 100% dans les sentiers après coupe en été et aucunement après coupe en hiver, comme le laissait entendre la clé originale. La nouvelle clé (figure 12) s'accorde davantage avec la capacité de reproduction du bouleau, qui a toujours un potentiel relativement élevé mais qui n'atteint pas des abondances de l'ordre du tremble, par exemple.

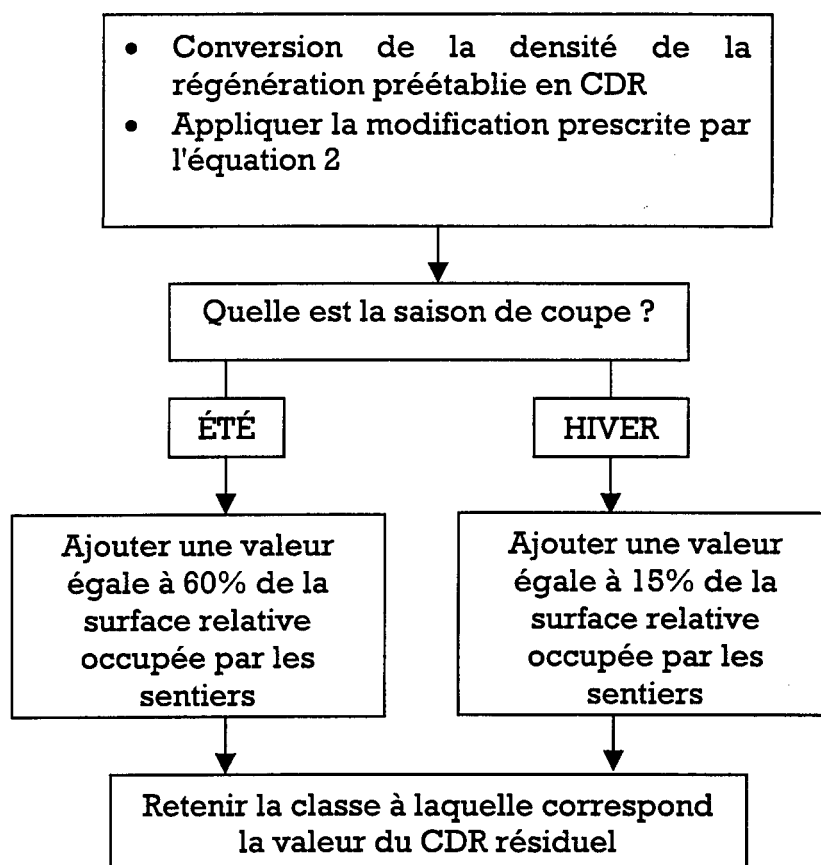


Figure 12 : Clé de prédiction pour le bouleau à papier (modifiée).

### 3.3 Deuxième essai de prédictions

Cette partie traite du deuxième essai de prédictions où les vérifications ont été faites avec les mêmes données que celles du premier essai. Le but de ce dernier était de tester les modifications apportées au modèle. Le tableau 8 donne les résultats.

Tableau 8 : Résultats du deuxième essai de prédiction.

Espèce	Saison de récolte	Prédiction du CDR		Erreurs sur le CDR		% réussite (1 <sup>er</sup> essai)
		Vrai	Faux	Sur- estimation	Sous- estimation	
EPN	Été	14	1	1	0	93 (20)
EPN	Hiver	2	10	10	0	17 (17)
SAB	Été	7	8	1	7	47 (27)
SAB	Hiver	5	7	1	6	42 (42)
PIG	Été	15	0	0	0	100 (80)
PIG	Hiver	12	0	0	0	100 (100)
PET	Été	15	0	0	0	100 (100)
PET	Hiver	12	0	0	0	100 (100)
BOP	Été	8	7	7	0	53 (0)
BOP	Hiver	5	7	7	0	42 (58)

En ce qui concerne les prédictions concernant l'épinette noire, on constate que les modifications apportées au modèle ont eu un effet très positif sur le taux de réussite des prédictions pour les coupes en été. En hiver, la situation semble différente, puisqu'il y a eu erreur de surestimation dans 10 cas

sur 12. Cependant, en analysant plus en profondeur, on constate que ce faible résultat semble causé par le hasard. Les données de CDR étaient très homogènes (elles avaient souvent les mêmes valeurs) et les valeurs se trouvaient près de la limite entre les classes CDR2 (30-59%) et CDR3 (60% et plus), comme le tableau 9 le démontre.

Tableau 9 : Comparaison entre CDR prédit et CDR réel pour l'épinette noire, coupe d'hiver.

Strate d'inventaire	CDR initial (%)	CDR prédit après la coupe (%)	CDR réel après coupe (%)
R EE C3 1200	77	62	50
			48
			47
			56
			53
			64
			56
			47
			58
			63
			51
R EE B2 1200	77	62	55

La première colonne du tableau indique les strates d'inventaire d'où proviennent les données initiale du CDR. On voit que pour 12 prédictions élaborées, les données ne proviennent que de 2 strates. Qui plus est, ces deux strates ont le même CDR d'origine en épinette noire. La prédiction était donc la même pour les 12 cas, c'est-à-dire un CDR de 62%, soit tout près de la limite de

la classe CDR3. En regardant les CDR réels, on pourrait croire que le modèle a tendance à surestimer le CDR en hiver. Cependant, le tableau 9 nous apprend que le CDR prédit et le CDR réel ne diffèrent que de 15 unités dans le pire des cas et de 10 ou moins la plupart du temps, ce qui est relativement faible comme écart. Comme cette différence est presque toujours négative, il fait passer le CDR dans la classe CDR2 (limite supérieure de 59) alors que la classe CDR3 avait été prédite. Ainsi donc, les chiffres semblent démontrer que le modèle nous donne des résultats que nous jugeons satisfaisant en été comme en hiver. Nous avons décidé de le laisser tel quel, tout en étant désormais conscients de ce désavantage que présente le traitement à l'aide de classes.

Pour le sapin baumier, la situation est différente. Il y a quand même un nombre plus élevé de prédictions exactes qu'au premier essai et les erreurs semblent biaisées vers une sous-estimation. Les résultats demeurent toutefois insatisfaisants. Aucune explication ne nous a permis d'améliorer davantage le modèle, mais on fait état de certaines pistes en discussion.

Il y a également une certaine insatisfaction en ce qui concerne le bouleau, malgré une grande amélioration pour les prédictions en coupe d'été. Les modifications concernant le pin gris ont permis d'améliorer davantage les résultats pour cette espèce, qui étaient déjà très bons. Comme la vérification se faisait avec les mêmes données que le premier essai et qu'il n'y a pas eu de modifications pouvant affecter les prédictions pour le tremble, les résultats concernant cette espèce n'ont pas changé.

Ces essais ont permis d'améliorer le modèle à un niveau quand même satisfaisant pour trois espèces. Pour le reste, nous avons été jusqu'où notre compréhension nous permettait d'aller. Nous avons donc évité de faire des modifications dictées par de simples constatations de biais positifs ou négatifs non expliqués.

### **3.4 Adaptation du modèle en vue de l'essai final**

#### ***3.4.1 Évaluation de la composition réelle du peuplement***

Dans l'essai final, les prédictions ont été validées avec un jeu de données différent et indépendant du premier. Ces données d'inventaire ont été récoltées par Produits forestiers Donohue de Saint-Félicien et concernent deux années de coupe, soit 1992 et 1993. Cette fois, l'inventaire a été effectué 5 ans après la coupe. Ceci nous a obligé à orienter les prédictions vers la cinquième année après la coupe, et d'adapter quelque peu le modèle.

Comme il s'agit ici d'un essai plus rigoureux, nous avons tenu compte cette fois-ci de l'incertitude inhérente des données d'inventaire servant à la validation. Pour ce faire, l'intervalle de confiance à un seuil de 95% a été calculé pour chaque CDR inventorié. La méthode utilise la loi binomiale pour l'intervalle de confiance d'une proportion (Scherrer 1984). Le nombre minimum de placettes utilisé comme critère de sélection des strates dans le dernier essai était de 50. Cela pouvait entraîner un intervalle de confiance



s'étendant au maximum jusqu'à  $\pm 14$  du CDR calculé, pour une étendue maximale d'environ 29, ne dépassant donc pas l'étendue générale d'une classe.

On vérifiait ensuite si l'intervalle de confiance empiétait sur une classe voisine de celle qu'occupe le CDR. Si c'était le cas, cette classe voisine était désignée comme étant la classe «tendance». Cela nous a permis de grouper les résultats en quatre catégories. Lorsque la classe prédite était conforme à la classe réelle et qu'aucune classe tendance n'était présente, le résultat était un succès probable. Lorsque la classe prédite était conforme à la classe réelle mais qu'il y avait présence d'une classe tendance, le résultat était un succès incertain. Lorsque la classe prédite était différente de la classe réelle et différente de la classe tendance ou que cette dernière était absente, le résultat était un échec probable. Enfin, lorsque la classe prédite était différente de la classe réelle mais conforme à la classe tendance, le résultat était un échec incertain.

Ce nouveau système permet une comparaison plus critique des prédictions. Par exemple, les situations où le CDR réel est proche d'une limite de classe risquent de se retrouver dans les catégories «incertaines» (que ce soit un succès ou un échec).

Le tableau 10 donne un exemple de la méthode employée.

Tableau 10 : Exemple de validation des prédictions à l'aide des intervalles de confiance

Strate	Saison	Esp.	Prédi.	CDR réel	Classe réelle	Lim. inf.	Lim. sup.	Tend.	Résult.
R ES B30700	E	EPN	CDR2	19	CDR1	12	26		--
		SAB	CDR2	72	CDR3	63	80		--
		PIG	CDR0	1	CDR0	0	4		++
		PET	CDR0	0	CDR0	0	1		++
		BOP	CDR2	55	CDR2	46	65	CDR3	+

Lim. inf. : limite inférieure de l'intervalle de confiance

Lim. sup. : limite supérieure de l'intervalle de confiance

Tend. : Classe tendance

++ : succès probable      + : succès incertain      -- : échec probable

Le tableau 10 montre que pour les 4 premières espèces, les limites de l'intervalle de confiance demeurent à l'intérieur de la classe réelle. Il n'y a donc pas de classe tendance et les résultats, succès ou échec, sont donc probables. Par contre, la limite supérieure de l'intervalle de confiance pour le bouleau se situe dans la classe CDR3. Comme la classe réelle était CDR2, il y a une classe tendance, CDR3. Le succès de la prédiction devient donc incertain et il est intéressant de noter que le CDR réel (55 %) est relativement proche de la limite supérieure de la classe CDR2 (59 %).

### ***3.4.2 Clé de prédiction pour l'épinette noire et le sapin baumier***

Pour ces deux espèces, la revue de littérature nous a dévoilé qu'il est nécessaire de tenir compte d'un phénomène de plus si on veut faire des prédictions 5 ans après la coupe. Ce phénomène est la remontée du CDR après la coupe. En effet, des publications comme celle de Pothier (1996) montrent une remontée significative du CDR entre la première et la cinquième année après la coupe, particulièrement marquée chez l'épinette noire. Ceci nous amène à considérer un facteur de remontée du CDR que l'on a chiffré à 12 pour l'épinette noire et à 4 pour le sapin baumier et ce pour la coupe en été seulement. Frank et Putnam (1972) ont remarqué que le recrutement après coupe d'hiver était bien moindre, ce qui nous amène à ne rien ajouter au CDR après coupe d'hiver. On obtient donc la clé de la figure 13.

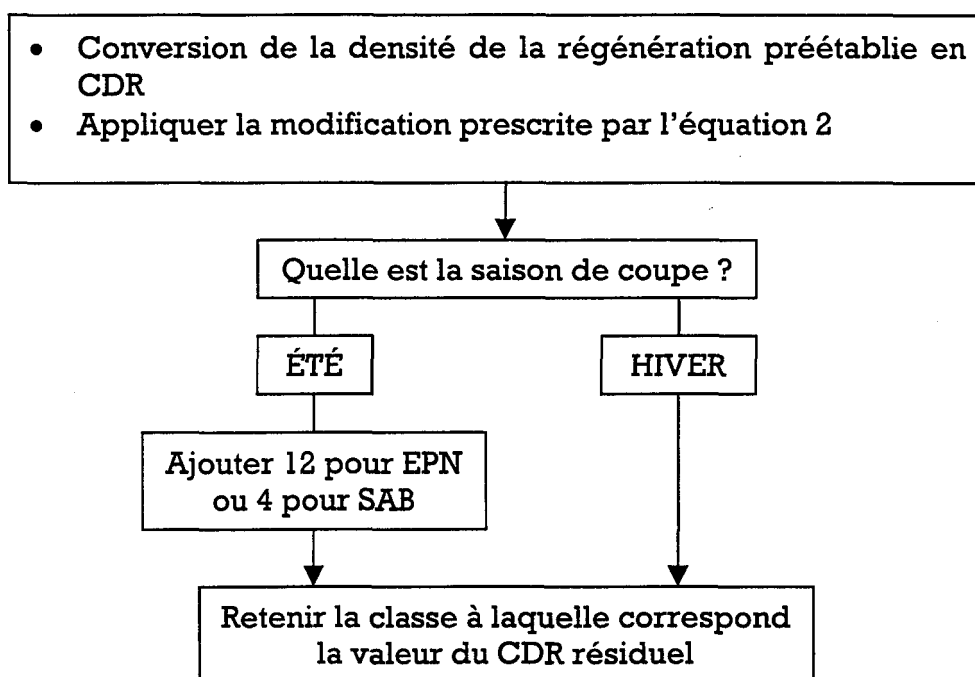


Figure 13 : Clé de prédiction pour l'épinette et le sapin, modifiée pour l'essai final

### 3.5 Essai final

Cet essai vise à mesurer la robustesse du modèle. Il s'est effectué de façon à avoir une analyse plus rigoureuse de la validité de ce modèle en confrontant les prédictions avec un nouveau jeu de données indépendant de celui utilisé précédemment.

Les résultats de ce dernier essai de prédiction se trouvent au tableau 11.

Tableau 11 : Résultats de l'essai final de prédiction

Essence	Saison	++	+	-	--	sous-évalué	surévalué	% réussite
EPN	E	6	10	7	8	6	9	52
EPN	H	8	15	4	2	1	5	79
SAB-EPB	E	2	7	4	18	19	3	29
SAB-EPB	H	3	7	5	14	13	6	34
PIG	E	29	2	0	0	0	0	100
PIG	H	26	2	1	0	1	0	97
PET	E	19	8	2	2	4	0	87
PET	H	18	8	0	3	3	0	90
BOP	E	0	13	4	14	12	6	42
BOP	H	9	5	4	11	12	3	48

++: succès probable

+: succès incertain

-: échec incertain

--: échec probable

On peut d'abord constater que 31 prédictions ont pu être vérifiées pour la coupe en été alors que ce nombre est de 29 pour la coupe en hiver. Rappelons que le nombre de placettes d'inventaires disponibles pour chaque strate était de 50 et plus.

Il est important de noter que le pourcentage de réussite a été calculé en considérant tous les succès, peu importe le niveau de certitude, par rapport au nombre total de prédictions effectuées. On peut voir que les résultats concernant les espèces ayant auparavant été prédites avec succès sont demeurés en général très bons (comparaison avec le tableau 8). C'est le cas avec le pin gris et le tremble et ce, avec souvent des succès à de forts niveaux de probabilité. L'épinette noire, au niveau des prédictions pour la coupe en

été, montre des résultats encore une fois mitigés qui ne peuvent cette fois être attribués clairement à des CDR près des limites de classes (tel que montré au 2<sup>e</sup> essai, tableau 9). En revanche, lors des coupes d'hiver, les résultats sont bons. Notons toutefois que beaucoup de résultats sont incertains. Pour le bouleau, les résultats sont toujours très mitigés. Le taux de réussite, en été comme en hiver, tourne autour de 50%. Le modèle ne semble pas très efficace pour prédire la régénération de cette espèce. Pour l'ensemble sapin-épinette blanche, les résultats sont insatisfaisants, la clé de prédiction utilisée pour ces espèces semble inadéquate. Les prédictions semblent avoir une nette tendance à sous-estimer la distribution du sapin et ce l'été comme l'hiver.

**CHAPITRE 4**  
**DISCUSSION**

## 4.1 Validité du modèle

Les résultats des différents essais, surtout l'essai final, permettent de juger de la robustesse du modèle. Comme ce modèle est divisé selon les espèces, ces dernières seront traitées séparément.

### 4.1.1 *Épinette noire*

L'essai final a révélé pour cette espèce un taux de réussite d'environ 50% pour la coupe en été et 80% pour la coupe en hiver. Auparavant, le dernier essai préliminaire avait révélé un taux de réussite de plus de 90% pour la coupe en été et de moins de 20% pour la coupe en hiver. Ceci constitue un changement pour le moins surprenant, mais différentes hypothèses peuvent l'expliquer.

