

FT #
58

Fiche Technique N° FT-58
juin 1982

Utilisation de têtes abatteuses à scie circulaire pour éviter l'endommagement des gros-bouts et accroître la productivité

M.P. Folkema et P.G. Mellgren

This Technical Note is available in English

PRÉFACE

En 1977, à la demande de plusieurs compagnies membres possédant des scieries, FERIC engagea des recherches pour remédier aux fentes du bois de pied d'arbre provoquées par l'emploi de cisailles hydrauliques.

La première étape, menée durant l'hiver 1977-1978, consista à faire l'essai d'une tête abatteuse de fabrication suédoise munie d'une scie mécanique montée sur un transporteur à chenilles Drott 40. La fiabilité mécanique de cette tête s'avéra insuffisante selon les normes de l'industrie. De cette étude et de quelques autres, FERIC conclut qu'une tête abatteuse à scie "idéale" se devait d'être simple, robuste et mécaniquement fiable, avec une productivité au moins égale à celle des têtes à cisailles hydrauliques.

Pendant cette même période, les compagnies membres constatèrent souvent que l'abattage mécanisé à la cisaille n'était pas plus économique que l'abattage manuel. FERIC en déduisit donc que l'abattage mécanique ne produirait une diminution des coûts d'exploitation qu'à condition d'en augmenter de façon substantielle le rendement.

Ces deux objectifs - empêcher les fentes de bout de bille de souche et accroître le rendement d'abattage - furent fondus en un seul projet. Le présent rapport expose la nature de ce projet et le degré de succès atteint.

Nous remercions particulièrement les compagnies suivantes et leur personnel de l'intérêt qu'elles ont manifesté pour ce projet et de l'appui qu'elles ont fourni:

Abitibi-Price Inc., Thunder Bay, Ontario.
Domtar Inc., Dolbeau Québec.
Harricana Métal Inc., Amos, Québec.
Koehring Canada Ltd., Brantford, Ontario.

TABLE DES MATIÈRES

	Page
PRÉFACE	i
RÉSUMÉ	ii
INTRODUCTION ET DONNÉES DE BASE	1
Dommages causés aux fibres par les cisailles	1
Têtes abatteuses à scie à chaîne et à vrille	3
La moissonneuse A-Line Swather	4
SCIE CIRCULAIRE KOEHRING	7
Mise au point et premiers résultats	7
Essai Koehring - Thunder Bay, Ontario	10
SCIE CIRCULAIRE HARRICANA	13
Mise au point et premiers résultats	13
Essai Harricana - Dolbeau, Qué.	14
CONCLUSIONS	18
RÉFÉRENCES	21
APPENDICE I - TABLE DE CONVERSION	22

RÉSUMÉ

C'est en 1976, au Canada, que la compagnie Prince Albert Pulpwood Ltd. utilisa pour la première fois, pour couper les arbres, une grande et robuste scie circulaire entraînée par un puissant moteur hydraulique et fonctionnant selon le même principe qu'un volant (énergie cinétique). Ce principe d'abattage, appliqué à leur moissonneuse A-Line Swather, permettait l'abattage continu d'arbres de petit diamètre à une vitesse de déplacement de 3 à 4 km/h.

Comme cette méthode ne provoquait pas de fissuration du bois et qu'elle présentait un fort potentiel de production, FERIC lança un programme dans le but de déterminer s'il était possible de fabriquer une version montée sur flèche. Deux entreprises - Koehring Canada Ltd. et Harricana Métal Inc. - collaborèrent avec l'institut pour mettre au point des prototypes acceptable et en faire l'essai.

Fin 1981, un essai effectué pendant deux semaines et demie près de Thunder Bay, en Ontario, avec une scie circulaire Koehring désaxée de 45° et montée sur un transporteur à chenilles Koehring 620 indiqua une productivité moyenne de 191 arbres/HMP, soit 18.2 m³/HMP en évaluant le volume moyen par arbre à 0.095 m³. Le personnel de la compagnie a estimé que ce rendement était supérieur de 15 à 20% à celui d'une abatteuse-gerbeuse à cisaille. Il ne s'agit par ailleurs que de résultats préliminaires: en effet, FERIC entrevoit une augmentation considérable de la productivité de cette machine pour peu qu'on améliore le système hydraulique du transporteur et que les opérateurs acquièrent plus d'expérience.

La scie circulaire Harricana montée sur un transporteur à chenilles John Deere 693A a été essayée près de Dolbeau, au Québec, en janvier et février 1982. Les essais d'une durée limitée menés par FERIC ont indiqué une productivité de 72 arbres/HMP, soit 22.3 m³/HMP en évaluant le volume moyen par arbre à 0.31 m³. Dans ce cas, la quantité inférieure d'arbres par HMP s'explique par le volume plus important des arbres, par des conditions d'exploitation difficiles (neige profonde, pente supérieure à 25%) et par le cycle de fonctionnement en 2 étapes de cette tête. La tête abatteuse doit d'abord être approchée de chaque arbre, puis une seconde action hydraulique pousse la tête en avant, sciant l'arbre. En dépit de cette quantité moindre d'arbres, la productivité en volume (m³) est supérieure à celle de la tête Koehring.

Dans les deux cas, les dommages aux gros-bouts étaient minimes ou inexistants. Il existe plusieurs raisons à ce phénomène: d'une part, les arbres ne subissent pas d'efforts de flexion pendant l'abattage puisqu'ils ne sont saisis qu'une fois entièrement coupés; d'autre part, le sciage ne provoque pas de compression du bois, avec les dommages que cela entraîne.

Les résultats obtenus jusqu'ici indiquent qu'en comparaison des engins d'abattage à scie à chaîne ou à vrille, les têtes à scie circulaire sont plus simples puisque composées d'un nombre restreint de pièces, plus robustes et donc mieux adaptées au débroussaillage. Ces qualités font que la scie circulaire devrait offrir une fiabilité mécanique élevée, semblable à celle des cisailles. Parmi d'autres avantages, notons qu'elle est capable d'abattre des essences dures, dans des conditions hivernales en laissant des souches plus basses que les cisailles.

INTRODUCTION ET DONNÉES DE BASE

Dommages causés aux fibres par les cisailles

Les pertes dues au rognage des billes fendues en bout suite à l'abattage par cisailles hydrauliques ont depuis longtemps posé un sérieux problème aux scieries et aux fabriques de contre-plaqué canadiennes. Depuis le début des années 60, c'est-à-dire depuis la mise en service des premières cisailles, les fentes de bout ont eu pour effet une perte de qualité du produit, un taux de rognage plus élevé et une baisse du profit des scieries (voir fig. 1). En ce qui concerne les exploitations de bois à pâte, la fissuration du bois n'a souvent pas d'effet appréciable. Cependant, l'intégration de plus en plus poussée des procédés d'exploitation, avec production tant de bois à pâte que de billes pour le sciage et de billes pour contre-placage, a donné une importance de plus en plus aigüe au problème.

Les scieries canadiennes subissent des pertes annuelles de plusieurs millions de dollars suite aux dommages causés aux fibres par les cisailles. Si l'on prend comme exemple le Nord de la Colombie-Britannique, on a constaté que plus de la moitié du bois d'oeuvre était abattu par des cisailles à lame unique. Les rapports des scieries indiquaient que les cisailles endommageaient 3% du bois commercialisable (moyenne annuelle). En 1975, la production des scieries de cette région était de 2,2 milliards de pmp; les pertes de rognage dues à l'emploi de cisailles ont alors été évaluées à 35 million de pmp. Cette quantité a été déclassée passant de la catégorie "bois de sciage" à la catégorie "bois à pâte" [1]. En fixant à \$130 la différence de valeur entre mille pmp de bois de sciage et une quantité égale de copeaux de bois, on obtient une perte annuelle de 4.5 millions de dollars dans la région considérée.

Il y a quelques années, une étude approfondie des cisailles à simple et à double lames a permis de contrôler que les pertes de rognage causées par leur utilisation sont importantes, surtout en hiver. Takla Logging, entreprise de Prince George, en Colombie-Britannique, suite à un essai à -20°C, a évalué les dommages à 3.6% du volume des troncs entiers, ou 11.4% du bois de sciage provenant des billes de 5.6 m [2].

Johnson et St-Laurent [3] du Eastern Forest Products Laboratory (FORINTEK), Wiklund [4] et Arola [5] ont étudiés les effets de l'épaisseur de la lame (les lames épaisses causent des dommages plus considérables), de la température du bois (les dommages augmentent à mesure que la température baisse), des forces de cisaillement, etc.

Les recherches visant à améliorer les cisailles ont abouti à plusieurs innovation susceptibles de réduire les dommages au pied d'arbre. Ainsi, les lames de cisailles nervurées mises au point par Western Forest Products Laboratory (FORINTEK) ont contribué à réduire la fissuration [1]. Parmi d'autres innovations, mentionnons les lames à double biseau, les lames inclinées et les lames incurvées. Cependant, lorsque le bois est gelé, ces cisailles "améliorées" ne produisent guère moins de dommages.