D'abord, le peu de prédictions effectuées jumelé à l'information trop générale des tables d'inventaires du MRN (données d'origine du CDR) peuvent jouer des tours et amener des taux de réussite ne reflétant pas l'exactitude réelle du modèle. On peut aussi douter de la validité des résultats des essais préliminaires, comme cela a déjà été fait pour les résultats en hiver à l'essai 2 (section 3.3, tableau 9). En ce sens, les taux de réussite du test final sont certainement plus fiables que les autres, puisque le nombre de prédictions est plus élevé et les données d'origine plus diversifiées. La comparaison entre l'annexe 4 et 5 est éloquentes à ce sujet. Cependant, il y a un nombre assez



élevé de résultats «incertains» (succès comme échec), ce qui peut signifier dans une certaine mesure que quelques prédictions jouent près des limites de classe.

Néanmoins, on obtient un taux de réussite d'environ 50% en coupe d'été et ce, sans biais clairement identifiable. Il serait dans ce cas possible que certains phénomènes soient mal maîtrisés par le modèle. La remontée du CDR après 5 ans pourrait être particulièrement en cause. C'est en effet le seul phénomène dont on tient compte seulement dans l'essai final et non dans les essais précédents. Il pourrait donc expliquer les différences dans les résultats. Étant donné l'absence d'un biais évident, peut-être cette remontée du CDR est-elle très variable ? Jusqu'à maintenant, à moins d'erreur de notre part, ce phénomène n'a été constaté qu'à quelques reprises mais n'a pas été étudié et encore moins expliqué.

Les taux de réussite pour la coupe en hiver sont très bons dans l'essai final. Ceci montre que quelques éléments incertains dans l'analyse des résultats semblent bel et bien maîtrisés. Par exemple, cela semble le cas des mauvais taux de réussite des essais préliminaires concernant la coupe en hiver, dont on ne devait pas tenir compte à cause du hasard des résultats (tableau 9). C'est également le cas pour la remontée du CDR après 5 ans que l'on n'a pas appliqué pour les coupes d'hiver, tel que le laissaient suggérer les travaux de Frank et Putnam (1972).

#### 4.1.2 *Sapin baumier*

Les taux de réussite pour cette espèce vont d'insatisfaisants dans les essais préliminaires à carrément mauvais dans l'essai final et ce avec des valeurs comparables entre les deux saisons de coupe. De toute évidence, il y a des lacunes au niveau de cette espèce. À savoir lesquelles, cela est difficile à cerner. Il semble assez clair que le modèle ait tendance à sous-estimer la régénération du sapin, c'est ce que suggère l'essai final. Comme ce constat est le même pour les deux saisons de coupe, il semble probable que le problème proviendrait du CDR d'origine ou de la diminution qu'il subit au moment de la coupe. L'évaluation du CDR d'origine à partir de la densité se fait à l'aide d'une courbe (figure 8) à coefficient de détermination élevé et établie avec des données cumulées de sapin et d'épinette blanche. Ce dernier élément pourrait être une cause d'erreur. Cependant, il semble que la quantité d'épinette blanche retrouvé lors des inventaires concernés était très faible (comm. pers., André St-Pierre, ing. for.). En outre, la méthode de calcul de la diminution du CDR est peut-être en cause. Cette dernière a quand même bien réussi pour l'épinette noire. Peut-être les petits semis de sapin ont-ils une capacité supérieure à survivre aux opérations de coupe ? Rien ne pouvant appuyer cette hypothèse n'a été trouvé dans la littérature. Enfin, la densité servant au calcul, provenant des tables du MRN, n'est peut être pas conforme à la réalité. On sait que cette densité est incomplète, c'est-à-dire que seul les gaules y sont représentées. Mais cela explique-t-il la différence entre les résultats pour le

regroupement sapin-épinette blanche et l'épinette noire ? Il est fort possible que le sapin soit plus abondant que l'épinette noire dans la catégorie des très petites tiges non représentées dans les inventaires. Cela aurait comme conséquence de biaiser davantage les données du sapin que celle de l'épinette noire.

#### **4.1.3    *Pin gris***

Les résultats obtenus pour cette espèce sont excellents. C'était attendu, la dynamique de régénération de cette espèce lors des coupes étant relativement simple, les prédictions n'en sont que plus faciles. Il faut spécifier également que la grande majorité des strates inventoriées ne contenaient pas de pin gris à l'origine, ce qui nous a rendu la tâche facile. Davantage d'essais sur des strates contenant du pin gris auraient été souhaitables, mais les données ne l'ont pas permis.

#### **4.1.4    *Peuplier faux-tremble***

Les taux de réussite pour le tremble sont aussi fort satisfaisants. Là aussi, on doit considérer qu'il n'était pas présent dans la majorité des strates, ceci étant représentatif de la réalité en forêt boréale québécoise. À la différence du pin gris toutefois, nous n'avons pas affaire ici à une dynamique de régénération après coupe simple. De plus, rappelons que seule une partie de la clé a été vérifiée, soit le cas où il y a absence de tremble ainsi que le cas où on le retrouve en petite quantité (n'apparaît pas dans l'appellation de la strate) mais

sans être récolté. C'est donc dire que lorsqu'il est absent du peuplement original, le tremble ne semble pas apparaître facilement ou s'il le fait, c'est en quantité très faible après coupe, selon une distribution que le modèle ne peut discerner de l'absence. L'influence des peuplements voisins semble très faible, du moins dans les domaines écologiques concernés, ce qui est contraire à certaines hypothèses toujours présentes en foresterie. Un autre élément que les résultats semblent indiquer est une répression efficace du drageonnement lorsqu'il n'y a pas récolte du tremble. Pourtant, bien que cette espèce ne soit pas visée par la récolte dans les strates étudiées, il y a inévitablement coupe partielle de cette espèce à cause de la formation des sentiers d'exploitation. Il nous semble donc étonnant de ne pas en retrouver davantage dans la régénération. Peut-être les conditions ne favorisent-elles pas une température du sol élevée, réprimant ainsi le drageonnement. C'est ce que Smith (1988) prétend pour la forêt boréale canadienne, plus précisément que le réchauffement du sol est retardé à cause de l'épaisse couche de matière organique. Un ouvrage de Peterson et Peterson (1992) parle également de la température du sol en tant que facteur critique dans les régions nordiques, contrairement au région plus au sud où ce ne serait pas le cas. Ajoutons à cela que la régénération préétablie résiduelle, lorsqu'elle est abondante, pourrait peut-être elle aussi participer à ce phénomène en faisant de l'ombrage.

#### **4.1.5    *Bouleau à papier***

En ce qui concerne le bouleau, les résultats sont insatisfaisants, peu importe la saison de coupe. On frise les 50% de réussite. Parmi les facteurs pouvant expliquer ces résultats, on retient la possible existence d'un facteur de variation interannuelle inconnu. En effet, une analyse plus poussée des données du premier jeu d'inventaire semble indiquer une curieuse variation d'une année à l'autre. Les tableaux 12 et 13 montrent les détails de cette analyse.

**Tableau 12 : Classes réelles du CDR chez le bouleau blanc récolté en été,  
selon les années de coupe**

<b>Année de coupe</b>	<b>Classe réelle</b>
1989	CDR0
1989	CDR0
1989	CDR0
1989	CDR0
1990	CDR1
1990	CDR1
1990	CDR1
1991	CDR0
1993	CDR1
1993	CDR1
1993	CDR1
1993	CDR1
1993	CDR1
1994	CDR1
1994	CDR1

**Tableau 13 : Classes réelles du CDR chez le bouleau blanc récolté en hiver, selon les années de coupe**

Année de coupe	Classe réelle
1989	CDR0
1989	CDR0
1989	CDR0
1990	CDR1
1990	CDR0
1990	CDR0
1992	CDR0
1992	CDR0
1993	CDR1
1993	CDR1
1993	CDR1
1993	CDR1

Le plus important à remarquer, c'est que la classe réelle de CDR est presque toujours identique pour une même année de coupe. Une seule exception concerne l'année de coupe 1990, au tableau 13. La variabilité des chutes de graines annuelles serait peut-être une piste d'explication. Par ailleurs, Côté et Bélanger (1991) ont observé que le bouleau est très sensible aux variations du milieu de croissance. De plus, puisque le bouleau compte en

partie sur une régénération préétablie pour se régénérer, on doit aussi pointer du doigt le manque d'information inhérente aux tables d'inventaire du MRN qui conduit à la sous-estimation du CDR initial. L'effet devrait être moindre que chez les résineux puisque les valeurs de CDR initial sont relativement faibles chez le bouleau (voir annexe 5). Cela pourrait expliquer, du moins en partie, la tendance à la sous-estimation des prédictions pour le bouleau dans l'essai final.

Cette tendance à la sous-estimation dans l'essai final pourrait être également expliquée par le comportement du CDR après 5 ans. Rappelons que dans le deuxième essai, alors que les prédictions concernaient la troisième année après la coupe, la tendance était clairement vers la surestimation. Pourtant, la même clé a été utilisée pour ces essais, mais pour l'essai final, la prédiction s'est faite sur la 5<sup>ième</sup> année après la coupe. Richardson (1975) prétend que le bouleau à papier montre une augmentation légère mais constante en terme de CDR et ce, jusqu'à 6 ans après la coupe. Ceci va dans le même sens que nos résultats. Pourtant, les travaux de Pominville (1993) démontrent une stabilisation, voire une légère diminution du CDR du bouleau entre la troisième et la cinquième année après la coupe.

Malgré toutes ces pistes d'explication, les résultats obtenus pour le bouleau restent nébuleux.



## 4.2 Critique de la méthode et améliorations à apporter

### 4.2.1 *Lignes directrices*

La méthode utilisée comporte certaines lignes directrices. Rappelons que deux jeux de données indépendants ont été utilisés pour valider les essais. Il était permis de valider plus d'un essai avec le premier jeu de données de façon à vérifier les améliorations au modèle. Mais puisqu'un modèle ainsi développé n'est pas assuré d'être applicable à d'autres données que celles qui l'ont fait évoluer, il est nécessaire de disposer d'un autre jeu de données. Celui-ci permet de conduire un autre essai, afin de juger de la robustesse du modèle et donc de son applicabilité. C'est ce qui a été fait et comme les résultats de l'essai final se comparent à ceux du deuxième essai, nous croyons que le modèle est valide pour toutes les strates faisant partie du même cadre que l'étude (même domaines écologiques, même système de coupe, etc.).

De plus, chaque modification apportée au modèle doit être appuyée d'un minimum d'explications, ceci afin d'éviter le plus possible d'obtenir un modèle simplement ajusté à des constatations incomprises. Cette règle nous a peut-être empêché d'améliorer davantage le modèle en terme de résultats, mais ceci n'était pas notre but. Nous croyons que plus un modèle se base sur des explications phénoménologiques, plus il sera facile de l'adapter à d'autres contextes.

#### **4.2.2     *Nature des prédictions***

Le choix d'utiliser des classes de CDR pour élaborer les prédictions est discutable. Les classes ont comme avantage de simplifier le travail et de permettre ce qui a été appelé dans cet ouvrage un traitement qualitatif, c'est-à-dire sans calcul. Un désavantage important concerne les problèmes occasionnés par la discontinuité des classes. Le choix des valeurs des limites des classes influence les prédictions. Cela a été constaté dans le deuxième essai avec les prédictions concernant l'épinette noire coupée en hiver, alors que de nombreux échecs de prédictions se sont révélés très discutables puisque les valeurs se situaient près d'une limite de classe. La caractérisation des résultats selon leur certitude (succès/échec probable ou incertain) permet toutefois, dans une certaine mesure, d'identifier les cas problématiques. Cette méthode d'analyse dépend de la validité du calcul des intervalles de confiance sur lesquels elle se base. Le calcul utilisé dans le présent travail ne tient pas compte de la superficie de la strate inventoriée, ce qui en fait une méthode imparfaite pour nos besoins.

Une bonne alternative serait de faire une prédiction carrément sous forme de valeur numérique et d'évaluer le résultat avec une marge d'erreur pour juger de la validité. Toutefois, cette méthode ne pourrait permettre de traitement qualitatif. On aurait donc comme conséquence une disparité entre les espèces, certaines ayant un nombre comme prédictions et d'autres ayant une classe.

Le choix des attributs des classes dans cet ouvrage fut tout de même judicieux. Leur nombre était suffisant pour rendre les prédictions intéressantes. Un nombre inférieur aurait amené des prédictions peut-être plus exactes, mais avec une signification trop réduite. Par ailleurs, il fallait éviter d'utiliser un nombre de classes qui dépassait la capacité de discrimination du modèle. Étant donné que certains résultats n'ont pas été conformes à nos attentes, nous ne pouvons affirmer que c'est le cas avec certitude. Néanmoins, si le nombre de classes ne respecte pas exactement la précision du modèle, nous croyons que le manque à gagner n'est pas suffisant pour justifier le retrait d'une classe. En revanche, pour se permettre un plus grand nombre de classes, donc des prédictions plus précises, il serait nécessaire d'évaluer les paramètres du modèle (CDR d'origine, mécanismes de régénération des espèces, diminution du CDR, remontée du CDR, etc.) avec plus d'exactitude.

#### **4.2.3      *Composition initiale des strates***

Les tables d'inventaire du MRN donnent une information trop générale et ce même pour une strate, puisque les données proviennent d'un regroupement de strates. En d'autres mots, les informations obtenues pour une strate choisie ne sont peut-être pas conformes à la réalité puisqu'elles risquent d'être biaisées par les données d'autres strates. Ces autres strates cependant, sont toujours de types semblables, limitant ainsi l'amplitude d'éventuels biais.

L'autre désavantage de ces tables est l'absence de données de CDR. Pour pallier à cela, deux méthodes de conversion de la densité en CDR ont été essayées. La meilleure a été celle des courbes de relation densité-CDR pour chaque espèce. Nous croyons que cette méthode a un bon potentiel. Il aurait été cependant préférable d'avoir un échantillonnage plus important afin d'avoir suffisamment de données dans toute l'étendue de la courbe. Il est possible également que la validité des courbes soit variable selon le type de station. Rappelons également que les courbes en question doivent caractériser l'établissement naturel des tiges mais qu'elles ont pourtant été construites avec des placettes d'inventaire de régénération après coupe. Pour éviter le plus possible de fausser les données, seul les placettes hors sentiers ont été utilisées. Bien que ces dernières n'aient pas subies la circulation de la machinerie, elles sont susceptibles d'avoir été perturbées par la tête d'abattage, ce qui ne constitue cependant pas une perturbation importante pour la régénération préétablie, puisque la destruction prend place surtout lors du débardage (Gingras *et al* 1991). La faible destruction pouvant survenir lors de l'abattage (en dehors des sentiers) se fait par fauchage causé par certains types de tête d'abattage souvent utilisés dans le système de coupe étudié (Gingras 1990). On peut toutefois s'attendre à ce que les tiges potentiellement affectées soient de taille relativement importante, donc peu nombreuses, puisque les tiges résineuses préétablies sont beaucoup plus abondantes dans

les petites tailles. Cette hypothèse appuie donc la validité des équations de conversion développées grâce aux placettes en question.

Enfin, l'absence de données sur les tiges de 1 cm et moins de diamètre a causé des problèmes, ces derniers ayant été bien identifiés et discutés précédemment.

#### 4.2.4 *Effets de la récolte*

Dans cette étude, nous avons supposé que la baisse du CDR de la régénération préétablie lors de la coupe dépendait de l'importance de la circulation de la machinerie, que l'on a traduite par le pourcentage de la surface occupée par les sentiers de débardage. Rappelons que les travaux de Meek et Plamondon (1996) ainsi que de Webber *et al.* (1968) appuient cette hypothèse. Toutefois la validité de cette hypothèse n'a pu être correctement vérifiée. Pour ce faire, il faudrait un dispositif de placettes d'inventaires de régénération permettant de mesurer le CDR de la régénération préétablie. Ces placettes devraient être retraçables après la coupe afin de vérifier lesquelles contiennent toujours au moins une tige et de vérifier si cela correspond aux sentiers. Par ailleurs, il serait intéressant que les publications traitant de la baisse du CDR lors de la coupe donnent également des informations sur la surface occupée par les sentiers.

Les données de la littérature ont permis d'élaborer une méthode de calcul pour la coupe en été. Pour ce qui est de la coupe en hiver, ce n'est

qu'une très vague approximation qui a été faite. La raison est bien simple, on manque de données précises sur la coupe en hiver pour développer une méthode de calcul exacte.

La remontée du CDR, qui a été constatée 5 ans après coupe en été dans la littérature et que l'on a tenté d'appliquer dans le dernier essai pour l'épinette noire et le sapin baumier, ne semble pas avoir été vraiment étudiée. Ceci nous amène à suggérer une étude de suivi où l'on noterait la nature des nouvelles tiges (semis, marcottes, espèce), leur localisation (sol perturbé, sentiers ou non), leurs conditions d'établissement, l'abondance de l'établissement à chaque année (surtout en terme de CDR), et ce pour les systèmes de coupe utilisés à l'heure actuelle (CPRS par arbre entier ou bois court, etc.) et pour les deux saisons de coupe. Le plus important est de savoir quelles valeurs peut-on attendre selon les différentes espèces et les différentes conditions. Cela permettrait de mieux connaître la dynamique de ce recrutement après coupe et de le modéliser correctement.