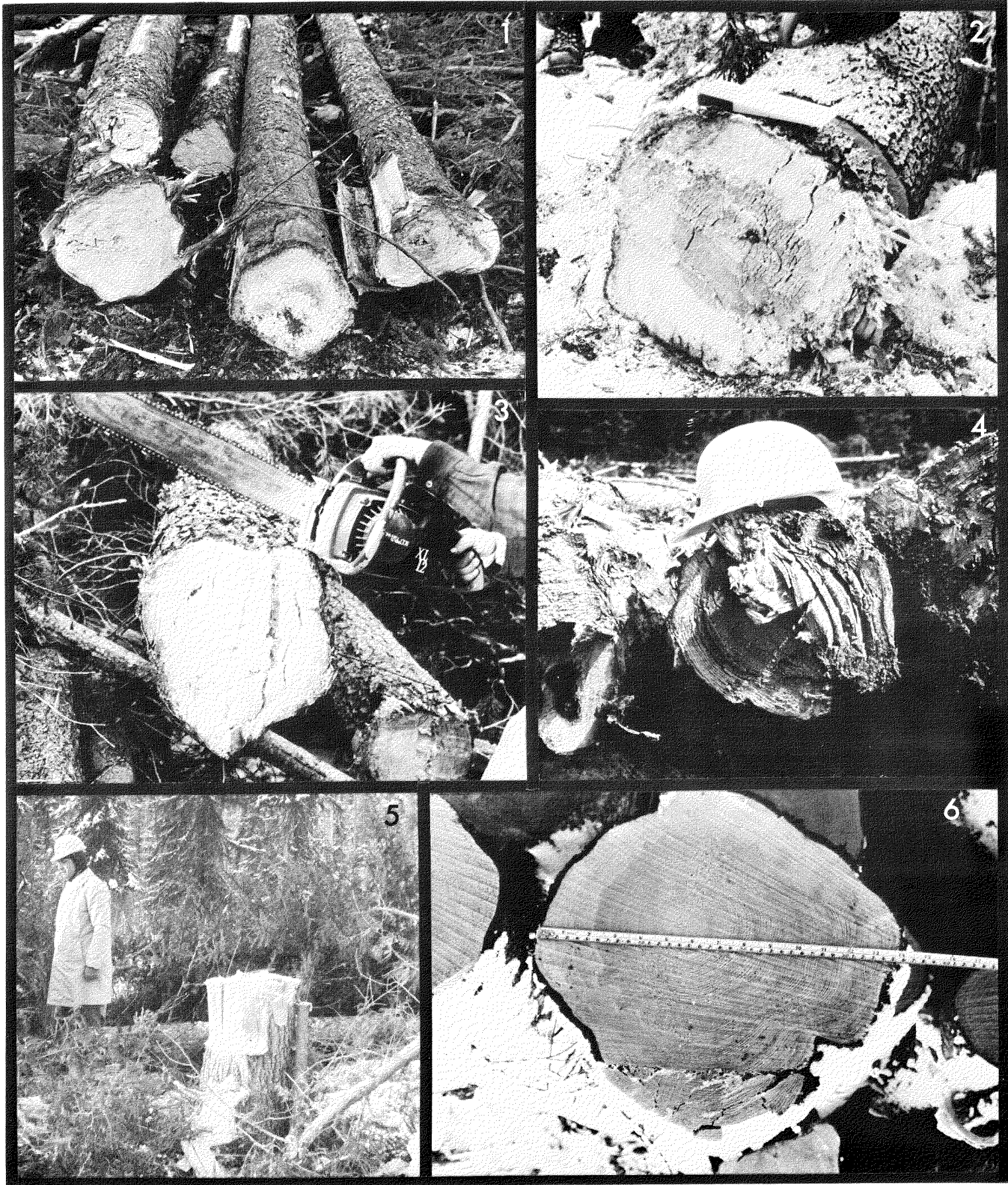


Figure 1. Dommages causés au bois par diverses machines d'abattage. 1: Moissonneuse Cat 950, Thunder Bay, Ontario, juin 1975; 2: Cisaille montée sur tracteur QM, Okanagan Falls, C.-B., février 1977; 3: Abatteuse-gerbeuse à cisaille Para de Earl, Okanagan Falls, C.-B., mars 1977; 4: Abatteuse-gerbeuse Drott 40, Dryden, Ontario, février 1978; 5: Tentatives de cisaillement répétées sur cette souche, abatteuse-gerbeuse Drott 40, Timmins, Ontario, janvier 1977; 6: Kockums 880 avec tête abatteuse à scie à chaîne, Prince George, C.-B., mars 1977.

Les recherches sur les cisailles ont aussi indiqué que les efforts de flexion (pression) exercés sur l'arbre par les pinces de la tête abatteuse lors du cisaillement sont responsables de la plupart des longues fentes qui abîment les billes. Il est possible de résoudre ce problème en améliorant les techniques d'exploitation et en modifiant le dispositif. REMARQUE: les têtes abatteuses à scie à chaîne provoquent souvent l'apparition de fentes semblables. C'est que l'opérateur a probablement fait pencher l'arbre en cours de coupe pour garder le chemin de scie ouvert afin d'empêcher le coinçage de la chaîne.

Têtes abatteuses à scie à chaîne et à vrille

Comme nous l'avons souligné précédemment, les "améliorations" apportées aux lames des cisailles n'ont pas permis de réduire de façon substantielle la fissuration du bois lorsque celui-ci est gelé. FERIC a entrepris il y a plusieurs années d'étudier d'autres méthodes d'abattage mécanique afin de savoir si elle apportent une solution acceptable au problème du fendage du bois. Les têtes abatteuses à scie à chaîne et à vrille font partie de ces méthodes.

Pendant l'hiver 1977-1978, FERIC a organisé et surveillé un essai de deux mois et demi d'une tête abatteuse à scie à chaîne Cranab 55 modifiée pour montage sur abatteuse-gerbeuse à chenilles Drott 40 [6]. Cet essai, et d'autres études de FERIC portant sur les têtes abatteuses à scie à chaîne [7, 8 et 9] ont indiqués que ces têtes, bien qu'elles puissent servir à l'abattage des arbres, présentent pourtant plusieurs inconvénients: elles comportent de nombreuses pièces de petites dimensions, sont beaucoup plus fragiles que les cisailles, nécessitent d'ordinaire des opérateurs consciencieux et très bien formés (disposés à effectuer réglages et réparations: retendre périodiquement la chaîne, remplacer ou aiguiser la chaîne et son support, etc.) et sont souvent trop complexes (circuit électrique dans la tête abatteuse, par exemple) pour être réparées au chantier. Il en résulte par conséquent de trop nombreuses pertes de temps.

Bien que ces inconvénients soient bien connus, on continue à utiliser largement les têtes abatteuses à scie à chaîne, en particulier en Colombie-Britannique. Là, ces têtes sont montées tant sur les abatteuses-gerbeuses que sur les abatteuses à chute dirigée. Dans l'Est et dans les provinces centrales du Canada, ces têtes sont beaucoup moins utilisées.

FERIC a également étudié avec soin la tête abatteuse à vrille [10]. Bien que cette tête ait prouvé sa fiabilité dans de nombreuses exploitations, elle présente néanmoins bon nombre des inconvénients des têtes abatteuses à scie à chaîne. Elle est fragile, on doit l'aiguiser souvent et elle requiert précaution et attention de la part de l'opérateur. Quoi qu'elle ait connu un certain succès dans les exploitations des gros arbres de l'intérieur de la Colombie-Britannique et de la région de Kootenay dans cette même province, elle a été rarement utilisée dans les exploitations d'arbres plus petits de l'Est et du centre du Canada. La vrille Drott est destinée à l'abattage de grands arbres (capacité de 60 cm), avec un cycle de fonctionnement plus long en comparaison des têtes abatteuses plus petites (têtes à cisaille).

Le rapport sur l'étude menée en 1977-1978 par FERIC sur la tête abatteuse à scie à chaîne Cranab 55 (cité précédemment) conclut ainsi:

"Une tête abatteuse sans cisaille, montée à l'extrémité d'une flèche devrait pouvoir résister à des contraintes considérables (débroussailler ou dégager les arbres indésirables, par exemple). La tête devrait aussi être simple, robuste et mécaniquement fiable. Bien que la tête abatteuse Cranab ne satisfasse pas à ces exigences, les leçons tirées de cet essai ont été profitables et pourront être appliquées ailleurs. FERIC a donc l'intention de poursuivre ses recherches en vue de la fabrication d'une tête abatteuse fiable sans cisaille [6]".

La mise au point de la moissonneuse A-Line Swather a fourni l'occasion de continuer cette recherche.

La moissonneuse A-Line Swather

Le concept d'abattage continu à grande vitesse a été proposé par Per Mellgren en 1969 (Brev. Can. 808661). Malheureusement, aucun essai pratique n'avait été effectué à cette époque. En 1976, de façon tout à fait indépendante, Bruce Hyde et Wayne Tyndall entreprirent à Prince Albert, en Saskatchewan, d'expérimenter l'abattage continu à grande vitesse. Ils prouvèrent que ce concept théorique était viable en pratique. En 1977, une machine expérimentale (Brev. Can. 1079283) démontra qu'elle était capable d'abattre, de ramasser et de grouper les arbres à raisons de 10 à 30 arbres par minute dans les peuplements denses [11, 12]. FERIC s'engagea directement dans le programme A-Line Swather en 1977; Per Mellgren apporta son aide pour de nombreuses améliorations techniques de la machine.