#### ***4.2.5 Mécanismes de régénération des espèces***

Comme il a été précédemment énoncé, nous pensons qu'il pourrait y avoir des inconnus dans la dynamique mortalité-recrutement en ce qui concerne le sapin baumier. Cette dynamique semble plus compliquée qu'une simple mortalité à soustraire de la régénération préétablie. Peut-être y a-t-il une meilleure survie de la régénération préétablie que chez l'épinette ? Cet

élément reste à vérifier mais pourrait expliquer la distribution plus élevée que prévue chez le sapin, mais rappelons que ce n'est pas la seule explication possible.

Des connaissances manquent également chez le bouleau. Les conditions optimales de germination ont été peu étudiées. On n'a cependant jamais tenté de mettre ces connaissances dans un contexte pratique. Par exemple, on ne sait pas dans quelle mesure ces conditions optimales de germination se présentent dans les différents systèmes de coupe et saisons de coupe. De plus, la dynamique de la banque de graines, caractéristique de cette espèce, reste à préciser, en particulier dans un contexte de récolte forestière.

#### **4.2.6     *Évaluation de la composition réelle du peuplement***

Les données d'inventaire après coupe ont permis de valider les prédictions des trois essais. Le nombre de prédictions effectuées allait de faible dans les deux premiers essais (27 strates) à moyen dans l'essai final (60 strates). Ce nombre aurait été encore plus élevé si l'on avait disposé de plus de données d'inventaire, permettant de valider davantage de prédictions et par le fait même de soumettre les résultats à des tests de validité statistiques. Il n'est toutefois pas facile d'augmenter le nombre de prédictions, il faut beaucoup de placettes d'inventaire de régénération pour obtenir un CDR réel avec un intervalle de confiance d'étendue raisonnable.

**CHAPITRE 5**  
**CONCLUSIONS**



La présente étude a tenté de démontrer le potentiel d'une approche permettant de prédire la régénération après coupe en forêt boréale. Cette approche se base sur les caractéristiques d'avant la coupe, les effets du système de récolte et les mécanismes de régénération naturelle des espèces pour établir les prédictions. Ces dernières ont par la suite été validées avec des données d'inventaire de régénération après coupe. Il était sous-entendu au départ que l'on souhaitait faire porter les prédictions sur des peuplements forestiers individuels. Malheureusement, on s'est vite rendu compte que cela aurait nécessité une quantité énorme de données, ce qui n'était pas à notre portée. Ceci nous a obligé à faire porter les prédictions sur des strates d'inventaire. L'obligation de porter les prédictions sur des strates et non sur des peuplements constitue un désavantage important de la méthode. À notre avis, un modèle de prédiction de la régénération n'aura sa pleine valeur que s'il peut être appliqué à l'échelle d'une coupe, ce qui est plus près de l'échelle du peuplement que de celle d'une strate. De plus, appliquer à un peuplement une prédiction établie à partir d'une strate peut être une décision discutable. Cependant, un modèle développé avec des strates pourrait être applicable à des peuplements, à condition d'utiliser des données de composition initiale échantillonnées à l'échelle du peuplement.

Nous croyons que les résultats obtenus, bien que décevants dans leur forme actuelle, sont encourageants en vue de la poursuite du développement d'un modèle plus au point. Par ailleurs, cet ouvrage constitue une bonne

réflexion sur la problématique de la coupe. Il a permis de mettre en lumière des lacunes dans la compréhension actuelle de la régénération après coupe.

De ces lacunes, nous retiendront d'abord que l'effet des sentiers de débardage, particulièrement la surface qu'ils occupent, ne peut être relié avec certitude à la diminution du CDR lors de la récolte. Il y a un manque d'études spécifiques sur cette question. L'information est particulièrement minime pour la récolte en hiver où les questions de baisse du CDR ne peuvent avoir que des réponses qualitatives car toute quantification demeure risquée, bien que cela n'ait pas constitué le principal problème du présent travail.

Un autre constat important concerne un aspect fondamental de la méthode. Rappelons que les prédictions ont été effectuées espèce par espèce, alors qu'en foresterie québécoise on traite presque toujours le CDR en fonctions de toutes les essences marchandes ou de regroupements tels que «résineux» ou «feuillus». Notre choix de traitement individuel des espèces s'explique par la difficulté de construire un modèle phénoménologique en travaillant avec des groupements, donc en impliquant plusieurs phénomènes puisque chaque espèce se régénère par une mécanique différente. Il va de soi, à notre avis, que des pratiques impliquant des phénomènes différents devraient, autant que possible, respecter l'individualité de ces phénomènes.

Un dernier constat, probablement le plus important, est l'obstacle que représente l'information disponible concernant le CDR de la régénération préétablie. Bien qu'elle soit inadéquate, cela ne nous a pas empêché d'essayer

d'utiliser l'information disponible au mieux de ce que notre contexte de travail nous permettait de faire. Mais devant certains résultats mitigés où la caractérisation de la régénération préétablie est mise en cause, nous ne pouvons que constater que le problème est important et que cela constitue un handicap à la méthode. Nous pensons que la mesure du CDR de toutes les tiges non marchandes lors des inventaires forestiers améliorerait énormément notre capacité à faire des prédictions. L'approche actuelle n'en demeure pas moins intéressante, du moins si l'on s'en tient au niveau de précision visé par le modèle développé.

**CHAPITRE 6**  
**RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

- Boivin, J.-L. 1977. Régénération après coupes mécanisées et conventionnelles: Côte-Nord du Québec. For. Chron. 53, 341-347.
- Boulfroy, E., Lavoie, L., Sirois, L. et Gagnon, R. Développement d'un modèle prédictif de la régénération forestière dans les territoires brûlés en 1991 sur la Côte-Nord. Ministère des Ressources naturelles du Québec, Direction de la recherche. Projet n° 0900 136S.
- Canuel, B. 1988. Feuillelet d'information sur la coupe avec protection de la régénération (abattage mécanisé). Gouvernement du Québec, Service des traitements sylvicoles.
- Côté, S. et Bélanger, L. 1991. Variations de la régénération préétablie dans les sapinières boréales en fonction de leurs caractéristiques écologiques. Can.J.For.Res. 21 : 1779-1795.
- Doucet, R. 1988. La régénération préétablie dans les peuplements forestiers naturels au Québec. For. Chron. 64:116-120.
- Doucet, R. 1989. Regeneration silviculture of aspen. For. Chron. 65 : 23-27.
- Frank, R. M. et Putnam, E. L. 1972. Seedling Survival in Spruce-Fir After Mechanical Tree Harvesting in Strips. U.S. Department of Agriculture. Forest Service Research Paper NE-224:1-16.
- Frank, R.M. and Safford, L.O. 1970. Lack of Viable Seeds in the Forest Floor After Clearcutting. J. For. 1970 : 776-778.

- Frisque, G., Weetman, G.F., et Clemmer, E. 1978. Analyse, 10 ans après coupe de bois à pâte, des problèmes de régénération dans l'est du Canada. FERIC Rapport technique 23.
- Gingras, J.-F. 1990. Les méthodes d'exploitation favorisant la protection de la régénération: l'expérience du Québec. FERIC, Fiche Technique 144.
- Gingras, J.-F. Cormier, D., Ruel, J.-C., et Pin, D. 1991. Étude comparative de l'impact de trois modes de débardage sur la régénération préétablie. FERIC, Fiche Technique 163.
- Gingras, J.-F. 1994. Comparaison de la récolte en arbres entiers et en bois tronçonnés dans la forêt modèle du Manitoba. FERIC, Rapport Spécial 92.
- Groot, A. 1996. Regeneration and Surface Condition Trends Following Forest Harvesting on Peatlands. NODA/NFP Technical Report 26, 18p.
- Heeney, C.J., Kemperman, J.A., et Brown, G. 1980. A silvicultural guide to the aspen working group in Ontario. Ministry of Natural Resources, Ontario. 47p.
- Ibarzabal, J. 1994. Réservoir de graines des sols de sapinières boréales au nord du lac Saint-Jean. Mémoire de maîtrise, Université du Québec à Chicoutimi. 72 p.
- MacDonell, M.R. et Groot, A. 1997. Harvesting peatland black spruce: Impacts on advance growth and site disturbance. For. Chron. 73 : 249-255.

- Maini, J.S. et Horton, K.W. 1966. Vegetative propagation of *Populus* spp. I. Influence of temperature on formation and initial growth of aspen suckers. *Can. J. Bot.* 44 : 1183-1189.
- Marquis, D.A. 1980. Regeneration of birch. U.S. Forest Service. 1965 : 1-13.
- Meek, P. et Plamondon, J. A. 1996. Récolte par bois tronçonnés et efficacité de protection de la régénération. FERIC Fiche technique 242, 10 p.
- Ministère des Ressources naturelles. 1997. Cahier des objectifs de protection du règlement sur les normes d'intervention dans les forêts du domaine public. Gouvernement du Québec, MRN.
- Perala, D.A. 1974. Prescribed burning in an aspen-mixed hardwood forest. *Can.J.For.Res.* 4 : 222-228.
- Perala, D.A. 1990. *Populus tremuloides*. Dans *Silvics of North America* (Burns, R.M. and Honkala, B.H., Eds.). Forest Service, United States Department of Agriculture, Washington DC. Agriculture Handbook : 555-569.
- Perala, D.A. et Russell, J. 1983. Aspen. Dans *Sylvicultural Systems for the Major Forest Types of the United States*. USDA Forest Service, Agriculture Handbook 445, pp. 113-115.
- Perkins, T.D., Klein, R.M., Badger, G.J., et Easter, M.J. 1992). Spruce-fir decline and gap dynamics on Camels Hump, Vermont. *Can.J.For.Res.* 22 : 413-422.

- Perron, J.Y. 1996. Inventaire forestier. Dans Manuel de foresterie. Les Presses de l'université Laval, Québec, Canada. pp. 389-473.
- Peterson, E.B. and Peterson, N.M. 1992. Ecology, management, and use of Aspen and Balsam poplar in the prairie provinces, Canada. Forestry Canada. Special Report 252 p.
- Plamondon, J.A. 1995. Abattage-groupage en pointe de flèche et protection de la régénération. FERIC, Communiqué technique abattage-25.
- Pominville, P. 1993. Évolution quinquennale de la régénération protégée lors de récoltes par abattage manuel dans des sapinières. For. Chron. 69:569-578.
- Pothier, D. 1996. Évolution de la régénération après la coupe de peuplements récoltés selon différents procédés d'exploitation. For. Chron. 72:519-527.
- Richardson, J. 1975. Regeneration after disturbance in Newfoundland forests: patterns, problems and prescriptions. Environment Canada For. Serv. Newfoundland Forest Research Center. Information Report N-X-130.
- Ruel, J.-C. 1987. Effets de différents procédés de récolte de la matière ligneuse sur la régénération préétablie. Résumé de conférence, 53<sup>e</sup> congrès de l'ACFAS, Ottawa.
- Ruel, J.-C. 1988a. Étude comparative de la régénération dans des peuplements d'épinette noire soumis à la coupe à blanc et à la coupe par bandes:



résultats préliminaires. Ministère des Ressources naturelles, Note de recherche forestière 1-11.

Ruel, J.-C. 1988b. La régénération préétablie et l'exploitation forestière dans les peuplements d'épinette noire. Résumé de conférence, Ordre des ingénieurs forestiers du Québec, Chicoutimi.

Ruel, J.-C. 1989a. Importance de la régénération préexistante dans les forêts publiques du Québec. *Annales des Sciences Forestières* 46:345-359.

Ruel, J.-C. 1989b. Régénération des interbandes dans un système de coupe par bandes de peuplements d'épinette noire. *For. Chron.* 65:372-376.

Ruel, J.-C. 1989c. Régénération de peuplements d'épinette noire après coupe à blanc mécanisée: résultats préliminaires. Ministère des Ressources naturelles, Note de recherche forestière 1-17.

Ruel, J.-C. 1992. Abondance de la régénération 5 ans après la coupe à blanc mécanisée de peuplements d'épinette noire (*Picea mariana*). *Can.J.For.Res.* 22 : 1630-1638.

Ruel, J.-C., Doucet, R., et Boily, J. 1995. Mortality of balsam fir and black spruce advance growth 3 years after clear-cutting. *Can.J.For.Res.* 25 : 1528-1537.

Ruel, J.-C., Ouellet, F., Plusquellec, R., and Ung, C.H. 1998. Évolution de la régénération de peuplements résineux et mélangés au cours des 30 années après coupe à blanc mécanisée. *For. Chron.* 74:428-443.

- Safford, L.O., Bjorkbom, J.C., and Zasada, J.C. 1990. *Betula papyrifera* Marsch. Dans *Silvics of North America* (Burns, R.M. and Honkala, B.H., Eds.). Forest Service, United States Department of Agriculture, Washington DC. Agriculture Handbook 158-171.
- Saucier, J.P. 1999. Les régions écologiques du Québec méridional (3<sup>e</sup> version). Ministère des Ressources naturelles, Québec.
- Scherrer, B. 1984. *Biostatistique*. Gaëtan Morin éditeur, Québec.
- Smith, G.K.M. 1988. Site preparation in cold soils. *Can. For. Ind.* September : 32-34.
- Steneker, G.A. 1974. Factors affecting the suckering of trembling aspen. *For. Chron.* 1974:32-34.
- Symons, E.S. 1996. Natural regeneration of hardwood and softwood tree species following full-tree harvesting in northwestern Ontario. NODA/NFP Technical Report 22.
- Walker, N.R. et Sims, H.P. 1984. Jack Pine seed dispersal from slash and seedling performance on prepared seedbeds. *Environ. Can., Can. For. Serv., North. For. Cent.* Information Report NOR-X-259.
- Webber, B., Arnott, J. T., Weetman, G. F., et Croome, G. C. R. 1968. Advance growth destruction, slash coverage and ground conditions in logging operations in eastern Canada. Pulp and Paper Research Institute of Canada, WR-8:1-109.

**ANNEXE 1****DONNÉES UTILISÉES POUR QUANTIFIER LA DIMINUTION DU CDR**



## **ANNEXE 2**

### **SIGNIFICATION DES CODES CARTOGRAPHIQUES**

(tiré de la carte forestière du ministère des ressources naturelles)

## LÉGENDE FORESTIÈRE

## TYPE DE COUVERT

## RÉSINEUX (groupements et sous-groupements)

Résineux	R
- à sapin et/ou épinette blanche	R (S)
- à épinette noire et/ou épinette rouge	R (E)
- à pin blanc et/ou pin rouge	R (Pb)
- à pin gris	R (Pg)
- à thuya (cèdre)	R (C)
- à pruche	R (Pu)
- à mélèze	R (Me)
- (plantation)	R p
Pessière	E
- (à épinette noire et/ou à pin rouge occupent plus de 75% de la partie résineuse)	E (C)
- à thuya (cèdre)	E (C)
- à mélèze	E (Me)
- à pruche	E (Pu)
- à pin blanc et/ou pin rouge	E (Pb)
- à pin rouge	E (Pr)
- à pin gris	E (Pg)
- à sapin et/ou épinette	E (S)
- (plantation d'épinette blanche)	Ep p
- (plantation d'épinette de Norvège)	Ep p
- (plantation d'épinette noire)	Ep p
- (plantation d'épinette rouge)	Ep p
Sapinière	S
- (le sapin et/ou épinette blanche occupent plus de 75% de la partie résineuse)	S (S)
- à thuya (cèdre)	S (C)
- à épinette noire et/ou épinette rouge	S (E)
- à pin blanc et/ou pin rouge	S (Pb)
- à pin rouge	S (Pr)
- à pin gris	S (Pg)
- à pruche	S (Pu)
- à mélèze	S (Me)
- (plantation de sapin baumier)	Sa p
Pinède à pin blanc	Pb
- avec pin rouge	Pb (Pr)
- et/ou rouge (s'ils occupent plus de 75% de la partie résineuse)	Pb (Pb)
- avec thuya (cèdre)	Pb (C)
- avec épinette noire et/ou épinette rouge	Pb (E)
- avec mélèze	Pb (Me)
- avec pin gris	Pb (Pg)
- avec pruche	Pb (Pu)
- à sapin et/ou épinette blanche	Pb (S)
- (plantation)	Pb p
Pinède à pin rouge	Pr
- (le pin rouge occupe plus de 75% de la partie résineuse)	Pr (C)
- avec épinette noire et/ou épinette rouge	Pr (E)
- avec mélèze	Pr (Me)
- avec pin blanc	Pr (Pb)
- avec pruche	Pr (Pu)
- avec sapin et/ou épinette blanche	Pr (S)
- (plantation)	Pr p
Pinède à pin gris	Pg
- (le pin gris occupe plus de 75% de la partie résineuse)	Pg (C)
- avec thuya (cèdre)	Pg (C)
- avec épinette noire et/ou épinette rouge	Pg (E)
- avec mélèze	Pg (Me)
- avec pin rouge	Pg (Pr)
- avec pin blanc et/ou pin rouge	Pg (Pb)
- avec pruche	Pg (Pu)
- avec sapin et/ou épinette blanche	Pg (S)
- (plantation)	Pg p
Plantation de pin sylvestre	Pis p
Cédrière	C
- (le thuya occupe plus de 75% de la partie résineuse)	C (C)
- à épinette noire et/ou épinette rouge	C (E)
- à mélèze	C (Me)
- à pin blanc et/ou pin rouge	C (Pb)
- à pin rouge	C (Pr)
- à pin gris	C (Pg)
- à pruche	C (Pu)
- à sapin et/ou épinette blanche	C (S)
- (plantation de thuya)	Th p
Prucherie	Pu
- (la pruche occupe plus de 75% de la partie résineuse)	Pu (Pu)
- à thuya (cèdre)	Pu (C)
- à épinette noire et/ou épinette rouge	Pu (E)
- à mélèze	Pu (Me)
- à pin blanc et/ou pin rouge	Pu (Pb)
- à pin rouge	Pu (Pr)
- à pin gris	Pu (Pg)
- à sapin et/ou épinette blanche	Pu (S)
- (plantation)	PrU p
Mélèze	Me
- (le mélèze occupe plus de 75% de la partie résineuse)	Me (Me)
- à thuya (cèdre)	Me (C)
- à épinette noire et/ou épinette rouge	Me (E)
- à pin blanc et/ou pin rouge	Me (Pb)
- à pin rouge	Me (Pr)
- à pin gris	Me (Pg)
- à pruche	Me (Pu)
- à sapin et/ou épinette blanche	Me (S)
- (plantation de mélèze européen)	MeL p
- (plantation de mélèze japonais)	MeL p
- (plantation de mélèze laricin)	MeL p

## GRILLE DENSITÉ-HAUTEUR

HAUTEUR	22m	17m	12m	7m	5m	4m
DENSITÉ						
A 80%	A1	A2	A3	A4	A5	6
B 60%	B1	B2	B3	B4	B5	6
C 40%	C1	C2	C3	C4	C5	6
D 25%	D1	D2	D3	D4	D5	6

## TYPE DE COUVERT

## MÉLANGÉS (groupements et sous-groupements)

Faillis d'essences intolérantes avec pin gris	F Pg	F Pg (F)	F Pg (R)
- avec pin blanc	F Pb	F Pb (F)	F Pb (R)
- avec pin rouge	F Pr	F Pr (F)	F Pr (R)
- avec résineux	F R	F R (F)	F R (R)
- avec sapin	F S	F S (F)	F S (R)
- avec épinette noire ou rouge	F E	F E (F)	F E (R)
Bétoir à bouleaux blancs avec sapin	Bb S	Bb S (F)	Bb S (R)
- avec épinette noire ou rouge	Bb E	Bb E (F)	Bb E (R)
- avec pin gris	Bb Pg	Bb Pg (F)	Bb Pg (R)
- avec pin blanc	Bb Pb	Bb Pb (F)	Bb Pb (R)
- avec pin rouge	Bb Pr	Bb Pr (F)	Bb Pr (R)
- avec résineux	Bb R	Bb R (F)	Bb R (R)
Bétoir à bouleaux jaunes avec résineux	Bj R	Bj R (F)	Bj R (R)
Faillis d'essences tolérantes avec pin blanc	F Pb	F Pb (F)	F Pb (R)
- avec pin rouge	F Pr	F Pr (F)	F Pr (R)
Peupleraie avec sapin	Pe S	Pe S (F)	Pe S (R)
- avec pin gris	Pe Pg	Pe Pg (F)	Pe Pg (R)
- avec pin blanc	Pe Pb	Pe Pb (F)	Pe Pb (R)
- avec pin rouge	Pe Pr	Pe Pr (F)	Pe Pr (R)
- avec épinette noire ou rouge	Pe E	Pe E (F)	Pe E (R)
- avec résineux	Pe R	Pe R (F)	Pe R (R)
Érablière rouge résineuse	EroR	EroR (F)	EroR (R)
Érablière résineuse	ErR	ErR (F)	ErR (R)
Mélangés à feuillus tolérants	M Ft	M Ft (F)	M Ft (R)
- sur station humide	M Fh	M Fh (F)	M Fh (R)

## FEUILLUS (groupements)

Feuillus	F
- d'essences intolérantes	Ft
- d'essences tolérantes	Ft
- sur station humide	Fh
- (plantation)	Fp
Bétoir à bouleaux blancs et/ou bouleaux gris	Bb
- à bouleaux jaunes	Bj
Peupleraie	Pe
Érablière rouge	Ero
Érablière	Er
- à bouleaux blancs et/ou bouleaux gris	ErBb
- à bouleaux jaunes	ErBj
- à peupliers	ErPe
- à feuillus d'essences intolérantes	ErFt
- à feuillus d'essences tolérantes	ErFt
Plantation d'érable à sucre	ES p
- de bouleau jaune	Bj p
- de peuplier	Pe p
- de peuplier hybride	PeH p
- de frêne d'Amérique	Fp

## TERRAIN FORESTIER IMPRODUCTIF

Dénué et semi-dénué sec	St
Dénué et semi-dénué humide	StH
Autre	T

## TERRAIN NON FORESTIER

Eau (rivières et lacs)	A
Ligne de transport d'énergie (emprise)	A
Terrain agricole	A
Emplacement urbain, camping, villégiature, centre de ski, terrain de golf, etc	A

## PERTURBATION

Coupe partielle	cp
Coupe partielle en damier	cd
Coupe partielle par bande	cb
Coupe partielle plus épidémie légère	ce
Chablis partiel	chp
Épidémie légère	el
Brûlis partiel	brp

## DÉFOLIATION

Pour les luges de sapin et d'épinette blanche vivantes  $\ominus$  1 à 50 %  $\oplus$  51 à 99 %

## ORIGINE

Coupe totale	ct
Brûlis	br
Chablis totale	cht
Épidémie sévère	es
Friche	fr
Plantation	p

## CLASSES D'ÂGE

FORÊT ÉQUIENNE	TIGES DE	FORÊT ÉTAGÉE
CLASSES	CLASSES	CLASSES
10 (ans) --	0-20 ans	70-30 (ans)
30 " --	21-40 "	30-90 "
50 " --	41-60 "	120-30 "
70 " --	61-80 "	30-90 "
90 " --	81-100 "	120-50 "
120 " --	101 et plus	120-70 "

## FORÊT INÉQUIENNE

Peupl à dominance de feuill tolérants, majorité des luges entre 0 et 90 ans  
Autres peuplements : majorité des luges entre 0 et 60 ans  
Vin (vieux inéquienne) : Peupl à dominance de feuill tolérants, majorité des luges entre 0 et 60 ans  
Autres peuplements : majorité des luges entre 0 et 60 ans

## CLASSES DE PENTE

CLASSES	% DE PENTE	SYMBOLISME CARTE
Légère	0 à 30 %	Quatre
Moyenne	31 à 40 %	Quatre
Forte	41 à 50 %	Quatre
Abrupte	51 % et plus	Quatre
Superficie entourée de pentes > 51 %		Quatre

N.B. : Les classes de pente sont indiquées dans les forêts publiques seulement

**ANNEXE 3**  
**PRÉDICTIONS ET VALIDATIONS POUR LE PREMIER ESSAI**

UGS	Strate	Groupe	Saison de récolte	Année de coupe	SS (%)	Espèce	Tiges marchandes (tiges/ha)	CDR Initial (%)	Baisse	Ajout	CDR résiduel	Prédiction	CDR réel	Classe réelle	n	Résultat
273	R EL ES C21200	R ES B21200	Été	93	40	EPN		100	-40	0	60	CDR3	38	CDR2	110	FAUX
272	R SE B30700	R EL SE C30712	Été	94	40	EPN		94	-40	0	54	CDR2	18	CDR1	93	FAUX
273	R ES B21200	R ES B21200	Été	93	40	EPN		100	-40	0	60	CDR3	43	CDR2	195	FAUX
273	R EE C31200	R EE C31200	Été	89	40	EPN		100	-40	0	60	CDR3	56	CDR2	103	FAUX
273	R EE C31200	R EE C31200	Été	90	40	EPN		100	-40	0	60	CDR3	57	CDR2	105	FAUX
273	R EE C31200	R EE C31200	Été	93	40	EPN		100	-40	0	60	CDR3	47	CDR2	89	FAUX
273	R EE C21200	R EE C31200	Été	89	40	EPN		100	-40	0	60	CDR3	43	CDR2	83	FAUX
273	R EE C21200	R EE C31200	Été	90	40	EPN		100	-40	0	60	CDR3	45	CDR2	125	FAUX
273	R EE C21200	R EE C31200	Été	93	40	EPN		100	-40	0	60	CDR3	35	CDR2	85	FAUX
273	R EE B31200	R EE C31200	Été	89	40	EPN		100	-40	0	60	CDR3	39	CDR2	164	FAUX
273	R EE B31200	R EE C31200	Été	90	40	EPN		100	-40	0	60	CDR3	40	CDR2	93	FAUX
273	R EE B30900	R EE B30900	Été	89	40	EPN		90	-40	0	50	CDR2	33	CDR2	213	VRAI
273	R EE B30900	R EE B30900	Été	91	40	EPN		90	-40	0	50	CDR2	39	CDR2	76	VRAI
273	R EE B21200	R EE C31200	Été	93	40	EPN		100	-40	0	60	CDR3	44	CDR2	116	FAUX
273	M BBEF B20900	M BBEF B20700	Été	94	40	EPN		65	-40	0	25	CDR1	15	CDR1	88	VRAI
273	R ES C21200	R ES B21200	Hiver	93	40	EPN		100	-16	0	84	CDR3	55	CDR2	71	FAUX
273	R EE C31200	R EE C31200	Hiver	89	40	EPN		100	-16	0	84	CDR3	47	CDR2	130	FAUX
273	R EE C31200	R EE C31200	Hiver	90	40	EPN		100	-16	0	84	CDR3	58	CDR2	120	FAUX
273	R EE C31200	R EE C31200	Hiver	92	40	EPN		100	-16	0	84	CDR3	63	CDR3	90	VRAI
273	R EE C31200	R EE C31200	Hiver	93	40	EPN		100	-16	0	84	CDR3	51	CDR2	196	FAUX
273	R EE C21200	R EE C31200	Hiver	89	40	EPN		100	-16	0	84	CDR3	56	CDR2	79	FAUX
273	R EE C21200	R EE C31200	Hiver	90	40	EPN		100	-16	0	84	CDR3	53	CDR2	118	FAUX
273	R EE C21200	R EE C31200	Hiver	92	40	EPN		100	-16	0	84	CDR3	64	CDR3	81	VRAI
273	R EE C21200	R EE C31200	Hiver	93	40	EPN		100	-16	0	84	CDR3	56	CDR2	206	FAUX
273	R EE B31200	R EE C31200	Hiver	89	40	EPN		100	-16	0	84	CDR3	50	CDR2	98	FAUX
273	R EE B31200	R EE C31200	Hiver	90	40	EPN		100	-16	0	84	CDR3	48	CDR2	95	FAUX
273	R EE B31200	R EE C31200	Hiver	93	40	EPN		100	-16	0	84	CDR3	47	CDR2	119	FAUX
273	R EL ES C21200	R ES B21200	Été	93	40	SAB		100	-40	0	60	CDR3	48	CDR2	110	FAUX
272	R SE B30700	R EL SE C30712	Été	94	40	SAB		100	-40	0	60	CDR3	35	CDR2	93	FAUX
273	R ES B21200	R ES B21200	Été	93	40	SAB		100	-40	0	60	CDR3	48	CDR2	195	FAUX
273	R EE C31200	R EE C31200	Été	89	40	SAB		37	-24	0	13	CDR1	15	CDR1	103	VRAI
273	R EE C31200	R EE C31200	Été	90	40	SAB		37	-24	0	13	CDR1	29	CDR1	105	VRAI
273	R EE C31200	R EE C31200	Été	93	40	SAB		37	-24	0	13	CDR1	30	CDR2	89	FAUX
273	R EE C21200	R EE C31200	Été	89	40	SAB		37	-24	0	13	CDR1	16	CDR1	83	VRAI
273	R EE C21200	R EE C31200	Été	90	40	SAB		37	-24	0	13	CDR1	58	CDR2	125	FAUX
273	R EE C21200	R EE C31200	Été	93	40	SAB		37	-24	0	13	CDR1	34	CDR2	85	FAUX
273	R EE B31200	R EE C31200	Été	89	40	SAB		37	-24	0	13	CDR1	30	CDR2	164	FAUX
273	R EE B31200	R EE C31200	Été	90	40	SAB		37	-24	0	13	CDR1	48	CDR2	93	FAUX
273	R EE B30900	R EE B30900	Été	89	40	SAB		77	-40	0	37	CDR2	21	CDR1	213	FAUX
273	R EE B30900	R EE B30900	Été	91	40	SAB		77	-40	0	37	CDR2	14	CDR1	76	FAUX
273	R EE B21200	R EE C31200	Été	93	40	SAB		37	-24	0	13	CDR1	30	CDR2	116	FAUX
273	M BBEF B20900	M BBEF B20700	Été	94	40	SAB		80	-40	0	40	CDR2	44	CDR2	88	VRAI
273	R ES C21200	R ES B21200	Hiver	93	40	SAB		100	-16	0	84	CDR3	25	CDR1	71	FAUX



273	R	EE	C31200	R	EE	C31200	Hiver	89	40	SAB	37	-12	0	25	CDR1	35	CDR2	130	FAUX	
273	R	EE	C31200	R	EE	C31200	Hiver	90	40	SAB	37	-12	0	25	CDR1	28	CDR1	120	VRAI	
273	R	EE	C31200	R	EE	C31200	Hiver	92	40	SAB	37	-12	0	25	CDR1	17	CDR1	90	VRAI	
273	R	EE	C31200	R	EE	C31200	Hiver	93	40	SAB	37	-12	0	25	CDR1	28	CDR1	196	VRAI	
273	R	EE	C21200	R	EE	C31200	Hiver	89	40	SAB	37	-12	0	25	CDR1	39	CDR2	79	FAUX	
273	R	EE	C21200	R	EE	C31200	Hiver	90	40	SAB	37	-12	0	25	CDR1	30	CDR2	118	FAUX	
273	R	EE	C21200	R	EE	C31200	Hiver	92	40	SAB	37	-12	0	25	CDR1	30	CDR2	81	FAUX	
273	R	EE	C21200	R	EE	C31200	Hiver	93	40	SAB	37	-12	0	25	CDR1	19	CDR1	206	VRAI	
273	R	EE	B31200	R	EE	C31200	Hiver	89	40	SAB	37	-12	0	25	CDR1	26	CDR1	98	VRAI	
273	R	EE	B31200	R	EE	C31200	Hiver	90	40	SAB	37	-12	0	25	CDR1	38	CDR2	95	FAUX	
273	R	EE	B31200	R	EE	C31200	Hiver	93	40	SAB	37	-12	0	25	CDR1	34	CDR2	119	FAUX	
273	R	EL	ES C21200	R	ES	B21200	Été	93	40	PIG	0	0	0	0	CDR0	0	CDR0	110	VRAI	
272	R	SE	B30700	R	EL	SE C30712	Été	94	40	PIG	0	0	0	0	CDR0	0	CDR0	93	VRAI	
273	R	ES	B21200	R	ES	B21200	Été	93	40	PIG	0	0	0	0	CDR0	0	CDR0	195	VRAI	
273	R	EE	C31200	R	EE	C31200	Été	89	40	PIG	0	0	0	0	CDR0	0	CDR0	103	VRAI	
273	R	EE	C31200	R	EE	C31200	Été	90	40	PIG	0	0	0	0	CDR0	0	CDR0	105	VRAI	
273	R	EE	C31200	R	EE	C31200	Été	93	40	PIG	0	0	0	0	CDR0	0	CDR0	89	VRAI	
273	R	EE	C21200	R	EE	C31200	Été	89	40	PIG	0	0	0	0	CDR0	0	CDR0	83	VRAI	
273	R	EE	C21200	R	EE	C31200	Été	90	40	PIG	0	0	0	0	CDR0	0	CDR0	125	VRAI	
273	R	EE	C21200	R	EE	C31200	Été	93	40	PIG	0	0	0	0	CDR0	0	CDR0	85	VRAI	
273	R	EE	B31200	R	EE	C31200	Été	89	40	PIG	0	0	0	0	CDR0	0	CDR0	164	VRAI	
273	R	EE	B31200	R	EE	C31200	Été	90	40	PIG	0	0	0	0	CDR0	0	CDR0	93	VRAI	
273	R	EE	B30900	R	EE	B30900	Été	89	40	PIG	253	0	0	0	0	CDR1	0	CDR0	213	FAUX
273	R	EE	B30900	R	EE	B30900	Été	91	40	PIG	253	0	0	0	0	CDR1	0	CDR0	76	FAUX
273	R	EE	B21200	R	EE	C31200	Été	93	40	PIG	1092	0	0	0	0	CDR0	0	CDR0	116	VRAI
273	M	BBEF	B20900	M	BBEF	B20700	Été	94	40	PIG	1092	0	0	0	0	CDR1	0	CDR0	88	FAUX
273	R	ES	C21200	R	ES	B21200	Hiver	93	40	PIG	0	0	0	0	CDR0	0	CDR0	71	VRAI	
273	R	EE	C31200	R	EE	C31200	Hiver	89	40	PIG	0	0	0	0	CDR0	0	CDR0	130	VRAI	
273	R	EE	C31200	R	EE	C31200	Hiver	90	40	PIG	0	0	0	0	CDR0	0	CDR0	120	VRAI	
273	R	EE	C31200	R	EE	C31200	Hiver	92	40	PIG	0	0	0	0	CDR0	0	CDR0	90	VRAI	
273	R	EE	C31200	R	EE	C31200	Hiver	93	40	PIG	0	0	0	0	CDR0	0	CDR0	196	VRAI	
273	R	EE	C21200	R	EE	C31200	Hiver	89	40	PIG	0	0	0	0	CDR0	0	CDR0	79	VRAI	
273	R	EE	C21200	R	EE	C31200	Hiver	90	40	PIG	0	0	0	0	CDR0	0	CDR0	118	VRAI	
273	R	EE	C21200	R	EE	C31200	Hiver	92	40	PIG	0	0	0	0	CDR0	0	CDR0	81	VRAI	
273	R	EE	C21200	R	EE	C31200	Hiver	93	40	PIG	0	0	0	0	CDR0	0	CDR0	206	VRAI	
273	R	EE	B31200	R	EE	C31200	Hiver	89	40	PIG	0	0	0	0	CDR0	0	CDR0	98	VRAI	
273	R	EE	B31200	R	EE	C31200	Hiver	90	40	PIG	0	0	0	0	CDR0	0	CDR0	95	VRAI	
273	R	EE	B31200	R	EE	C31200	Hiver	93	40	PIG	0	0	0	0	CDR0	0	CDR0	119	VRAI	
273	R	EL	ES C21200	R	ES	B21200	Été	93	40	PET	0	0	0	0	CDR0	0	CDR0	110	VRAI	
272	R	SE	B30700	R	EL	SE C30712	Été	94	40	PET	0	0	0	0	CDR0	1	CDR0	93	VRAI	
273	R	ES	B21200	R	ES	B21200	Été	93	40	PET	0	0	0	0	CDR0	0	CDR0	195	VRAI	
273	R	EE	C31200	R	EE	C31200	Été	89	40	PET	0	0	0	0	CDR0	0	CDR0	103	VRAI	
273	R	EE	C31200	R	EE	C31200	Été	90	40	PET	0	0	0	0	CDR0	0	CDR0	105	VRAI	
273	R	EE	C31200	R	EE	C31200	Été	93	40	PET	0	0	0	0	CDR0	0	CDR0	89	VRAI	
273	R	EE	C21200	R	EE	C31200	Été	89	40	PET	0	0	0	0	CDR0	0	CDR0	83	VRAI	
273	R	EE	C21200	R	EE	C31200	Été	90	40	PET	0	0	0	0	CDR0	0	CDR0	125	VRAI	