La machine expérimentale (voir fig. 2) utilisait une grande scie circulaire de 1,63 m de diamètre et de 19 mm d'épaisseur, montée sur le côté d'un transporteur à déplacement continu. Cette scie pouvait abattre les arbres de petit diamètre (10-18 cm d.h.p.). Elle était entraînée par un moteur hydraulique au moyen d'un robuste engrenage à angle droit à une vitesse d'environ 800 tr/min. La pompe du système hydrostatique était entraînée par un moteur Diesel indépendant, monté sur la remorque. Étant donné l'importante énergie cinétique accumulée dans la scie en rotation, on observa que même les grands arbres étaient coupés presque instantanément, sans ralentissement de la machine qui se déplaçait à une vitesse variant entre 3 et 4 km/h.



Figure 2. La moissonneuse A-Line Swather (1979). 1: Vue arrière de la machine; 2: La scie circulaire et le "sélecteur d'arbres" (voir flèche) qui accepte ou rejette les arbres avant la coupe; 3: Pousse-arbres (flèche): bras pivotant qui dirige les arbres vers le panier, derrière la scie; 4: L'aspect déchiqueté des arbres abattus n'est que superficiel. Il est causé par les boulons montés sur le dessus de la scie.

On remarquera que l'action coupante et déchirante de la scie de la moissonneuse A-Line Swather produisait une surface moins régulière qu'une tronçonneuse ordinaire, mais qu'il n'y avait par contre presque pas de fissuration. Au début de 1979, FERIC entreprit une étude pour déterminer si l'utilisation d'une scie circulaire permettrait de résoudre le problème de la fissuration du bois provoqué par les cisailles. En découpant à l'aide d'une scie mécanique une série de disques à l'extrémité des arbres abattus par la moissonneuse A-Line Swather, on constata que 90% des arbres présentaient une zone endommagée inférieure à 5 cm (voir fig. 2). Environ 10% des gros-bouts d'arbres montraient des signes divers de fissuration. On attribua ce phénomène aux forces de flexion exercées sur ces arbres par le "sélecteur d'arbres", dispositif de guidage placé en avant de la scie circulaire, destiné à trier les arbres avant la coupe, et par le "pousse-arbres", bras pivotant dirigeant les arbres vers le panier en arrière de la scie (voir fig. 2). L'étude sur le terrain montra que l'aspect déchiqueté de l'entaille (voir fig. 2) était simplement superficiel et résultait pour l'essentiel de l'action des boulons montés sur le dessus de la scie.

Préparation d'une version montée sur flèche: La moissonneuse A-Line Swather ne convenait pourtant pas lorsqu'il s'agissait d'abattre les plus gros arbres ou d'évoluer sur sol accidenté ou rocailleux. FERIC songea alors à fixer la scie circulaire sur une tête d'abattage montée sur flèche. Dans ce but, l'institut prépara une série de plans préliminaires et de plans techniques. Koehring Canada Ltd. à Brantford, en Ontario, puis plus tard Harricana Métal Inc. à Amos, au Québec, furent approchés par FERIC pour construire des prototypes permettant de procéder à des essais. Ces deux fabricants furent choisis parce que tous deux avaient déjà produits des têtes d'abattage à cisaille avec bras accumulateurs; il s'agissait de modifier ces têtes pour permettre l'installation de scies circulaires. En outre, les deux fabricants connaissaient très bien le problème de la fissuration causé par les cisailles et avaient essayé d'y apporter leur propres solutions: Koehring Ltd. avait commencé à mettre sur le marché une tête abatteuse à scie à chaîne et Harricana Métal faisait l'essai d'une tête comparable mise au point en France.

Les deux fabricants concédaient que les solutions mises au point pour remplacer les cisailles (têtes abatteuses à scie à chaîne et à vrille) n'avaient pas donné pleine satisfaction au Canada et qu'il fallait en trouver une autre. Conscients des avantages présentés par une tête abatteuse à scie circulaire, ils travaillèrent à leurs frais et à leur propre rythme à la mise au point d'un prototype adéquat.

SCIE CIRCULAIRE KOEHRING

Mise au point et premiers résultats

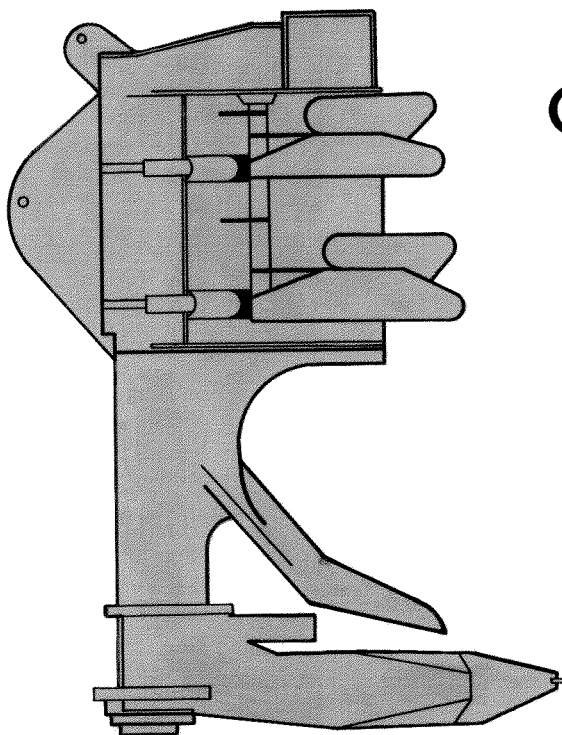
C'est en mai 1979 que FERIC approcha Koehring Canada Ltd. pour la construction d'un prototype de tête abatteuse à scie circulaire, en estimant que le produit obtenu serait viable. FERIC fournit les plans préliminaires et les plans techniques.

MARK I: en juin 1981, une tête abatteuse à scie circulaire Koehring fut montée sur un transporteur à chenilles Koehring 620. Les premiers essais, effectués en présence de FERIC, furent menés dans un petit boisé près de Brantford, en Ontario. Les résultats furent encourageant. On abattit des résineux et des feuillus de grande taille, jusqu'à 50 cm de d.h.p. On n'observa pas de dommages au pied d'arbre apparents. Il n'était pas nécessaire de fermer les bras de préhension avant la coupe complète de l'arbre. Cependant, la manoeuvre causa certaines difficultés; il était indispensable d'apporter certaines modifications aux commandes. Cependant, afin de pouvoir apprécier le véritable potentiel de la scie, il aurait fallu évoluer dans un peuplement de meilleure qualité, avec un opérateur plus compétent.

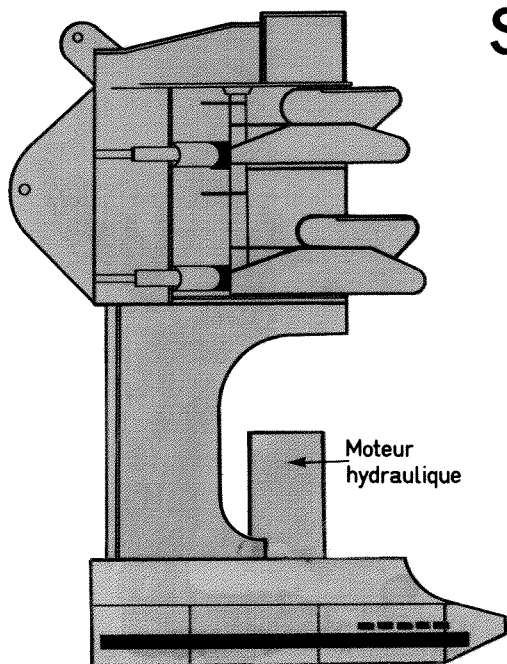
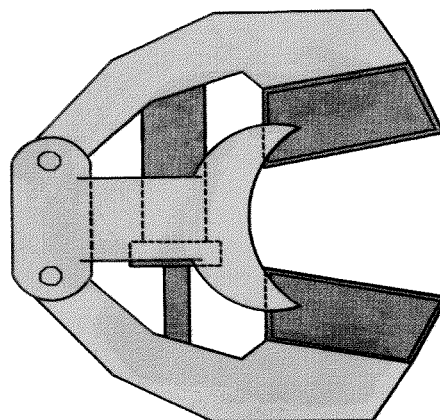
MARK II: on modifia le Mark I en ajoutant un adapteur à 45° à l'arrière de la tête abatteuse (voir fig. 4). Ce dispositif permet de décaler de 45° vers la droite de l'opérateur la "fenêtre" de la scie. Cela permet à l'opérateur d'utiliser la technique du "fauchage interrompu" consistant à couper plusieurs arbres lors d'une unique translation de la flèche d'un bord à l'autre, translation interrompue seulement lors du sciage. Une fois la tête garnie d'arbres, on fait basculer vers l'arrière en position normale de déchargement afin de décharger les arbres.

Cette technique présente un avantage. Il n'est plus nécessaire d'approcher la tête abatteuse de chaque arbre en allongeant ou en faisant pivoter la flèche articulée, ou encore en déplaçant le transporteur. La technique du fauchage "bord à bord" fait donc gagner beaucoup de temps. Il existe pourtant un inconvénient: la machine doit revenir à vide au point de départ de chaque percée à moins qu'elle n'encercle le peuplement.

En juillet 1981, Koehring construisit une deuxième tête abatteuse à scie circulaire. Les essais furent effectués en août sur l'exploitation de M. Clémence Bernier près de Matagami, au Québec. Un incendie d'origine électrique ayant détruit le transporteur à chenilles Koehring 620 sur lequel la tête était montée, celle-ci fut enlevée et remontée sur un autre engin porteur 620. FERIC observa cette machine à Thunder Bay, en Ontario.



Cisaille Koehring



Scie Circulaire Koehring

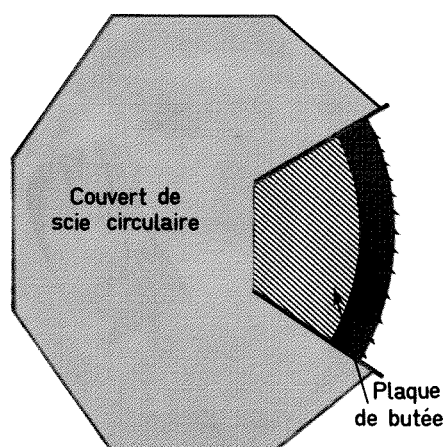


Figure 3. Mise au point de la scie circulaire Koehring.
Haut: Tête abatteuse Koehring ordinaire à cisaille.
Bas: Modifications requises pour l'installation de la scie circulaire (en bleu).

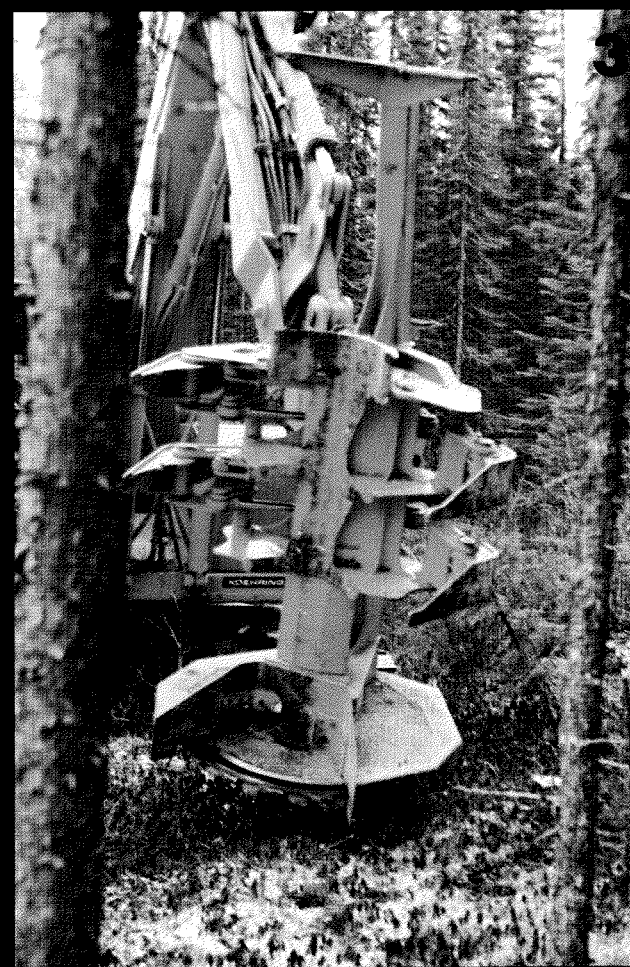
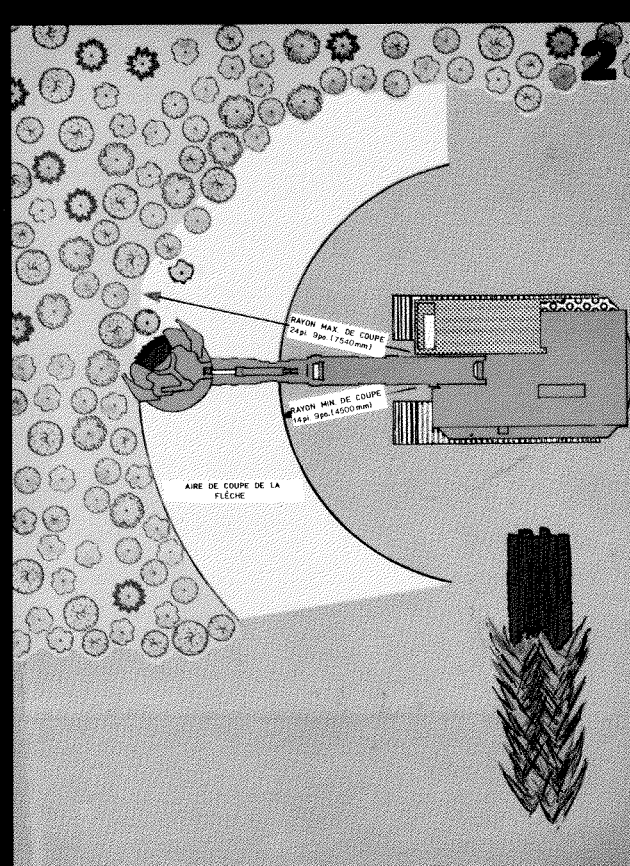


Figure 4. Koehring 620 avec tête abatteuse à scie circulaire à désaxage de 45° . 1: Abattage et bottelage par Abitibi-Price Inc. à Thunder Bay, Ontario; 2: Vue en plan illustrant la technique du fauchage bord à bord; 3: Vue avant de la tête abatteuse; 4: le contact accidentel de la scie avec un rocher a peu d'effet sur la capacité de coupe de la scie; 5: Gros plan de la scie.

Essai Koehring - Thunder Bay, Ontario

Du 17 novembre au 3 décembre 1981, près de Thunder Bay, en Ontario, Abitibi-Price Inc. fit l'essai en opération normale d'une machine Koehring 620 équipée d'une tête abatteuse à scie circulaire désaxée de 45° d'une capacité de 50 cm. Les résultats de cet essai, présentés aux tables 1 et 2, sont basés sur les données recueillies par Abitibi-Price Inc. [13]. L'opérateur ne possédant qu'une expérience limitée, sa technique de manoeuvre fut bien en-deçà du niveau optimal.

Production - La table 2 indique que la productivité moyenne pendant cette période d'essai de deux semaines et demie selon la technique de fauchage bord à bord fut de 191 arbres HMP, ou de 18.2 m³/HMP en évaluant le volume moyen par arbre à 0.095 m³. Le personnel d'Abitibi-Price a considéré que cette productivité était de 15 à 20% supérieure à celle obtenue avec une abatteuse-gerbeuse à cisaille dans des conditions équivalentes.

Le personnel d'Abitibi-Price a également remarqué que la productivité potentielle de la scie circulaire Koehring n'a pas été atteinte, sauf pendant de brèves périodes au cours desquelles les fonctions hydrauliques de la machine n'étaient pas pleinement sollicitées. Une série d'études portant sur des périodes de 10 minutes entreprises par G. Brown de Abitibi-Price ont indiqué qu'il arrivait souvent que 50 arbres ou plus soient abattus et groupés pendant ces périodes. En extrapolant, on obtient une productivité à long terme de 300 arbres/HMP. Étant donné les limitations du système hydraulique du transporteur et, dans une moindre mesure, la méconnaissance relative par l'opérateur de la technique de fauchage, la productivité réelle à long terme fut de 191 arbres/HMP. Les résultats à court terme (300 arbres/HMP) donnent seulement l'idée de la production qui pourrait être atteinte dans des conditions idéales. Suit un examen critique du système hydraulique du Koehring 620:

Le Koehring 620 avec ses trois pompes hydrauliques à engrenages actionnées par un Diesel Detroit 4-71N (107 kW; 143 HP) ne peut pas toujours accomplir plusieurs fonctions essentielles simultanément. Même lorsqu'elle ne coupe pas d'arbre, la scie demande apparemment assez d'énergie pour provoquer le calage du moteur lorsque l'on tente de faire pivoter la flèche et d'avancer en même temps.

Si le terrain est peu praticable (sol mou, escalade de chablis), il devient nécessaire de couper le débit vers la scie. Les 10 secondes nécessaires pour ramener le régime de la scie à 1000 tr/min réduisent la productivité de la machine.

Table 1. Essais de la scie circulaire Koehring - Conditions moyennes.

FACTEUR	DESCRIPTION
Lieu	80 km à l'ouest de Thunder Bay; en Ontario
Durée de l'étude	17 nov. au 3 déc. 1981
Genre de peuplement	Bandes résiduelles de coupes à blanc de 100 m de large
Essences	Épinette noire 70% pin gris 30%
Tiges par hectare	1500
Volume par arbre	0.095 m ³
Terrain	Sol peu profond sur assise rocheuse plate, avec dépression à sol mou intercalées (50% 1.1.1; 50% 3.1.1.*)
Pente	Horizontale
Épaisseur de neige	0 à 0.1 m
Température moyenne	0 à -10°C

* Mellgren, P.G. Terrain Classification for Canadian Forestry, Can. Pulp & Paper Assoc., décembre 1980.

Table 2. Essai de la scie circulaire Koehring - Résumé de la production.