273	R	EE	C21200	R	EE	C31200	Été	93	40	PET							0	0	CDR0	0	CDR0	85	VRAI
273	R	EE	B31200	R	EE	C31200	Été	89	40	PET							0	0	CDR0	0	CDR0	164	VRAI
273	R	EE	B31200	R	EE	C31200	Été	90	40	PET							0	0	CDR0	1	CDR0	93	VRAI
273	R	EE	B30900	R	EE	B30900	Été	89	40	PET							0	0	CDR0	0	CDR0	213	VRAI
273	R	EE	B30900	R	EE	B30900	Été	91	40	PET	55						0	0	CDR0	1	CDR0	76	VRAI
273	R	EE	B21200	R	EE	C31200	Été	93	40	PET	55						0	0	CDR0	0	CDR0	116	VRAI
273	M	BBEF	B20900	M	BBEF	B20700	Été	94	40	PET	95						0	0	CDR0	1	CDR0	88	VRAI
273	R	ES	B21200	R	ES	B21200	Hiver	93	40	PET							0	0	CDR0	0	CDR0	71	VRAI
273	R	EE	C31200	R	EE	C31200	Hiver	89	40	PET							0	0	CDR0	0	CDR0	130	VRAI
273	R	EE	C31200	R	EE	C31200	Hiver	90	40	PET							0	0	CDR0	0	CDR0	120	VRAI
273	R	EE	C31200	R	EE	C31200	Hiver	92	40	PET							0	0	CDR0	0	CDR0	90	VRAI
273	R	EE	C31200	R	EE	C31200	Hiver	93	40	PET							0	0	CDR0	0	CDR0	196	VRAI
273	R	EE	C21200	R	EE	C31200	Hiver	89	40	PET							0	0	CDR0	0	CDR0	79	VRAI
273	R	EE	C21200	R	EE	C31200	Hiver	90	40	PET							0	0	CDR0	1	CDR0	118	VRAI
273	R	EE	C21200	R	EE	C31200	Hiver	92	40	PET							0	0	CDR0	2	CDR0	81	VRAI
273	R	EE	C21200	R	EE	C31200	Hiver	93	40	PET							0	0	CDR0	0	CDR0	206	VRAI
273	R	EE	B31200	R	EE	C31200	Hiver	89	40	PET							0	0	CDR0	0	CDR0	98	VRAI
273	R	EE	B31200	R	EE	C31200	Hiver	90	40	PET							0	0	CDR0	0	CDR0	95	VRAI
273	R	EE	B31200	R	EE	C31200	Hiver	93	40	PET							0	0	CDR0	0	CDR0	119	VRAI
273	R	EL	ES	C21200	R	EL	ES	Été	93	40	BOP	294					0	0	CDR1	28	CDR1	110	FAUX
272	R	SE	B30700	R	SE	C30712	Été	94	40	BOP	473						43	40	CDR2	24	CDR1	93	FAUX
273	R	ES	B21200	R	ES	B21200	Été	93	40	BOP	294						0	40	CDR2	18	CDR1	195	FAUX
273	R	EE	C31200	R	EE	C31200	Été	89	40	BOP	134						40	40	CDR2	0	CDR0	103	FAUX
273	R	EE	C31200	R	EE	C31200	Été	90	40	BOP	134						40	40	CDR2	8	CDR1	105	FAUX
273	R	EE	C31200	R	EE	C31200	Été	93	40	BOP	134						40	40	CDR2	12	CDR1	89	FAUX
273	R	EE	C21200	R	EE	C31200	Été	89	40	BOP	134						40	40	CDR2	0	CDR0	83	FAUX
273	R	EE	C21200	R	EE	C31200	Été	90	40	BOP	134						40	40	CDR2	16	CDR1	125	FAUX
273	R	EE	C21200	R	EE	C31200	Été	93	40	BOP	134						40	40	CDR2	13	CDR1	85	FAUX
273	R	EE	B31200	R	EE	C31200	Été	89	40	BOP	134						40	40	CDR2	0	CDR0	164	FAUX
273	R	EE	B31200	R	EE	C31200	Été	90	40	BOP	134						40	40	CDR2	14	CDR1	93	FAUX
273	R	EE	B30900	R	EE	B30900	Été	89	40	BOP	222						0	40	CDR2	1	CDR0	213	FAUX
273	R	EE	B30900	R	EE	B30900	Été	91	40	BOP	222						0	40	CDR2	0	CDR0	76	FAUX
273	R	EE	B21200	R	EE	C31200	Été	93	40	BOP	134						40	40	CDR2	20	CDR1	116	FAUX
273	M	BBEF	B20900	M	BBEF	B20700	Été	94	40	BOP	7115						69	40	CDR3	22	CDR1	88	FAUX
273	R	ES	C21200	R	ES	B21200	Hiver	93	40	BOP	294						0	0	CDR0	18	CDR1	71	FAUX
273	R	EE	C31200	R	EE	C31200	Hiver	89	40	BOP	134						0	0	CDR0	1	CDR0	130	VRAI
273	R	EE	C31200	R	EE	C31200	Hiver	90	40	BOP	134						0	0	CDR0	3	CDR0	120	VRAI
273	R	EE	C31200	R	EE	C31200	Hiver	92	40	BOP	134						0	0	CDR0	3	CDR0	90	VRAI
273	R	EE	C31200	R	EE	C31200	Hiver	93	40	BOP	134						0	0	CDR1	15	CDR1	196	FAUX
273	R	EE	C21200	R	EE	C31200	Hiver	89	40	BOP	134						0	0	CDR0	1	CDR0	79	VRAI
273	R	EE	C21200	R	EE	C31200	Hiver	90	40	BOP	134						0	0	CDR0	4	CDR0	118	VRAI
273	R	EE	C21200	R	EE	C31200	Hiver	92	40	BOP	134						0	0	CDR0	4	CDR0	81	VRAI
273	R	EE	C21200	R	EE	C31200	Hiver	93	40	BOP	134						0	0	CDR1	12	CDR1	206	VRAI
273	R	EE	C21200	R	EE	C31200	Hiver	89	40	BOP	134						0	0	CDR0	3	CDR0	98	VRAI
273	R	EE	B31200	R	EE	B31200	Hiver	90	40	BOP	134						0	0	CDR0	9	CDR1	95	FAUX
273	R	EE	B31200	R	EE	B31200	Hiver	93	40	BOP	134						0	0	CDR0	11	CDR1	119	FAUX

**ANNEXE 4**  
**PRÉDICTIONS ET VALIDATIONS POUR LE SECOND ESSAI**

UGS	Strate	Groupe	Saison de récolte	Année de coupe	SS (%)	Espèce	Tiges marchandes (tiges/ha)	CDR Initial (%)	Baisse	Ajout	CDR résiduel	Prédiction	CDR réel	Classe réelle	n	Résultat
272	R SE B30700	R EL SE C30712	E	94	35	EPN		60	-24	0	36	CDR2	18	CDR1	93	FAUX
273	R EL ES C21200	R ES B21200	E	93	35	EPN		77	-31	0	46	CDR2	38	CDR2	110	VRAI
273	R ES B21200	R ES B21200	E	93	35	EPN		77	-31	0	46	CDR2	43	CDR2	195	VRAI
273	R EE C31200	R EE C31200	E	89	35	EPN		77	-31	0	46	CDR2	56	CDR2	103	VRAI
273	R EE C21200	R EE C31200	E	89	35	EPN		77	-31	0	46	CDR2	43	CDR2	83	VRAI
273	R EE B31200	R EE C31200	E	89	35	EPN		77	-31	0	46	CDR2	39	CDR2	164	VRAI
273	R EE C31200	R EE C31200	E	90	35	EPN		77	-31	0	46	CDR2	57	CDR2	105	VRAI
273	R EE C21200	R EE C31200	E	90	35	EPN		77	-31	0	46	CDR2	45	CDR2	125	VRAI
273	R EE B31200	R EE C31200	E	90	35	EPN		77	-31	0	46	CDR2	40	CDR2	93	VRAI
273	R EE C31200	R EE C31200	E	93	35	EPN		77	-31	0	46	CDR2	47	CDR2	89	VRAI
273	R EE C21200	R EE C31200	E	93	35	EPN		77	-31	0	46	CDR2	35	CDR2	85	VRAI
273	R EE B21200	R EE C31200	E	93	35	EPN		77	-31	0	46	CDR2	44	CDR2	116	VRAI
273	R EE B30900	R EE B30900	E	89	35	EPN		55	-22	0	33	CDR2	33	CDR2	213	VRAI
273	R EE B30900	R EE B30900	E	91	35	EPN		55	-22	0	33	CDR2	39	CDR2	76	VRAI
273	M BBF B20900	M BBF B20700	E	94	35	EPN		40	-16	0	24	CDR1	15	CDR1	88	VRAI
273	R ES C21200	R ES B21200	H	93	35	EPN		77	-15	0	62	CDR3	55	CDR2	71	FAUX
273	R EE C31200	R EE C31200	H	89	35	EPN		77	-15	0	62	CDR3	47	CDR2	130	FAUX
273	R EE C21200	R EE C31200	H	89	35	EPN		77	-15	0	62	CDR3	56	CDR2	79	FAUX
273	R EE B31200	R EE C31200	H	89	35	EPN		77	-15	0	62	CDR3	50	CDR2	98	FAUX
273	R EE C31200	R EE C31200	H	90	35	EPN		77	-15	0	62	CDR3	58	CDR2	120	FAUX
273	R EE C21200	R EE C31200	H	90	35	EPN		77	-15	0	62	CDR3	53	CDR2	118	FAUX
273	R EE B31200	R EE C31200	H	90	35	EPN		77	-15	0	62	CDR3	48	CDR2	95	FAUX
273	R EE C31200	R EE C31200	H	92	35	EPN		77	-15	0	62	CDR3	63	CDR3	90	VRAI
273	R EE C21200	R EE C31200	H	92	35	EPN		77	-15	0	62	CDR3	64	CDR3	81	VRAI
273	R EE C31200	R EE C31200	H	93	35	EPN		77	-15	0	62	CDR3	51	CDR2	196	FAUX
273	R EE C21200	R EE C31200	H	93	35	EPN		77	-15	0	62	CDR3	56	CDR2	206	FAUX
273	R EE B31200	R EE C31200	H	93	35	EPN		77	-15	0	62	CDR3	47	CDR2	119	FAUX
272	R SE B30700	R EL SE C30712	E	94	35	SAB		100	-40	0	60	CDR3	35	CDR2	93	FAUX
273	R EL ES C21200	R ES B21200	E	93	35	SAB		72	-29	0	43	CDR2	48	CDR2	110	VRAI
273	R ES B21200	R ES B21200	E	93	35	SAB		72	-29	0	43	CDR2	48	CDR2	195	VRAI
273	R EE C31200	R EE C31200	E	89	35	SAB		15	-6	0	9	CDR1	15	CDR1	103	VRAI
273	R EE C21200	R EE C31200	E	89	35	SAB		15	-6	0	9	CDR1	16	CDR1	83	VRAI
273	R EE B31200	R EE C31200	E	89	35	SAB		15	-6	0	9	CDR1	30	CDR2	164	FAUX
273	R EE C31200	R EE C31200	E	90	35	SAB		15	-6	0	9	CDR1	29	CDR1	105	VRAI
273	R EE C21200	R EE C31200	E	90	35	SAB		15	-6	0	9	CDR1	58	CDR2	125	FAUX
273	R EE B31200	R EE C31200	E	90	35	SAB		15	-6	0	9	CDR1	48	CDR2	93	FAUX
273	R EE C31200	R EE C31200	E	93	35	SAB		15	-6	0	9	CDR1	30	CDR2	89	FAUX
273	R EE C21200	R EE C31200	E	93	35	SAB		15	-6	0	9	CDR1	34	CDR2	85	FAUX
273	R EE B21200	R EE C31200	E	93	35	SAB		15	-6	0	9	CDR1	30	CDR2	116	FAUX
273	R EE B30900	R EE B30900	E	89	35	SAB		31	-12	0	19	CDR1	21	CDR1	213	VRAI
273	R EE B30900	R EE B30900	E	91	35	SAB		31	-12	0	19	CDR1	14	CDR1	76	VRAI
273	M BBF B20900	M BBF B20700	E	94	35	SAB		33	-13	0	20	CDR1	44	CDR2	88	FAUX
273	R ES C21200	R ES B21200	H	93	35	SAB		72	-14	0	58	CDR2	25	CDR1	71	FAUX