<u>Machine et utilisation</u>		
Heures de main d'oeuvre prévues (h)		105
Heures de main d'oeuvre productives (h)		58
Retards pour raisons non mécaniques* (h)		31
Retards pour raisons mécaniques (h)		16
Disponibilité		85%
Utilisation		55%
<u>Production</u>		
Volume, m ³		1107**
Arbres		11 590
Arbres par m ³		10,5
Arbres par HMP		191
Volume par HMP, m ³		18,2

* Les retards pour raisons non mécaniques se décomposent comme suit:
9,5 h - familiarisation de l'opérateur avec la machine; 5 h - enlèvement de la machine; 4 h - absence de l'opérateur suite à une tempête de neige; 1,5 h - panne de carburant; 11 h visiteurs.

** Volume d'après pesée.

Broussailles et tiges non-marchandes - La scie circulaire Koehring débarrasse facilement l'aire de coupe des broussailles et des petits arbres non-marchands. Pour ce faire, la scie seule est utilisée, et non les bras de préhension. En comparaison, les têtes abatteuses à scie à chaîne ou à cisaille coupent d'ordinaire ces arbres lors d'un cycle d'abattage complet. En cette matière, la scie circulaire Koehring présente un avantage certain.

Endommagement des gros-bouts - Durant cet essai, la proportion des gros-bouts endommagés était négligeable (il s'agissait d'un facteur important, car Abitibi-Price expédie toutes les billes à scier à sa scierie de Thunder Bay). Les bras de préhension ont laissé des balafres profondes sur quelques arbres, mais cela s'explique en grande partie par l'inexpérience de l'opérateur.

Pertes de temps - La plupart des temps morts en cours d'essai furent attribuables à des réglages mineurs (câblage, pression, etc.). N'oublions pas qu'il s'agissait d'un prototype. Un tuyau menant au bras accumulateur inférieur se rompit et il fallut changer une scie pour une étude de résistance et de conception de Koehring Ltd. Il n'a pas été nécessaire d'aiguiser la scie.

Améliorations recommandées

1. Modification du système hydraulique (par exemple, pompes à déplacement variable contrôlé par couple (HP - Controlled), entraînement de la scie en circuit fermé). Cette modification s'impose vu la puissance insuffisante du Koehring 620 lorsqu'il s'agit d'accomplir simultanément plusieurs fonctions hydrauliques primaires.
2. Utilisation d'une scie d'une seule pièce.
3. Nouveau dessin du bras support en col de cygne du fait que les arbres accumulés ne sont pas placés assez loin vers l'arrière de la tête. Parfois, ces arbres et leurs branches empêchent l'accumulation d'arbres additionnels. REMARQUE: Les arbres sont saisis par les bras accumulateurs après avoir été coupés, et non avant comme c'est le cas avec une abatteuse-gerbeuse à cisaille.

SCIE CIRCULAIRE HARRICANA

Mise au point et premiers résultats

Au début de 1980, FERIC proposa à la direction de Harricana Métal de modifier leur tête d'abattage à cisaille de façon à permettre l'installation d'une scie circulaire. La proposition fut acceptée et au cours des mois suivants, la compagnie fabriqua et mit au point le prototype Mark I (voir fig. 5).

Harricana Métal choisit d'utiliser le transporteur John Deere 693. Ce transporteur a une capacité hydraulique limitée (deux pompes à engrenages) fournissant un débit de 5.3 L/s. Pour cette raison, Harricana Métal décida d'abord de monter une scie circulaire mince (fragile) nécessitant un débit hydraulique (couple) moins important que la robuste scie intégrale recommandée par FERIC. REMARQUE: L'adjonction d'une troisième pompe hydraulique fut alors envisagée puis rejetée pour éviter les problèmes prévisibles de mise en marché en cas de succès de la scie circulaire.

Mark I - Ce premier prototype était directement monté sur la flèche. La scie circulaire consistait en une lame ordinaire épaisse de 0.6 cm comportant environ 100 dents rapportées (cette scie fut aussi utilisée sur les prototypes Mark II et III). Le Mark I fut essayé sur le terrain en juin 1980. Plusieurs problèmes surgirent, concernant tous la scie: l'étroitesse du chemin de scie provoquait le coincement de la lame dès qu'on cessait de déplacer la tête horizontalement; en outre, le bris ou la perte des dents rapportées étaient fréquents.

Mark II - Au moyen de rouleaux et d'une voie de roulement, on permit le glissement de la tête dans le but principal de lui donner un mouvement rectiligne et non plus courbé. Le bien-fondé de cette initiative fut vérifié lors des essais ultérieurs.

Mark III - Pour mieux protéger la fragile lame de scie (par exemple des rochers pendant la mise en place de la tête contre l'arbre), on ajouta une plaque escamotable montée sous la scie. Cette idée ne s'avéra pas fiable du point de vue mécanique à cause de l'exposition des vérins.

Mark IV - La plaque escamotable fut ôtée. On ajouta alors une plaque de protection incorporée à l'ensemble rouleau et voie de roulement afin de protéger la scie en position centrée. La principale amélioration consista cependant dans l'installation d'une scie circulaire plus robuste, plus épaisse (13 mm) et intégrale (pas de dents rapportées) construite par Harricana. Le Mark IV fonctionnait bien. On l'essaya en forêt de février à avril 1981.

Par suite, on mit au point un modèle avant-série s'inspirant du prototype Mark IV. On s'était fixé deux objectifs: réduire le poids superflu et mieux protéger certains composants. On changea aussi les commandes puisqu'on utilisait maintenant une nouvelle version du John Deere 693 avec hydraulique contrôlant hydraulique par soupapes commandées par pilote.

Essai Harricana - Dolbeau, Québec

En janvier et février 1982, Domtar Inc. fit à Dolbeau, au Québec, l'essai en opération normale de la scie circulaire Harricana (modèle avant-série) montée sur transporteur à chenilles John Deere 693A. L'opérateur observé par FERIC avait conduit pendant un an des abatteuses-gerbeuses à cisaille et était considéré comme un bon opérateur. Quand FERIC entreprit son étude, il avait eu l'occasion de se familiariser avec la tête à scie circulaire Harricana pendant deux semaines (voir tables 3 et 4).

Production - Pendant la période d'étude de FERIC, la productivité s'établit à 72 arbres/HMP, soit $22.3 \text{ m}^3/\text{HMP}$ en évaluant le volume moyen par arbre à 0.31 m^3 . Bien que la productivité en arbres par HMP paraisse faible, elle s'explique par la grosseur des arbres, les conditions d'exploitation difficiles et, dans une certaine mesure, par le cycle de fonctionnement en 2 étapes de la tête abatteuse Harricana. La neige profonde réduisait la mobilité du transporteur, la machine devait gravir une pente de 25% et la température était glaciale (-35°C). Selon l'opérateur, qui avait manœuvré des machines à cisaille et à scie circulaire équipées d'accumulateurs d'arbres, la productivité de la scie circulaire était légèrement supérieure (5 à 10%) à celle obtenues dans des conditions semblables avec des cisailles, à cause principalement de la réduction du temps de coupe. L'opérateur utilisa rarement le dispositif accumulateur d'arbres à cause de la taille relativement grosse de ces derniers.

Limitations mécaniques - On en observa principalement deux: premièrement lors de la coupe de gros arbres (diamètre de gros-bout $\geq 40 \text{ cm}$), il arrivait parfois que la scie cale avant la fin de la coupe. Dans de tels cas, l'opérateur devait retirer la scie pour lui permettre de retrouver son plein régime, puis l'engager de nouveau pour terminer la coupe. Ce problème pourrait être théoriquement résolu en augmentant le débit hydraulique (ou la pression, ou les deux) en direction du moteur de la scie ou en augmentant le temps de coupe. Deuxièmement, il fallut déplorer l'absence d'un vérin basculeur. FERIC observa que les arbres inclinés pouvaient d'ordinaire être coupés, mais que le défaut d'alignement de ces arbres dans la tête abatteuse pouvait avoir comme effet une pression excessive sur les bras de préhension. Un dispositif basculeur aurait aussi été très utile pour le travail à flanc de montagne.

REMARQUE: Au début de mars 1982, Domtar Inc. signala que l'essai de 2 mois de la tête à scie Harricana d'avant-série avait donné de bons résultats. En janvier, les modifications apportées (renforcement, protection, etc.) entraînèrent des pertes de temps considérables, mais en février, la disponibilité et la productivité de la machine furent excellentes.

Endommagement des gros-bouts et hauteur des souches - FERIC effectua des contrôles en débitant en disques à la tronçonneuse les gros-bouts des arbres abattus à la scie circulaire. On n'observa pas de dommages mesurables (voir fig. 7). L'épaisseur de la neige rendit la mesure des hauteurs de souches difficile. Un simple examen indiquait que ces hauteurs étaient conformes aux normes gouvernementales. L'effet de "soufflage de la neige" de la scie circulaire permet d'obtenir des souches basses, mais absorbe aussi une part considérable de la puissance de rotation de la scie.

Table 3. Essai de la scie circulaire Harricana - Conditions moyennes.