273	R	EE	C31200	R	EE	C31200	H	89	35	SAB	15	-3	0	12	CDR1	35	CDR2	130	FAUX
273	R	EE	C21200	R	EE	C31200	H	89	35	SAB	15	-3	0	12	CDR1	39	CDR2	79	FAUX
273	R	EE	B31200	R	EE	C31200	H	89	35	SAB	15	-3	0	12	CDR1	26	CDR1	98	VRAI
273	R	EE	C31200	R	EE	C31200	H	90	35	SAB	15	-3	0	12	CDR1	28	CDR1	120	VRAI
273	R	EE	C21200	R	EE	C31200	H	90	35	SAB	15	-3	0	12	CDR1	30	CDR2	118	FAUX
273	R	EE	B31200	R	EE	C31200	H	90	35	SAB	15	-3	0	12	CDR1	38	CDR2	95	FAUX
273	R	EE	C31200	R	EE	C31200	H	92	35	SAB	15	-3	0	12	CDR1	17	CDR1	90	VRAI
273	R	EE	C21200	R	EE	C31200	H	92	35	SAB	15	-3	0	12	CDR1	30	CDR2	81	FAUX
273	R	EE	C31200	R	EE	C31200	H	93	35	SAB	15	-3	0	12	CDR1	28	CDR1	196	VRAI
273	R	EE	C21200	R	EE	C31200	H	93	35	SAB	15	-3	0	12	CDR1	19	CDR1	206	VRAI
273	R	EE	B31200	R	EE	C31200	H	93	35	SAB	15	-3	0	12	CDR1	34	CDR2	119	FAUX
273	R EL ES	C21200	R	ES	B21200	E	93	35	PIG	0	0	0	0	CDR0	0	CDR0	110	VRAI	
272	R	SE	B30700	R EL SE	C30712	E	94	35	PIG	0	0	0	0	CDR0	0	CDR0	93	VRAI	
273	R	ES	B21200	R	ES	B21200	E	93	35	PIG	0	0	0	0	CDR0	0	CDR0	195	VRAI
273	R	EE	C31200	R	EE	C31200	E	89	35	PIG	0	0	0	0	CDR0	0	CDR0	103	VRAI
273	R	EE	C31200	R	EE	C31200	E	90	35	PIG	0	0	0	0	CDR0	0	CDR0	105	VRAI
273	R	EE	C31200	R	EE	C31200	E	93	35	PIG	0	0	0	0	CDR0	0	CDR0	89	VRAI
273	R	EE	C21200	R	EE	C31200	E	89	35	PIG	0	0	0	0	CDR0	0	CDR0	83	VRAI
273	R	EE	C21200	R	EE	C31200	E	90	35	PIG	0	0	0	0	CDR0	0	CDR0	125	VRAI
273	R	EE	C21200	R	EE	C31200	E	93	35	PIG	0	0	0	0	CDR0	0	CDR0	85	VRAI
273	R	EE	B31200	R	EE	C31200	E	89	35	PIG	0	0	0	0	CDR0	0	CDR0	164	VRAI
273	R	EE	B31200	R	EE	C31200	E	90	35	PIG	0	0	0	0	CDR0	0	CDR0	93	VRAI
273	R	EE	B30900	R	EE	B30900	E	89	35	PIG	253	0	0	0	CDR0	0	CDR0	213	VRAI
273	R	EE	B30900	R	EE	B30900	E	91	35	PIG	253	0	0	0	CDR0	0	CDR0	76	VRAI
273	R	EE	B21200	R	EE	C31200	E	93	35	PIG	1092	0	0	0	CDR0	0	CDR0	116	VRAI
273	M	BBEF	B20900	M	BBEF	B20700	E	94	35	PIG	1092	0	0	0	CDR0	0	CDR0	88	VRAI
273	R	ES	C21200	R	ES	B21200	H	93	35	PIG	1092	0	0	0	CDR0	0	CDR0	71	VRAI
273	R	EE	C31200	R	EE	C31200	H	89	35	PIG	1092	0	0	0	CDR0	0	CDR0	130	VRAI
273	R	EE	C31200	R	EE	C31200	H	90	35	PIG	1092	0	0	0	CDR0	0	CDR0	120	VRAI
273	R	EE	C31200	R	EE	C31200	H	92	35	PIG	1092	0	0	0	CDR0	0	CDR0	90	VRAI
273	R	EE	C31200	R	EE	C31200	H	93	35	PIG	1092	0	0	0	CDR0	0	CDR0	196	VRAI
273	R	EE	C21200	R	EE	C31200	H	89	35	PIG	1092	0	0	0	CDR0	0	CDR0	79	VRAI
273	R	EE	C21200	R	EE	C31200	H	90	35	PIG	1092	0	0	0	CDR0	0	CDR0	118	VRAI
273	R	EE	C21200	R	EE	C31200	H	92	35	PIG	1092	0	0	0	CDR0	0	CDR0	81	VRAI
273	R	EE	C21200	R	EE	C31200	H	93	35	PIG	1092	0	0	0	CDR0	0	CDR0	206	VRAI
273	R	EE	B31200	R	EE	C31200	H	89	35	PIG	1092	0	0	0	CDR0	0	CDR0	98	VRAI
273	R	EE	B31200	R	EE	C31200	H	90	35	PIG	1092	0	0	0	CDR0	0	CDR0	95	VRAI
273	R	EE	B31200	R	EE	C31200	H	93	35	PIG	1092	0	0	0	CDR0	0	CDR0	119	VRAI
273	R EL ES	C21200	R	ES	B21200	E	93	35	PET	0	0	0	0	CDR0	0	CDR0	110	VRAI	
272	R	SE	B30700	R EL SE	C30712	E	94	35	PET	0	0	0	0	CDR0	1	CDR0	93	VRAI	
273	R	ES	B21200	R	ES	B21200	E	93	35	PET	0	0	0	0	CDR0	0	CDR0	195	VRAI
273	R	EE	C31200	R	EE	C31200	E	89	35	PET	0	0	0	0	CDR0	0	CDR0	103	VRAI
273	R	EE	C31200	R	EE	C31200	E	90	35	PET	0	0	0	0	CDR0	0	CDR0	105	VRAI
273	R	EE	C31200	R	EE	C31200	E	93	35	PET	0	0	0	0	CDR0	0	CDR0	89	VRAI
273	R	EE	C21200	R	EE	C31200	E	89	35	PET	0	0	0	0	CDR0	0	CDR0	83	VRAI
273	R	EE	C21200	R	EE	C31200	E	90	35	PET	0	0	0	0	CDR0	0	CDR0	125	VRAI

273	R	EE	C21200	R	EE	C31200	E	93	35	PET		0	0	0	0	CDR0	0	CDR0	85	VRAI	
273	R	EE	B31200	R	EE	C31200	E	89	35	PET		0	0	0	0	CDR0	0	CDR0	164	VRAI	
273	R	EE	B31200	R	EE	C31200	E	90	35	PET		0	0	0	0	CDR0	1	CDR0	93	VRAI	
273	R	EE	B30900	R	EE	B30900	E	89	35	PET	55	0	0	0	0	CDR0	0	CDR0	213	VRAI	
273	R	EE	B30900	R	EE	B30900	E	91	35	PET	55	0	0	0	0	CDR0	1	CDR0	76	VRAI	
273	R	EE	B21200	R	EE	C31200	E	93	35	PET		0	0	0	0	CDR0	0	CDR0	116	VRAI	
273	M	BBEF	B20900	M	BBEF	B20700	E	94	35	PET	95	0	0	0	0	CDR0	1	CDR0	88	VRAI	
273	R	ES	C21200	R	ES	B21200	H	93	35	PET		0	0	0	0	CDR0	0	CDR0	71	VRAI	
273	R	EE	C31200	R	EE	C31200	H	89	35	PET		0	0	0	0	CDR0	0	CDR0	130	VRAI	
273	R	EE	C31200	R	EE	C31200	H	90	35	PET		0	0	0	0	CDR0	0	CDR0	120	VRAI	
273	R	EE	C31200	R	EE	C31200	H	92	35	PET		0	0	0	0	CDR0	0	CDR0	90	VRAI	
273	R	EE	C31200	R	EE	C31200	H	93	35	PET		0	0	0	0	CDR0	0	CDR0	196	VRAI	
273	R	EE	C21200	R	EE	C31200	H	89	35	PET		0	0	0	0	CDR0	0	CDR0	79	VRAI	
273	R	EE	C21200	R	EE	C31200	H	90	35	PET		0	0	0	0	CDR0	1	CDR0	118	VRAI	
273	R	EE	C21200	R	EE	C31200	H	92	35	PET		0	0	0	0	CDR0	2	CDR0	81	VRAI	
273	R	EE	C21200	R	EE	C31200	H	93	35	PET		0	0	0	0	CDR0	0	CDR0	206	VRAI	
273	R	EE	B31200	R	EE	C31200	H	89	35	PET		0	0	0	0	CDR0	0	CDR0	98	VRAI	
273	R	EE	B31200	R	EE	C31200	H	90	35	PET		0	0	0	0	CDR0	0	CDR0	95	VRAI	
273	R	EE	B31200	R	EE	C31200	H	93	35	PET		0	0	0	0	CDR0	0	CDR0	119	VRAI	
273	R	EL	ES	C21200	R	ES	B21200	E	93	35	BOP	294	7	-3	24	28	CDR1	28	CDR1	110	VRAI
272	R	SE	B30700	R	EL	SE	C30712	E	94	35	BOP	473	12	-5	24	31	CDR2	24	CDR1	93	FAUX
273	R	ES	B21200	R	ES	B21200	E	93	35	BOP	294	7	-3	24	28	CDR1	18	CDR1	195	VRAI	
273	R	EE	C31200	R	EE	C31200	E	89	35	BOP	134	7	-3	24	28	CDR1	0	CDR0	103	FAUX	
273	R	EE	C31200	R	EE	C31200	E	90	35	BOP	134	7	-3	24	28	CDR1	8	CDR1	105	VRAI	
273	R	EE	C31200	R	EE	C31200	E	93	35	BOP	134	7	-3	24	28	CDR1	12	CDR1	89	VRAI	
273	R	EE	C21200	R	EE	C31200	E	89	35	BOP	134	7	-3	24	28	CDR1	0	CDR0	83	FAUX	
273	R	EE	C21200	R	EE	C31200	E	90	35	BOP	134	7	-3	24	28	CDR1	16	CDR1	125	VRAI	
273	R	EE	C21200	R	EE	C31200	E	93	35	BOP	134	7	-3	24	28	CDR1	13	CDR1	85	VRAI	
273	R	EE	B31200	R	EE	C31200	E	89	35	BOP	134	7	-3	24	28	CDR1	0	CDR0	164	FAUX	
273	R	EE	B31200	R	EE	C31200	E	90	35	BOP	134	7	-3	24	28	CDR1	14	CDR1	93	VRAI	
273	R	EE	B30900	R	EE	B30900	E	89	35	BOP	222	7	-3	24	28	CDR1	1	CDR0	213	FAUX	
273	R	EE	B30900	R	EE	B30900	E	91	35	BOP	222	7	-3	24	28	CDR1	0	CDR0	76	FAUX	
273	R	EE	B21200	R	EE	C31200	E	93	35	BOP	134	7	-3	24	28	CDR1	20	CDR1	116	VRAI	
273	M	BBEF	B20900	M	BBEF	B20700	E	94	35	BOP	7115	57	-23	24	58	CDR2	22	CDR1	88	FAUX	
273	R	ES	C21200	R	ES	B21200	H	93	35	BOP	294	7	-1	6	12	CDR1	18	CDR1	71	VRAI	
273	R	EE	C31200	R	EE	C31200	H	89	35	BOP	134	7	-1	6	12	CDR1	1	CDR0	130	FAUX	
273	R	EE	C31200	R	EE	C31200	H	90	35	BOP	134	7	-1	6	12	CDR1	3	CDR0	120	FAUX	
273	R	EE	C31200	R	EE	C31200	H	92	35	BOP	134	7	-1	6	12	CDR1	3	CDR0	90	FAUX	
273	R	EE	C31200	R	EE	C31200	H	93	35	BOP	134	7	-1	6	12	CDR1	15	CDR1	196	VRAI	
273	R	EE	C21200	R	EE	C31200	H	89	35	BOP	134	7	-1	6	12	CDR1	1	CDR0	79	FAUX	
273	R	EE	C21200	R	EE	C31200	H	90	35	BOP	134	7	-1	6	12	CDR1	4	CDR0	118	FAUX	
273	R	EE	C21200	R	EE	C31200	H	92	35	BOP	134	7	-1	6	12	CDR1	4	CDR0	81	FAUX	
273	R	EE	C21200	R	EE	C31200	H	93	35	BOP	134	7	-1	6	12	CDR1	12	CDR1	206	VRAI	
273	R	EE	B31200	R	EE	C31200	H	89	35	BOP	134	7	-1	6	12	CDR1	3	CDR0	98	FAUX	
273	R	EE	B31200	R	EE	C31200	H	90	35	BOP	134	7	-1	6	12	CDR1	9	CDR1	95	VRAI	
273	R	EE	B31200	R	EE	C31200	H	93	35	BOP	134	7	-1	6	12	CDR1	11	CDR1	119	VRAI	

**ANNEXE 5**  
**PRÉDICTIONS ET VALIDATIONS POUR L'ESSAI FINAL**

Strate	Groupe	Saison de récolte	Année de récolte	Espèce	CDR initial (%)	CDR 5 ans après récolte	Prédiction	CDR réel	Classe réelle	Limite inférieure	Limite supérieure	Tendance	Résultat
2505 R ES C31200	2505 R ES C31200	E	1993	EPN	74	56	CDR2	58	CDR2	46	69	CDR3	+
2505 R ES C21200	2505 R HP ES C21200	E	1993	EPN	59	48	CDR2	57	CDR2	43	68	CDR3	+
2505 R ES B21200	2505 R ES B21200	E	1993	EPN	68	53	CDR2	48	CDR2	39	57		++
2505 R EE D31200	2505 R EE D31200	E	1992	EPN	84	62	CDR3	82	CDR3	70	92		++
2505 R EE C31200	2505 R EE C31200	E	1993	EPN	85	63	CDR3	44	CDR2	35	52		--
2505 R EE B40500	2505 R EE B40500	E	1993	EPN	99	71	CDR3	57	CDR2	43	68	CDR3	-
2505 R EE B31200	2505 R EE B31200	E	1993	EPN	74	57	CDR2	47	CDR2	40	53		++
2505 R EE B30400	2505 R EE B40500	E	1992	EPN	99	71	CDR3	43	CDR2	32	57		--
2505 R EE B21200	2505 R EE B21200	E	1992	EPN	74	56	CDR2	48	CDR2	38	57		++
2505 R EE B21200	2505 R EE B21200	E	1993	EPN	74	56	CDR2	56	CDR2	49	63	CDR3	+
2505 M HP BBER B31200	2505 M BBER B30700	E	1993	EPN	-11	6	CDR1	36	CDR2	22	50	CDR1	-
2505 M BBRR B21200	2505 M BBER B30700	E	1993	EPN	-11	6	CDR1	42	CDR2	28	56	CDR1	-
2505 M BBER B21200	2505 M BBER B30700	E	1993	EPN	-11	6	CDR1	30	CDR2	18	44	CDR1	-
2504 R SE B21207	2504 R SE B30900	E	1992	EPN	48	41	CDR2	48	CDR2	34	62	CDR3	+
2504 R ES C31200	2504 R ES C21200	E	1992	EPN	45	39	CDR2	57	CDR2	46	69	CDR3	+
2504 R EE D30900	2504 R EE D31200	E	1993	EPN	76	58	CDR2	39	CDR2	29	49	CDR1	+
2504 R EE B31200	2504 R EE B31200	E	1992	EPN	69	54	CDR2	62	CDR3	53	71	CDR2	-
2504 M BBRF B21200	2504 M BBEP B30900	E	1992	EPN	48	41	CDR2	31	CDR2	22	40	CDR1	+
2504 M BBEP B21200	2504 M BBEP B30900	E	1993	EPN	48	41	CDR2	22	CDR1	12	34	CDR2	-
2503 R SE B30712	2503 R SE C30900	E	1992	EPN	58	47	CDR2	38	CDR2	24	52	CDR1	+
2503 R PGE D30900	2503 R PGE C30700	E	1993	EPN	69	53	CDR2	56	CDR2	42	70	CDR3	+
2503 R EE C30900	2503 R EE C30900	E	1992	EPN	75	57	CDR2	80	CDR3	68	90		--
2503 R EE B30900	2503 R EE B30900	E	1992	EPN	72	55	CDR2	64	CDR3	55	73	CDR2	-
2503 R EE B30700	2503 R EE B30700	E	1992	EPN	85	63	CDR3	34	CDR2	22	48	CDR1	--
2503 R EE B21200	2503 R EE B31200	E	1992	EPN	66	52	CDR2	48	CDR2	38	58		++
2503 R EE B20900	2503 R EE B20900	E	1992	EPN	71	55	CDR2	43	CDR2	31	54		++
2502 R EL SS C30500	2502 R SS B30500	E	1993	EPN	54	44	CDR2	16	CDR1	6	26		--
2502 R ES B40300	2502 R ES B30500	E	1992	EPN	67	52	CDR2	34	CDR2	22	48	CDR1	+
2502 R ES B30700	2502 R ES B20900	E	1993	EPN	66	52	CDR2	19	CDR1	12	26		--
2502 M FIRF B30700	2502 M FIRF B20700	E	1993	EPN	60	48	CDR2	17	CDR1	8	27		--
2502 M BBRR B20900	2502 M BBRR B30700	E	1992	EPN	47	40	CDR2	16	CDR1	6	26		--
2505 R EE C21200	2505 R EE C21200	H	1992	EPN	77	61	CDR3	61	CDR3	52	70	CDR2	+
2505 R EE B40500	2505 R EE B40500	H	1992	EPN	99	79	CDR3	57	CDR2	43	68	CDR3	-
2504 R HP ES C31200	2504 R ES C21200	H	1993	EPN	45	36	CDR2	42	CDR2	36	49		++
2504 R HP EE D30800	2504 R EE D31200	H	1992	EPN	76	61	CDR3	78	CDR3	70	85		++
2504 R HP EE D21200	2504 R EE D21200	H	1992	EPN	73	58	CDR2	58	CDR2	45	70	CDR3	+
2504 R HP EE C21200	2504 R EE C21200	H	1993	EPN	72	58	CDR2	50	CDR2	43	57		++
2504 R HP EE C20800	2504 R EE C30800	H	1993	EPN	77	62	CDR3	66	CDR3	52	78	CDR2	+
2504 R EL SS C30900	2504 R SE B30900	H	1992	EPN	48	38	CDR2	50	CDR2	39	61	CDR3	+
2504 R EL SE C21200	2504 R SE B30900	H	1992	EPN	48	38	CDR2	34	CDR2	22	48	CDR1	+
2504 R ES C40500	2504 R ES B30700	H	1993	EPN	70	56	CDR2	53	CDR2	43	63	CDR3	+
2504 R ES C31200	2504 R ES C21200	H	1993	EPN	45	36	CDR2	53	CDR2	43	63	CDR3	+
2504 R ES C21200	2504 R ES C21200	H	1993	EPN	45	36	CDR2	43	CDR2	32	57		++