FACTEUR	DESCRIPTION
Lieu	80 km au nord de Dolbeau, au Québec
Date de l'étude	19 janvier 1982
Durée	2 h 17
Essences	Épinette noire 95% Bouleau blanc 5% (non marchand)
Volume marchand par arbre ..	0.31 m ³
Tige marchande par hectare..	900 (valeur estimée)
Terrain	Flanc de collines bien drainé, site favorable (classé comme 1.2.2*)
Pente	Pente régulière de 25%**
Épaisseur de neige	1.1 m
Température moyenne	-35°C

* Mellgren, P.G. Terrain Classification for Canadian Forestry, Can. Pulp & Paper Assoc., décembre 1980.

** La machine a gravi directement la pente pendant l'étude de FERIC seulement.

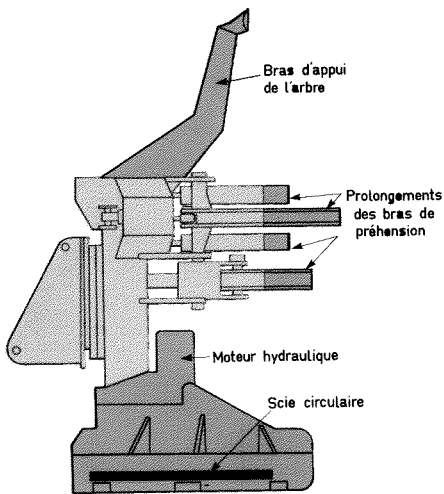
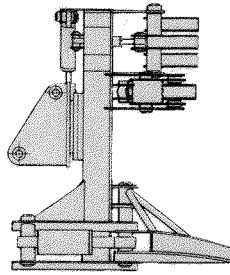
Table 4. Essai de la scie circulaire Harricana - Résumé de la production.

	Temps par cycle (cmin*)
Rotation de la flèche à vide	13.8
Mise en place et coupe	13.2
Rotation en charge et abaissement	17.6
Déplacement dans le peuplement	32.8
Débroussaillage	6.7
Retards**	2.1
Durée totale du cycle	86.2
Cycle/HMP	70
Arbres/cycle	1.04
Arbres/HMP	72
Volume par arbre, m ³	0.31
Productivité, m ³ /HMP	22.3

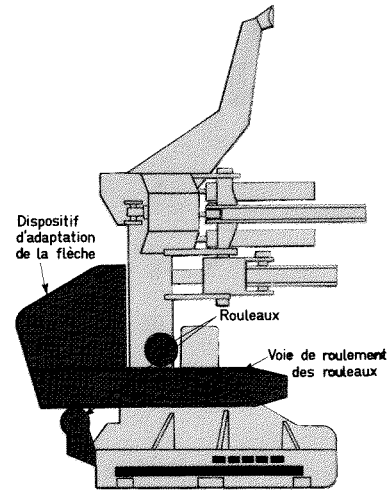
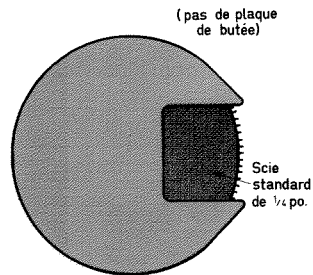
* Cmin = 1/100 minute

** Retards dûs à l'absence de l'opérateur.

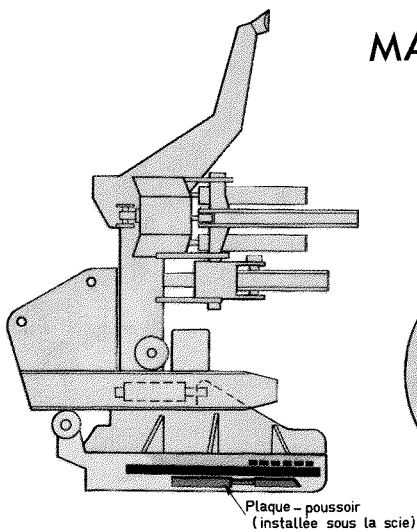
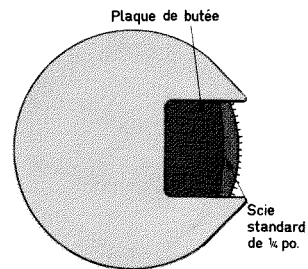
Tête abatteuse Harricana
à cisaille de 20 po.



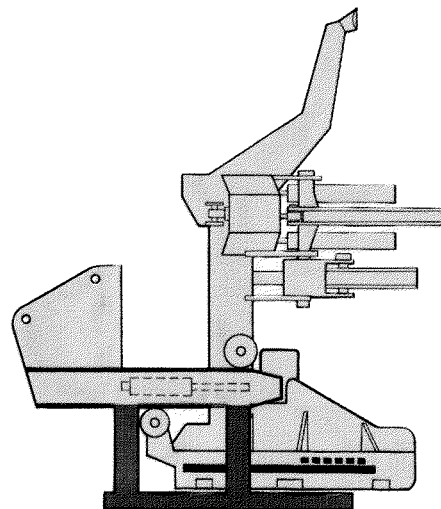
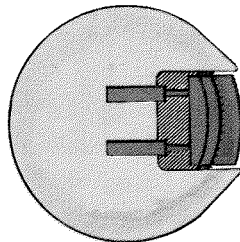
MARK I



MARK II



MARK III



MARK IV

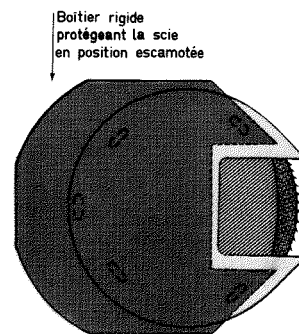


Figure 5. Mise au point de la tête abatteuse à scie circulaire Harricana. Les parties colorées sont les parties modifiées.

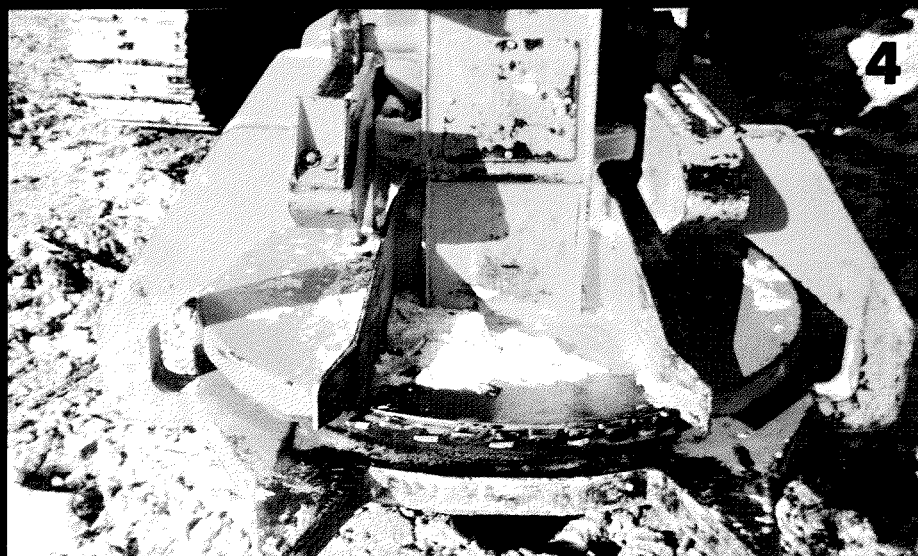
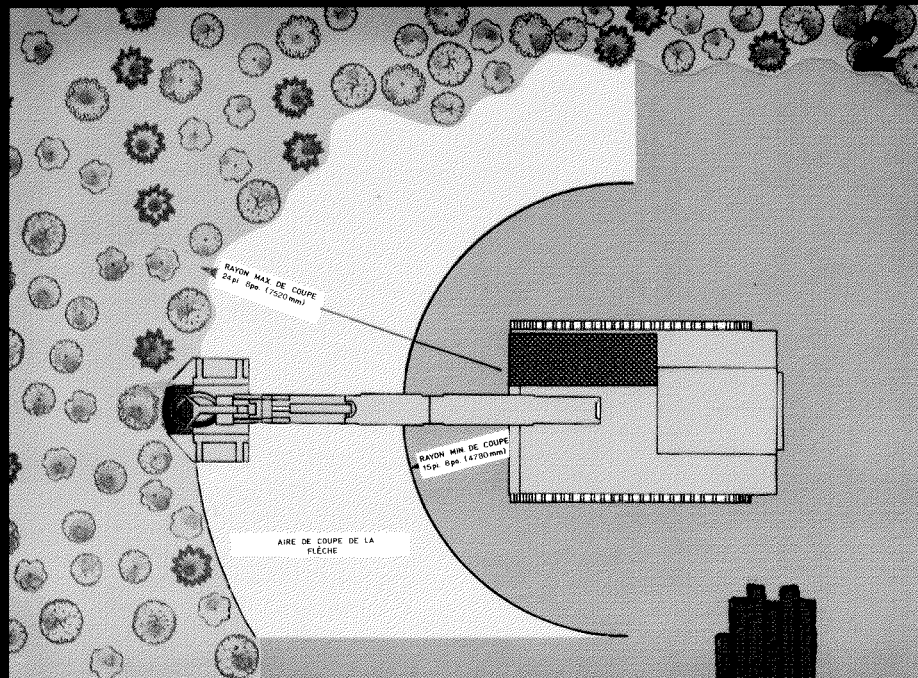
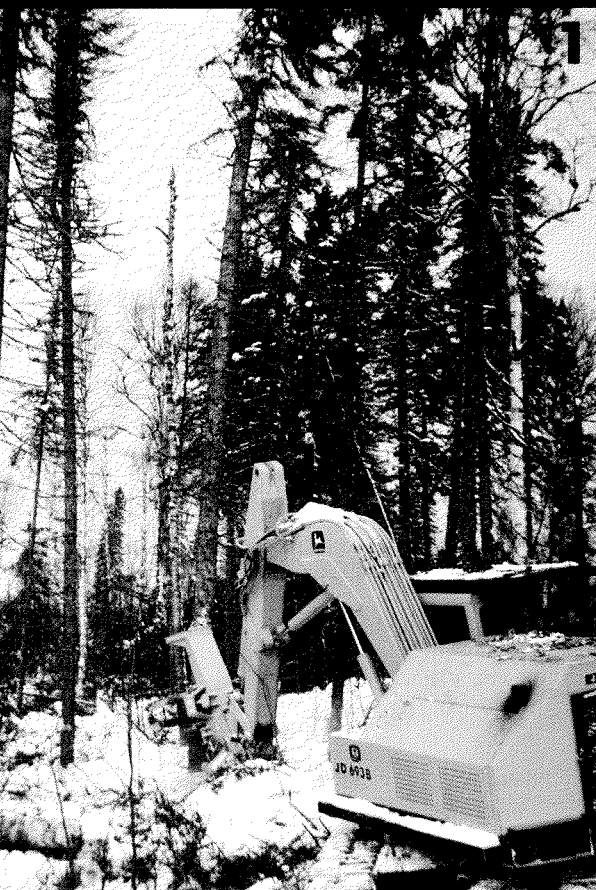


Figure 6. Scie circulaire Harricana sur transporteur John Deere 693A. 1: Abattage et bottelage par Domtar Inc., à Dolbeau, Québec; 2: Vue en plan; 3: Vue oblique de la tête d'abattage à scie; 4: Gros-plan de la scie; 5: Les gros-bouts ne présentent pas de traces de fissuration.

CONCLUSIONS

Les résultats préliminaires après essai des scies circulaires Koehring et Harricana sont les suivants:

1. L'endommagement des gros-bouts par fissuration est à toute fin pratique supprimé. En effet, aucun effort de flexion n'est exercé sur l'arbre pendant l'abattage. Les pinces ne saisissent l'arbre qu'après coupe complète. Par ailleurs, le sciage, au contraire du cisaillement n'abîme pas le bois par compression, même par temps froid.
2. La productivité est supérieure de 20% à celle des cisailles. Le personnel d'Abitibi-Price a établi que le Koehring 620 équipé d'une scie circulaire désaxée de 45° a, lorsqu'on la manoeuvre selon la technique de fauchage, une productivité de 15 à 20% supérieure à celle d'une abatteuse-gerbeuse à cisaille travaillant dans le même peuplement. Cette différence de rendement pourrait être accrue de 50% ou plus pour peu qu'on augmente la puissance du système hydraulique du transporteur 620 et que l'opérateur acquière plus d'expérience. L'augmentation de la puissance hydraulique permettrait l'exécution simultanée de diverses fonctions hydrauliques majeures.

Le personnel de Domtar et FERIC ont estimé que la productivité du John Deere 693 équipé d'une scie circulaire Harricana était légèrement supérieure (5 - 10%) à celle d'un transporteur équipé d'une cisaille Harricana. Le cycle de fonctionnement de cette scie est essentiellement semblable à celui de la cisaille du fait que la tête est placée dans l'axe de la flèche, sans désaxage; la flèche doit donc être déployée vers chaque arbre. Un second mouvement hydraulique pousse la tête en avant, provoquant ainsi l'abattage de l'arbre. Ces deux actions séparées, au contraire de l'action unique de la scie Koehring désaxée de 45° , font que le cycle de fonctionnement de la scie Harricana est plus long.

Bien qu'aucune étude précise n'ait été faite par FERIC dans ce sens, il y a de fortes chances que les productivités des têtes abatteuses Koehring et Harricana soient équivalentes en ce qui a trait à l'abattage des gros arbres (plus de 30 cm de d.h.p.), du fait que les arbres doivent être coupés et empilés un par un.

3. Simplicité, solidité et fiabilité mécanique. Comparée aux têtes abatteuses à scie à chaîne ou à vrille, la tête à scie circulaire est plus simple, vu le nombre restreint de pièces qui la composent (scie, arbre, paliers et moteur hydraulique). L'absence de circuits électriques dans la tête contribue aussi à cette simplicité.

Nous sommes en mesure de penser que les têtes abatteuses à scie circulaire présentent une solidité semblable à celle des têtes à cisaille. Il est en outre possible de s'en servir pour débroussailler, écarter les arbres morts ou indésirables, etc., ce que ne permettent d'ordinaire pas les têtes à scie à chaîne ou à vrille. De plus, la scie circulaire peut aisément et rapidement couper les sous-bois.

Étant donné la simplicité et la robustesse des têtes à scie circulaire, FERIC prévoit que leur fiabilité mécanique sera semblable à celle des têtes à cisaille. Ainsi, en Saskatchewan, la scie circulaire épaisse de 19 mm de la moissonneuse A-Line Swather a été utilisée de façon intensive pendant 4 ans avant de devoir être remplacée. Pendant cette période, ni le moteur de la scie, ni l'arbre, ni les paliers ne tombèrent en panne.

Bien que la tête Harricana, avec son dispositif de glissement sur voie de roulement, soit plus encombrante, elle offre une meilleure protection de la denture de la scie contre les rochers que la tête Koehring. Les risques d'endommagement sont également moins grands si on la laisse tomber sur une souche ou qu'on se serve de la flèche pour déplacer la machine. Il est cependant sage d'attendre encore un peu avant de définir exactement les mérites de ces deux modèles.

4. Abattage de gros feuillus gelés avec souches basses. Les cisailles ordinaires ont d'habitude de grandes difficultés à abattre les gros feuillus (hêtre américain, érable, etc.), et cela d'autant plus que le bois est gelé. Les frais qu'entraîne l'entretien des têtes abatteuses à cisaille, suite au bris des lames, à leur alignement incorrect, à l'usure des coussinets et des axes, etc. que provoque la coupe de feuillus "durs" peuvent être élevés (voir fig. 8). Valley Forest Products Ltd., à Nackawic au Nouveau-Brunswick, a indiqué lors de la visite de FERIC en décembre 1981 que les coûts de réparation des têtes abatteuses à cisaille de leurs abatteuses-débardeuses Koehring variaient de 5 à 10 par HMP, et cela principalement à cause des difficultés qu'engendre la coupe des bois durs [14].

Les résultats préliminaire après installation d'une scie circulaire sur une abatteuse-débardeuse Koehring à Nackawic, N.-B. (décembre 1981) indiquaient que la coupe des hêtres et des érables présentant jusqu'à 46 cm de diamètre à la souche ne posait plus de problème. En outre, la scie circulaire laisse une souche plus basse; en effet, il n'est plus nécessaire de couper au-dessus de la partie évasée du pied de l'arbre comme c'est le cas avec les cisailles.

Les résultats obtenus jusqu'à maintenant avec les têtes abatteuses à scie circulaire ont été encourageants. Il ne s'agit cependant que de résultats préliminaires. Tant Harricana Métal que Koehring Canada Ltd. envisagent d'apporter des modifications supplémentaires à leurs têtes respectives, ce qui ne pourrait qu'accroître leur fiabilité et leur productivité. FERIC prévoit fournir des rapports d'évaluation des têtes abatteuses à scie circulaire de Harricana et de Koehring l'an prochain.