2504 R ES C20800	2504 R ES C21200	H	1993	EPN	45	36	CDR2	30	CDR2	22	38	CDR1	+
2504 R ES B31200	2504 R ES B30900	H	1992	EPN	53	42	CDR2	46	CDR2	40	53		++
2504 R ES B31200	2504 R ES B30900	H	1993	EPN	53	42	CDR2	39	CDR2	29	50	CDR1	+
2504 R ES B30900	2504 R ES B30900	H	1992	EPN	53	42	CDR2	40	CDR2	26	54	CDR1	+
2504 R ES B20800	2504 R ES B30900	H	1992	EPN	53	42	CDR2	46	CDR2	38	53		++
2504 R EPG C21200	2504 R EPG B30700	H	1992	EPN	77	62	CDR3	54	CDR2	40	68	CDR3	-
2504 R EE C40509	2504 R EE C40500	H	1993	EPN	107	86	CDR3	36	CDR2	22	50	CDR1	--
2504 R EE C20800	2504 R EE C30800	H	1992	EPN	77	62	CDR3	56	CDR2	46	66	CDR3	-
2504 R EE C20800	2504 R EE C30800	H	1993	EPN	77	62	CDR3	67	CDR3	58	76	CDR2	+
2504 R EE B31200	2504 R EE B31200	H	1993	EPN	69	56	CDR2	44	CDR2	39	50		++
2504 R EE B21200	2504 R EE B31200	H	1993	EPN	69	56	CDR2	56	CDR2	51	61	CDR3	+
2504 M HP BBSR C21200	2504 M BBSR B30900	H	1992	EPN	-121	-97	CDR0	4	CDR0	0	10	CDR1	+
2504 M BBRR C31200	2504 M BBRR B30900	H	1993	EPN	48	38	CDR2	44	CDR2	33	56		++
2504 M BBRF B21200	2504 M BBEF B30900	H	1993	EPN	48	39	CDR2	16	CDR1	6	26		--
2504 M BBER B30700	2504 M BBER B30900	H	1992	EPN	64	51	CDR2	55	CDR2	42	68	CDR3	+
2503 R EE B31200	2503 R EE B31200	H	1992	EPN	66	53	CDR2	48	CDR2	35	62	CDR3	+
2503 R EE B30900	2503 R EE B30900	H	1992	EPN	72	58	CDR2	63	CDR3	51	74	CDR2	-
2505 R ES C31200	2505 R ES C31200	E	1993	SAB-EPB	32	23	CDR1	80	CDR3	71	89		--
2505 R ES C21200	2505 R HP ES C21200	E	1993	SAB-EPB	99	64	CDR3	67	CDR3	55	78	CDR2	+
2505 R ES B21200	2505 R ES B21200	E	1993	SAB-EPB	89	58	CDR2	82	CDR3	75	89		--
2505 R EE D31200	2505 R EE D31200	E	1992	SAB-EPB	17	14	CDR1	8	CDR1	2	16	CDR0	+
2505 R EE C31200	2505 R EE C31200	E	1993	SAB-EPB	32	23	CDR1	60	CDR3	52	68	CDR2	--
2505 R EE B40500	2505 R EE B40500	E	1993	SAB-EPB	44	31	CDR2	62	CDR3	48	73	CDR2	-
2505 R EE B31200	2505 R EE B31200	E	1993	SAB-EPB	28	21	CDR1	70	CDR3	64	77		--
2505 R EE B30400	2505 R EE B40500	E	1992	SAB-EPB	44	31	CDR2	53	CDR2	40	67	CDR3	+
2505 R EE B21200	2505 R EE B21200	E	1992	SAB-EPB	56	37	CDR2	60	CDR3	51	69	CDR2	-
2505 R EE B21200	2505 R EE B21200	E	1993	SAB-EPB	56	37	CDR2	69	CDR3	63	76		--
2505 M HP BBER B31200	2505 M BBER B30700	E	1993	SAB-EPB	43	30	CDR2	90	CDR3	80	98		--
2505 M BBRR B21200	2505 M BBER B30700	E	1993	SAB-EPB	43	30	CDR2	88	CDR3	78	96		--
2505 M BBER B21200	2505 M BBER B30700	E	1993	SAB-EPB	43	30	CDR2	82	CDR3	70	92		--
2504 R SE B21207	2504 R SE B30900	E	1992	SAB-EPB	68	45	CDR2	82	CDR3	70	92		--
2504 R ES C31200	2504 R ES C21200	E	1992	SAB-EPB	64	43	CDR2	66	CDR3	54	77	CDR2	-
2504 R EE D30900	2504 R EE D31200	E	1993	SAB-EPB	34	24	CDR1	0	CDR0		1		--
2504 R EE B31200	2504 R EE B31200	E	1992	SAB-EPB	47	32	CDR2	34	CDR2	25	43	CDR1	+
2504 M BBRF B21200	2504 M BBEF B30900	E	1992	SAB-EPB	83	54	CDR2	70	CDR3	61	79		--
2504 M BBEF B21200	2504 M BBEF B30900	E	1993	SAB-EPB	83	54	CDR2	40	CDR2	26	54	CDR1	+
2503 R SE B30712	2503 R SE C30900	E	1992	SAB-EPB	64	42	CDR2	78	CDR3	66	88		--
2503 R PGE D30900	2503 R PGE C30700	E	1993	SAB-EPB	34	24	CDR1	0	CDR0		2		--
2503 R EE C30900	2503 R EE C30900	E	1992	SAB-EPB	0	4	CDR0	0	CDR0		2		++
2503 R EE B30900	2503 R EE B30900	E	1992	SAB-EPB	32	23	CDR1	24	CDR1	15	32	CDR2	+
2503 R EE B30700	2503 R EE B30700	E	1992	SAB-EPB	11	11	CDR1	54	CDR2	40	68	CDR3	--
2503 R EE B21200	2503 R EE B31200	E	1992	SAB-EPB	22	17	CDR1	53	CDR2	43	63	CDR3	--
2503 R EE B20900	2503 R EE B20900	E	1992	SAB-EPB	16	13	CDR1	56	CDR2	45	68	CDR3	--
2502 R EL SS C30500	2502 R SS B30500	E	1993	SAB-EPB	46	31	CDR2	90	CDR3	80	98		--
2502 R ES B40300	2502 R ES B30500	E	1992	SAB-EPB	42	29	CDR1	22	CDR1	12	34	CDR2	+
2502 R ES B30700	2502 R ES B20900	E	1993	SAB-EPB	69	46	CDR2	72	CDR3	63	80		--

2502 M	FIRF	B30700	2502 M	FIRF	B20700	E	1993	SAB-EPB	35	25	CDR1	15	CDR1	7	25		++	
2502 M	BBRR	B20900	2502 M	BBRR	B30700	E	1992	SAB-EPB	53	36	CDR2	28	CDR1	16	40	CDR2	-	
2505 R	EE	C21200	2505 R	EE	C21200	H	1992	SAB-EPB	33	31	CDR2	47	CDR2	38	56		++	
2505 R	EE	B40500	2505 R	EE	B40500	H	1992	SAB-EPB	44	40	CDR2	75	CDR3	63	85		--	
2504 R	HP	ES	C31200	2504 R	ES	C21200	H	1993	SAB-EPB	64	55	CDR2	82	CDR3	77	87	--	
2504 R	HP	EE	D30800	2504 R	EE	D31200	H	1992	SAB-EPB	34	31	CDR2	35	CDR2	25	44	CDR1	+
2504 R	HP	EE	D21200	2504 R	EE	D21200	H	1992	SAB-EPB	34	31	CDR2	38	CDR2	27	52	CDR1	+
2504 R	HP	EE	C21200	2504 R	EE	C21200	H	1993	SAB-EPB	22	21	CDR1	28	CDR1	23	34	CDR2	+
2504 R	HP	EE	C20800	2504 R	EE	C30800	H	1993	SAB-EPB	38	34	CDR2	36	CDR2	22	50	CDR1	+
2504 R	EL	SS	C30900	2504 R	SE	B30900	H	1992	SAB-EPB	68	58	CDR2	99	CDR3	96	100		--
2504 R	EL	SE	C21200	2504 R	SE	B30900	H	1992	SAB-EPB	68	58	CDR2	100	CDR3	98		--	
2504 R	ES	C40500	2504 R	ES	B30700	H	1993	SAB-EPB	73	62	CDR3	66	CDR3	56	76	CDR2	+	
2504 R	ES	C31200	2504 R	ES	C21200	H	1993	SAB-EPB	64	55	CDR2	85	CDR3	78	92		--	
2504 R	ES	C21200	2504 R	ES	C21200	H	1993	SAB-EPB	64	55	CDR2	45	CDR2	32	58		++	
2504 R	ES	C20800	2504 R	ES	C21200	H	1993	SAB-EPB	64	55	CDR2	52	CDR2	43	61	CDR3	+	
2504 R	ES	B31200	2504 R	ES	B30900	H	1992	SAB-EPB	51	45	CDR2	75	CDR3	69	80		--	
2504 R	ES	B31200	2504 R	ES	B30900	H	1993	SAB-EPB	51	45	CDR2	84	CDR3	75	91		--	
2504 R	ES	B30900	2504 R	ES	B30900	H	1992	SAB-EPB	51	45	CDR2	82	CDR3	70	92		--	
2504 R	ES	B20800	2504 R	ES	B30900	H	1992	SAB-EPB	51	45	CDR2	80	CDR3	74	86		--	
2504 R	EPG	C21200	2504 R	EPG	B30700	H	1992	SAB-EPB	17	17	CDR1	6	CDR1	0	14	CDR0	+	
2504 R	EE	C40509	2504 R	EE	C40500	H	1993	SAB-EPB	64	55	CDR2	16	CDR1	6	26		--	
2504 R	EE	C20800	2504 R	EE	C30800	H	1992	SAB-EPB	38	34	CDR2	22	CDR1	13	31	CDR2	-	
2504 R	EE	C20800	2504 R	EE	C30800	H	1993	SAB-EPB	38	34	CDR2	26	CDR1	18	35	CDR2	-	
2504 R	EE	B31200	2504 R	EE	B31200	H	1993	SAB-EPB	47	41	CDR2	74	CDR3	69	79		--	
2504 R	EE	B21200	2504 R	EE	B31200	H	1993	SAB-EPB	47	41	CDR2	30	CDR1	25	34	CDR2	-	
2504 M	HP	BBSR	C21200	2504 M	BBSR	B30900	H	1992	SAB-EPB	23	22	CDR1	92	CDR3	84	98		--
2504 M	BBRR	C31200	2504 M	BBRR	B30900	H	1993	SAB-EPB	99	83	CDR3	96	CDR3	90	100		++	
2504 M	BBRF	B21200	2504 M	BBEF	B30900	H	1993	SAB-EPB	83	70	CDR3	58	CDR2	44	72	CDR3	-	
2504 M	BBER	B30700	2504 M	BBER	B30900	H	1992	SAB-EPB	14	15	CDR1	93	CDR3	87	98		--	
2503 R	EE	B31200	2503 R	EE	B31200	H	1992	SAB-EPB	22	21	CDR1	32	CDR2	20	43	CDR1	-	
2503 R	EE	B30900	2503 R	EE	B30900	H	1992	SAB-EPB	32	29	CDR1	0	CDR0		1		--	
2505 R	ES	C31200	2505 R	ES	C31200	E	1993	PIG	0	0	CDR0	0	CDR0		1		++	
2505 R	ES	C21200	2505 R	HP	ES	C21200	E	1993	PIG	0	0	CDR0	0	CDR0		2		++
2505 R	ES	B21200	2505 R	ES	B21200	E	1993	PIG	0	0	CDR0	0	CDR0		1		++	
2505 R	EE	D31200	2505 R	EE	D31200	E	1992	PIG	0	0	CDR0	4	CDR0	0	10	CDR1	+	
2505 R	EE	C31200	2505 R	EE	C31200	E	1993	PIG	0	0	CDR0	0	CDR0		1		++	
2505 R	EE	B40500	2505 R	EE	B40500	E	1993	PIG	0	0	CDR0	0	CDR0		2		++	
2505 R	EE	B31200	2505 R	EE	B31200	E	1993	PIG	0	0	CDR0	0	CDR0		0		++	
2505 R	EE	B30400	2505 R	EE	B40500	E	1992	PIG	0	0	CDR0	0	CDR0		2		++	
2505 R	EE	B21200	2505 R	EE	B21200	E	1992	PIG	0	0	CDR0	0	CDR0		1		++	
2505 R	EE	B21200	2505 R	EE	B21200	E	1993	PIG	0	0	CDR0	0	CDR0		1		++	
2505 M	HP	BBER	B31200	2505 M	BBER	B30700	E	1993	PIG	0	0	CDR0	0	CDR0		2		++
2505 M	BBRR	B21200	2505 M	BBER	B30700	E	1993	PIG	0	0	CDR0	0	CDR0		2		++	
2505 M	BBER	B21200	2505 M	BBER	B30700	E	1993	PIG	0	0	CDR0	0	CDR0		2		++	
2504 R	SE	B21207	2504 R	SE	B30900	E	1992	PIG	0	0	CDR0	0	CDR0		2		++	
2504 R	ES	C31200	2504 R	ES	C21200	E	1992	PIG	0	0	CDR0	0	CDR0		1		++	

2504 R	EE	D30900	2504 R	EE	D31200	E	1993	PIG	0	0	CDR0	1	CDR0	0	3		++	
2504 R	EE	B31200	2504 R	EE	B31200	E	1992	PIG	0	0	CDR0	0	CDR0	0	1		++	
2504 M	BBRF	B21200	2504 M	BBEF	B30900	E	1992	PIG	0	0	CDR0	0	CDR0	0	1		++	
2504 M	BBEF	B21200	2504 M	BBEF	B30900	E	1993	PIG	0	0	CDR0	0	CDR0	0	2		++	
2503 R	SE	B30712	2503 R	SE	C30900	E	1992	PIG	0	0	CDR0	0	CDR0	0	2		++	
2503 R	PGE	D30900	2503 R	PGE	C30700	E	1993	PIG	0	0	CDR0	0	CDR0	0	2		++	
2503 R	EE	C30900	2503 R	EE	C30900	E	1992	PIG	0	0	CDR0	0	CDR0	0	2		++	
2503 R	EE	B30900	2503 R	EE	B30900	E	1992	PIG	0	0	CDR0	0	CDR0	0	1		++	
2503 R	EE	B30700	2503 R	EE	B30700	E	1992	PIG	0	0	CDR0	0	CDR0	0	2		++	
2503 R	EE	B21200	2503 R	EE	B31200	E	1992	PIG	0	0	CDR0	0	CDR0	0	1		++	
2503 R	EE	B20900	2503 R	EE	B20900	E	1992	PIG	0	0	CDR0	0	CDR0	0	1		++	
2502 R	EL	SS	C30500	2502 R	SS	B30500	E	1993	PIG	0	0	CDR0	0	CDR0	0	2		++
2502 R	ES	B40300	2502 R	ES	B30500	E	1992	PIG	0	0	CDR0	4	CDR0	0	10	CDR1	+	
2502 R	ES	B30700	2502 R	ES	B20900	E	1993	PIG	0	0	CDR0	1	CDR0	0	4		++	
2502 M	FIRF	B30700	2502 M	FIRF	B20700	E	1993	PIG	0	0	CDR0	0	CDR0	0	2		++	
2502 M	BBRR	B20900	2502 M	BBRR	B30700	E	1992	PIG	0	0	CDR0	0	CDR0	0	2		++	
2505 R	EE	C21200	2505 R	EE	C21200	H	1992	PIG	0	0	CDR0	1	CDR0	0	4		++	
2505 R	EE	B40500	2505 R	EE	B40500	H	1992	PIG	0	0	CDR0	0	CDR0	0	2		++	
2504 R	HP	ES	C31200	2504 R	ES	C21200	H	1993	PIG	0	0	CDR0	0	CDR0	0	0		++
2504 R	HP	EE	D30800	2504 R	EE	D31200	H	1992	PIG	0	0	CDR0	2	CDR0	0	5	CDR1	++
2504 R	HP	EE	D21200	2504 R	EE	D21200	H	1992	PIG	0	0	CDR0	2	CDR0	0	5		+
2504 R	HP	EE	C21200	2504 R	EE	C21200	H	1993	PIG	0	0	CDR0	0	CDR0	0	0		++
2504 R	HP	EE	C20800	2504 R	EE	C30800	H	1993	PIG	0	0	CDR0	0	CDR0	0	2		++
2504 R	EL	SS	C30900	2504 R	SE	B30900	H	1992	PIG	0	0	CDR0	0	CDR0	0	1		++
2504 R	EL	SE	C21200	2504 R	SE	B30900	H	1992	PIG	0	0	CDR0	0	CDR0	0	2		++
2504 R	ES	C40500	2504 R	ES	B30700	H	1993	PIG	0	0	CDR0	0	CDR0	0	1		++	
2504 R	ES	C31200	2504 R	ES	C21200	H	1993	PIG	0	0	CDR0	0	CDR0	0	1		++	
2504 R	ES	C21200	2504 R	ES	C21200	H	1993	PIG	0	0	CDR0	0	CDR0	0	2		++	
2504 R	ES	C20800	2504 R	ES	C21200	H	1993	PIG	0	0	CDR0	1	CDR0	0	3		++	
2504 R	ES	B31200	2504 R	ES	B30900	H	1992	PIG	0	0	CDR0	0	CDR0	0	0		++	
2504 R	ES	B31200	2504 R	ES	B30900	H	1993	PIG	0	0	CDR0	0	CDR0	0	1		++	
2504 R	ES	B30900	2504 R	ES	B30900	H	1992	PIG	0	0	CDR0	0	CDR0	0	2		++	
2504 R	ES	B20800	2504 R	ES	B30900	H	1992	PIG	0	0	CDR0	0	CDR0	0	1		++	
2504 R	EPG	C21200	2504 R	EPG	B30700	H	1992	PIG	0	0	CDR0	0	CDR0	0	2		++	
2504 R	EE	C40509	2504 R	EE	C40500	H	1993	PIG	0	0	CDR0	0	CDR0	0	2		++	
2504 R	EE	C20800	2504 R	EE	C30800	H	1992	PIG	0	0	CDR0	6	CDR1	1	11	CDR0	-	
2504 R	EE	C20800	2504 R	EE	C30800	H	1993	PIG	0	0	CDR0	0	CDR0	0	1		++	
2504 R	EE	B31200	2504 R	EE	B31200	H	1993	PIG	0	0	CDR0	0	CDR0	0	1		++	
2504 R	EE	B21200	2504 R	EE	B31200	H	1993	PIG	0	0	CDR0	0	CDR0	0	0		++	
2504 M	HP	BBSR	C21200	2504 M	BBSR	B30900	H	1992	PIG	0	0	CDR0	0	CDR0	0	2		++
2504 M	BBRR	C31200	2504 M	BBRR	B30900	H	1993	PIG	0	0	CDR0	0	CDR0	0	1		++	
2504 M	BBRF	B21200	2504 M	BBEF	B30900	H	1993	PIG	0	0	CDR0	0	CDR0	0	2		++	
2504 M	BBER	B30700	2504 M	BBER	B30900	H	1992	PIG	0	0	CDR0	0	CDR0	0	2		++	
2503 R	EE	B31200	2503 R	EE	B31200	H	1992	PIG	0	0	CDR0	2	CDR0	0	5	CDR1	+	
2503 R	EE	B30900	2503 R	EE	B30900	H	1992	PIG	0	0	CDR0	1	CDR0	0	4		++	
2505 R	ES	C31200	2505 R	ES	C31200	E	1993	PET			CDR0	0	CDR0		1		++	