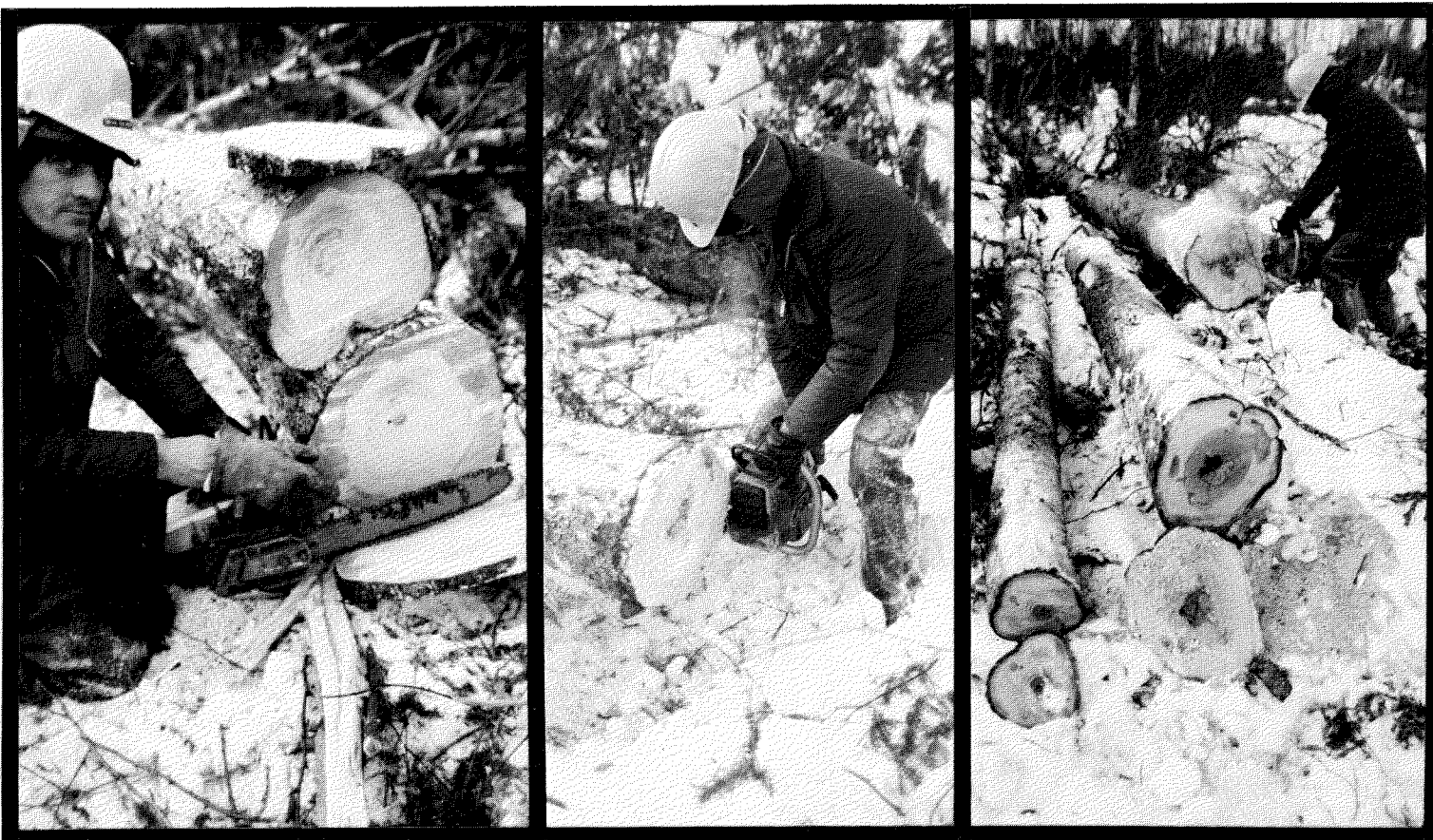


Figure 7. Contrôle de la fissuration des gros-bouts effectué à Dolbeau, Québec. Les arbres illustrés ont été abattus avec la tête à scie circulaire Harricana.

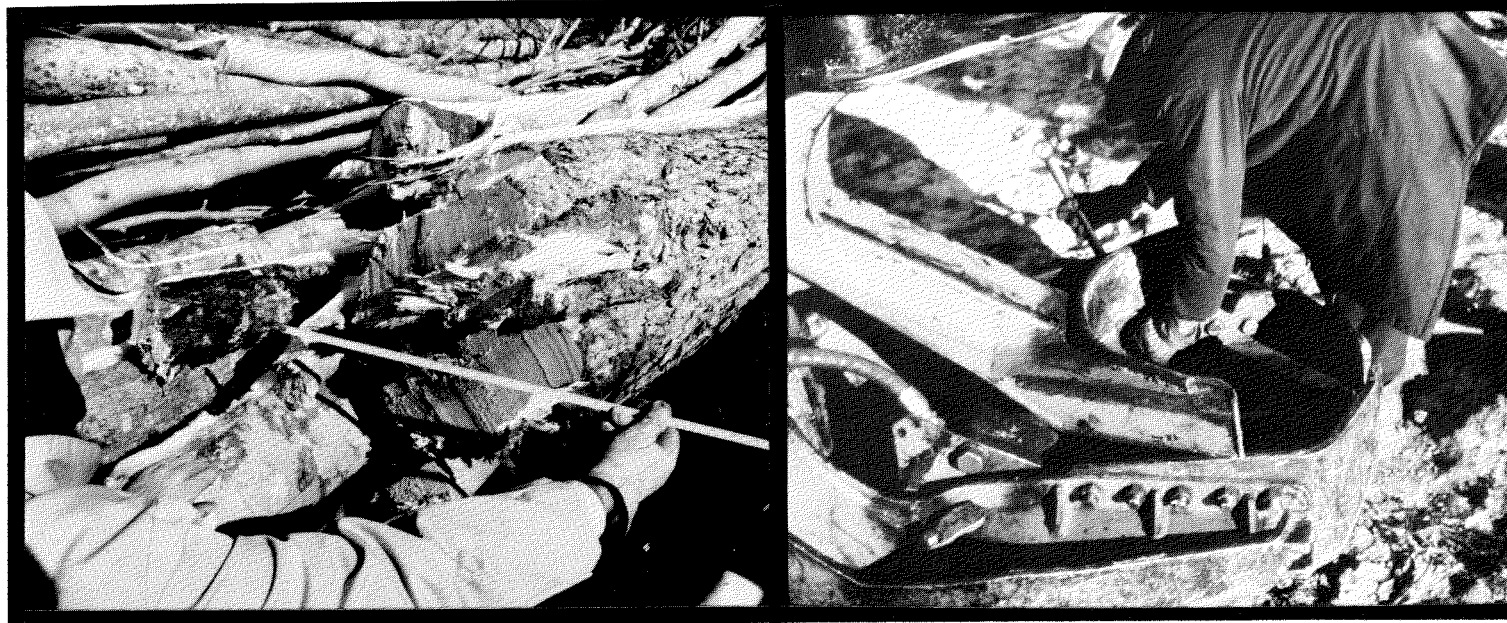


Figure 8. Les frais d'entretien des têtes à cisaille augmentent lorsqu'il s'agit de couper des feuillus "durs" gelés. Gauche: tentatives répétées pour abattre cet érable avec une abatteuse-débardeuse à cisaille (KFF) à Nackawic, N.-B. Droite: Plus l'effort de cisaillement doit être important, plus les frais d'entretien augmentent.

RÉFÉRENCES

1. McLaughlan, T.A., et D.J. Kusec. 1975. Ribbed Blades Reduce Tree Shearing Damage. Can. For. Ind. 95(2): 67.
2. Bickell, R. 1977. Mechanical Falling: Economics. B.C. Logging News, 8(2): 766-769.
3. Johnson, J.S., et A. St-Laurent. 1972. Crosscut Shearing of Frozen Trees. Pulp Paper Mag. Can. 72(5): 97.
4. Wiklund, M. 1967. Forces and Damage in Felling and Bucking with Knife and Shear Type Tools. Skogsarbeten, Log. Res. Found. Rept. No. 9, Sw.
5. Arola, R.A. 1971. Crosscut Shearing of Roundwood Bolts. U.S. Dept. Agr. For. Serv., Res. Pap. NC-73.
6. Folkema, M.P. 1979. Réduction des dommages causés à la bille de pied par l'utilisation de cisailles: résultats de l'essai d'une tête à chaîne coupante destinée aux abatteuses-empileuses. Inst. can. de rech. en génie for. (FERIC), Rap. Tech. No. RT-32.
7. McMorland, B. 1980. Non-Shearing Felling Heads. Inst. can. de rech. en génie for. (FERIC), Tech. Note TN-34.
8. Moulson, D.C. 1981. Development of 36-inch Feller Director. Inst. can. de rech. en génie for. (FERIC), Tech. Report TR-48.
9. Guimier, D.Y. 1980. Tree Falling Mechanics. Inst. can. de rech. en génie for. (FERIC), Tech. Report TR-42.
10. Folkema, M.P. 1979. L'abatteuse-empileuse à fraise (Auger) Drott: étude de longue durée dans deux exploitations. Inst. can. de rech. en génie for. Fiche Tech. No. FT-28.
11. Heidersdorf, E. 1982. Évaluation du modèle de pré-série de la faucheuse "A-Line Swather VII". Inst. can. de rech. en génie for. Fiche Tech. No. FT-55.
12. Mellgren, P.G. 1980. A-Line Swather Mows Down Trees Like Wheat. Engineering Journal, 63(6): 37.
13. Brown, G.F. 1982. Report on Koehring Feller Buncher. Paper read at Can. Pulp & Pap. Ass. Centr. Br. meeting. Thunder Bay, Ont., Feb. 26, 1982.
14. Chisholm, B. 1981. Report on Koehring Feller Forwarder. Paper read at Can. Pulp & Pap. Ass. Log. Syst. Dev. Com., Fredericton, N.B., Dec. 1, 1981.

APPENDICE I

TABLE DE CONVERSION

1 cm	1 centimètre	: 0.39 pouce
1 m	1 mètre	: 3.28 pieds
1 km	1 kilomètre	: 0.62 mille
1 m ³	1 mètre cube	: 0.353 cunit
1 L	1 litre	: 0.22 gallon impérial : 0.26 gallon É.-U.
1 L/s	1 litre par seconde	: 13.20 gallons impérial par minute : 15.85 gallons É.-U. par minute
1 kg	1 kilogramme	: 2.20 lb
1 kW	1 kilowatt	: 1.34 unité de puissance en HP : 3,425 Btu
1 kPa	1 kilopascal	: 0.145 lb par pouce carré
1 lx	1 lux	: 0.093 pied bougie : 0.093 lumen par pied carré
°C	degré Celsius	: $\frac{5}{9}$ (°F-32)