2505 R ES C21200	2505 R HP ES C21200	E	1993	PET	CDR0	2	CDR0	0	5	CDR1	+
2505 R ES B21200	2505 R ES B21200	E	1993	PET	CDR0	1	CDR0	0	4		++
2505 R EE D31200	2505 R EE D31200	E	1992	PET	CDR0	2	CDR0	0	6	CDR1	+
2505 R EE C31200	2505 R EE C31200	E	1993	PET	CDR0	4	CDR0	1	8	CDR1	+
2505 R EE B40500	2505 R EE B40500	E	1993	PET	CDR0	2	CDR0	0	5	CDR1	+
2505 R EE B31200	2505 R EE B31200	E	1993	PET	CDR0	0	CDR0		0		++
2505 R EE B30400	2505 R EE B40500	E	1992	PET	CDR0	0	CDR0		2		++
2505 R EE B21200	2505 R EE B21200	E	1992	PET	CDR0	0	CDR0		1		++
2505 R EE B21200	2505 R EE B21200	E	1993	PET	CDR0	0	CDR0		1		++
2505 M HP BBER B31200	2505 M BBER B30700	E	1993	PET	CDR0	0	CDR0		2		++
2505 M BBRR B21200	2505 M BBER B30700	E	1993	PET	CDR0	0	CDR0		2		++
2505 M BBER B21200	2505 M BBER B30700	E	1993	PET	CDR0	0	CDR0		2		++
2504 R SE B21207	2504 R SE B30900	E	1992	PET	CDR0	2	CDR0	0	6	CDR1	+
2504 R ES C31200	2504 R ES C21200	E	1992	PET	CDR0	6	CDR1	1	11	CDR0	-
2504 R EE D30900	2504 R EE D31200	E	1993	PET	CDR0	0	CDR0		1		++
2504 R EE B31200	2504 R EE B31200	E	1992	PET	CDR0	5	CDR0	1	9	CDR1	+
2504 M BBRF B21200	2504 M BBEF B30900	E	1992	PET	CDR0	10	CDR1	4	16	CDR0	-
2504 M BBEF B21200	2504 M BBEF B30900	E	1993	PET	CDR0	60	CDR3	46	74	CDR2	--
2503 R SE B30712	2503 R SE C30900	E	1992	PET	CDR0	0	CDR0		2		++
2503 R PGE D30900	2503 R PGE C30700	E	1993	PET	CDR0	0	CDR0		2		++
2503 R EE C30900	2503 R EE C30900	E	1992	PET	CDR0	0	CDR0		2		++
2503 R EE B30900	2503 R EE B30900	E	1992	PET	CDR0	2	CDR0	0	5		++
2503 R EE B30700	2503 R EE B30700	E	1992	PET	CDR0	0	CDR0		2		++
2503 R EE B21200	2503 R EE B31200	E	1992	PET	CDR0	0	CDR0		1		++
2503 R EE B20900	2503 R EE B20900	E	1992	PET	CDR0	3	CDR0	0	6	CDR1	+
2502 R EL SS C30500	2502 R SS B30500	E	1993	PET	CDR0	0	CDR0		2		++
2502 R ES B40300	2502 R ES B30500	E	1992	PET	CDR0	0	CDR0		2		++
2502 R ES B30700	2502 R ES B20900	E	1993	PET	CDR0	0	CDR0		1		++
2502 M FIRF B30700	2502 M FIRF B20700	E	1993	PET	CDR0	63	CDR3	52	75	CDR2	--
2502 M BBRR B20900	2502 M BBRR B30700	E	1992	PET	CDR0	2	CDR0	0	6	CDR1	+
2505 R EE C21200	2505 R EE C21200	H	1992	PET	CDR0	4	CDR0	1	7	CDR1	+
2505 R EE B40500	2505 R EE B40500	H	1992	PET	CDR0	2	CDR0	0	5	CDR1	+
2504 R HP ES C31200	2504 R ES C21200	H	1993	PET	CDR0	1	CDR0	0	3		++
2504 R HP EE D30800	2504 R EE D31200	H	1992	PET	CDR0	0	CDR0		1		++
2504 R HP EE D21200	2504 R EE D21200	H	1992	PET	CDR0	2	CDR0	0	5	CDR1	+
2504 R HP EE C21200	2504 R EE C21200	H	1993	PET	CDR0	1	CDR0	0	3		++
2504 R HP EE C20800	2504 R EE C30800	H	1993	PET	CDR0	0	CDR0		2		++
2504 R EL SS C30900	2504 R SE B30900	H	1992	PET	CDR0	0	CDR0		1		++
2504 R EL SE C21200	2504 R SE B30900	H	1992	PET	CDR0	0	CDR0		2		++
2504 R ES C40500	2504 R ES B30700	H	1993	PET	CDR0	3	CDR0	0	8	CDR1	+
2504 R ES C31200	2504 R ES C21200	H	1993	PET	CDR0	2	CDR0	0	5	CDR1	+
2504 R ES C21200	2504 R ES C21200	H	1993	PET	CDR0	15	CDR1	7	25		--
2504 R ES C20800	2504 R ES C21200	H	1993	PET	CDR0	14	CDR1	8	21		--
2504 R ES B31200	2504 R ES B30900	H	1992	PET	CDR0	0	CDR0	0	2		++
2504 R ES B31200	2504 R ES B30900	H	1993	PET	CDR0	0	CDR0		1		++
2504 R ES B30900	2504 R ES B30900	H	1992	PET	CDR0	0	CDR0		2		++

2504 R ES B20800	2504 R ES B30900	H	1992	PET			CDR0	0	CDR0		1		++
2504 R EPG C21200	2504 R EPG B30700	H	1992	PET			CDR0	2	CDR0	0	6	CDR1	+
2504 R EE C40509	2504 R EE C40500	H	1993	PET			CDR0	2	CDR0	0	6	CDR1	+
2504 R EE C20800	2504 R EE C30800	H	1992	PET			CDR0	0	CDR0		1		++
2504 R EE C20800	2504 R EE C30800	H	1993	PET			CDR0	0	CDR0		1		++
2504 R EE B31200	2504 R EE B31200	H	1993	PET			CDR0	1	CDR0	0	2		++
2504 R EE B21200	2504 R EE B31200	H	1993	PET			CDR0	1	CDR0	0	2		++
2504 M HP BBSR C21200	2504 M BBSR B30900	H	1992	PET			CDR0	4	CDR0	0	10	CDR1	+
2504 M BBRR C31200	2504 M BBRR B30900	H	1993	PET			CDR0	1	CDR0	0	4		++
2504 M BBRF B21200	2504 M BBEF B30900	H	1993	PET			CDR0	30	CDR2	18	44	CDR1	--
2504 M BBER B30700	2504 M BBER B30900	H	1992	PET			CDR0	0	CDR0		2		++
2503 R EE B31200	2503 R EE B31200	H	1992	PET			CDR0	0	CDR0		2		++
2503 R EE B30900	2503 R EE B30900	H	1992	PET			CDR0	0	CDR0		1		++
2505 R ES C31200	2505 R ES C31200	E	1993	BOP	24	38	CDR2	56	CDR2	45	68	CDR3	+
2505 R ES C21200	2505 R HP ES C21200	E	1993	BOP	6	28	CDR1	60	CDR3	47	72	CDR2	--
2505 R ES B21200	2505 R ES B21200	E	1993	BOP	19	35	CDR2	55	CDR2	45	64	CDR3	+
2505 R EE D31200	2505 R EE D31200	E	1992	BOP	0	24	CDR1	0	CDR0		2		--
2505 R EE C31200	2505 R EE C31200	E	1993	BOP	0	24	CDR1	39	CDR2	31	48		--
2505 R EE B40500	2505 R EE B40500	E	1993	BOP	3	26	CDR1	73	CDR3	62	85		--
2505 R EE B31200	2505 R EE B31200	E	1993	BOP	2	25	CDR1	42	CDR2	35	49		--
2505 R EE B30400	2505 R EE B40500	E	1992	BOP	3	26	CDR1	48	CDR2	35	62	CDR3	--
2505 R EE B21200	2505 R EE B21200	E	1992	BOP	5	27	CDR1	52	CDR2	43	61	CDR3	--
2505 R EE B21200	2505 R EE B21200	E	1993	BOP	5	27	CDR1	40	CDR2	33	47		--
2505 M HP BBER B31200	2505 M BBER B30700	E	1993	BOP	30	42	CDR2	48	CDR2	34	62	CDR3	+
2505 M BBRR B21200	2505 M BBER B30700	E	1993	BOP	30	42	CDR2	46	CDR2	32	60	CDR3	+
2505 M BBER B21200	2505 M BBER B30700	E	1993	BOP	30	42	CDR2	48	CDR2	34	62	CDR3	+
2504 R SE B21207	2504 R SE B30900	E	1992	BOP	17	34	CDR2	72	CDR3	60	84		--
2504 R ES C31200	2504 R ES C21200	E	1992	BOP	10	30	CDR2	30	CDR2	20	41	CDR1	+
2504 R EE D30900	2504 R EE D31200	E	1993	BOP	0	24	CDR1	10	CDR1	4	17	CDR0	+
2504 R EE B31200	2504 R EE B31200	E	1992	BOP	9	30	CDR1	34	CDR2	25	43	CDR1	-
2504 M BBRF B21200	2504 M BBEF B30900	E	1992	BOP	20	36	CDR2	33	CDR2	24	42	CDR1	+
2504 M BBEF B21200	2504 M BBEF B30900	E	1993	BOP	20	36	CDR2	52	CDR2	38	66	CDR3	+
2503 R SE B30712	2503 R SE C30900	E	1992	BOP	9	29	CDR1	40	CDR2	26	54	CDR1	-
2503 R PGE D30900	2503 R PGE C30700	E	1993	BOP	0	24	CDR1	0	CDR0		2		--
2503 R EE C30900	2503 R EE C30900	E	1992	BOP	0	24	CDR1	0	CDR0		2		--
2503 R EE B30900	2503 R EE B30900	E	1992	BOP	16	33	CDR2	23	CDR1	15	31	CDR2	-
2503 R EE B30700	2503 R EE B30700	E	1992	BOP	0	24	CDR1	22	CDR1	12	34	CDR2	+
2503 R EE B21200	2503 R EE B31200	E	1992	BOP	3	26	CDR1	26	CDR1	18	35	CDR2	+
2503 R EE B20900	2503 R EE B20900	E	1992	BOP	0	24	CDR1	46	CDR2	35	58		--
2502 R EL SS C30500	2502 R SS B30500	E	1993	BOP	0	24	CDR1	56	CDR2	42	70	CDR3	--
2502 R ES B40300	2502 R ES B30500	E	1992	BOP	15	33	CDR2	8	CDR1	2	16	CDR0	--
2502 R ES B30700	2502 R ES B20900	E	1993	BOP	19	35	CDR2	55	CDR2	46	65	CDR3	+
2502 M FIRF B30700	2502 M FIRF B20700	E	1993	BOP	33	44	CDR2	27	CDR1	15	38	CDR2	-
2502 M BBRR B20900	2502 M BBRR B30700	E	1992	BOP	9	29	CDR1	24	CDR1	12	36	CDR2	+
2505 R EE C21200	2505 R EE C21200	H	1992	BOP	0	16	CDR1	45	CDR2	35	54		--
2505 R EE B40500	2505 R EE B40500	H	1992	BOP	3	19	CDR1	55	CDR2	42	68	CDR3	--

2504 R HP ES C31200	2504 R ES C21200	H	1993	BOP	10	24	CDR1	70	CDR3	63	75		--
2504 R HP EE D30800	2504 R EE D31200	H	1992	BOP	0	16	CDR1	14	CDR1	7	20		++
2504 R HP EE D21200	2504 R EE D21200	H	1992	BOP	13	26	CDR1	15	CDR1	7	25		++
2504 R HP EE C21200	2504 R EE C21200	H	1993	BOP	5	20	CDR1	13	CDR1	9	18		++
2504 R HP EE C20800	2504 R EE C30800	H	1993	BOP	5	20	CDR1	10	CDR1	2	20	CDR0	+
2504 R EL SS C30900	2504 R SE B30900	H	1992	BOP	17	29	CDR1	20	CDR1	11	29		++
2504 R EL SE C21200	2504 R SE B30900	H	1992	BOP	17	29	CDR1	16	CDR1	6	26		++
2504 R ES C40500	2504 R ES B30700	H	1993	BOP	0	16	CDR1	49	CDR2	39	59		--
2504 R ES C31200	2504 R ES C21200	H	1993	BOP	10	24	CDR1	51	CDR2	41	61	CDR3	--
2504 R ES C21200	2504 R ES C21200	H	1993	BOP	10	24	CDR1	27	CDR1	15	38	CDR2	+
2504 R ES C20800	2504 R ES C21200	H	1993	BOP	10	24	CDR1	37	CDR2	28	46	CDR1	-
2504 R ES B31200	2504 R ES B30900	H	1992	BOP	16	29	CDR1	48	CDR2	41	54		--
2504 R ES B31200	2504 R ES B30900	H	1993	BOP	16	29	CDR1	70	CDR3	60	80		--
2504 R ES B30900	2504 R ES B30900	H	1992	BOP	16	29	CDR1	26	CDR1	14	38	CDR2	+
2504 R ES B20800	2504 R ES B30900	H	1992	BOP	16	29	CDR1	40	CDR2	33	47		--
2504 R EPG C21200	2504 R EPG B30700	H	1992	BOP	18	30	CDR2	22	CDR1	12	34	CDR2	-
2504 R EE C40509	2504 R EE C40500	H	1993	BOP	20	32	CDR2	16	CDR1	6	26		--
2504 R EE C20800	2504 R EE C30800	H	1992	BOP	5	20	CDR1	19	CDR1	11	28		++
2504 R EE C20800	2504 R EE C30800	H	1993	BOP	5	20	CDR1	14	CDR1	7	20		++
2504 R EE B31200	2504 R EE B31200	H	1993	BOP	9	24	CDR1	49	CDR2	44	55		--
2504 R EE B21200	2504 R EE B31200	H	1993	BOP	9	24	CDR1	11	CDR1	8	15		++
2504 M HP BBSR C21200	2504 M BBSR B30900	H	1992	BOP	29	39	CDR2	20	CDR1	10	32	CDR2	-
2504 M BBRR C31200	2504 M BBRR B30900	H	1993	BOP	12	26	CDR1	63	CDR3	51	74	CDR2	--
2504 M BBRF B21200	2504 M BBEF B30900	H	1993	BOP	20	32	CDR2	34	CDR2	22	48	CDR1	+
2504 M BBER B30700	2504 M BBER B30900	H	1992	BOP	0	16	CDR1	32	CDR2	20	43	CDR1	-
2503 R EE B31200	2503 R EE B31200	H	1992	BOP	3	19	CDR1	13	CDR1	5	23		++
2503 R EE B30900	2503 R EE B30900	H	1992	BOP	16	28	CDR1	6	CDR1	1	11	CDR0	+