

## Accident du travail et modernisation du processus de production: le cas de l'industrie forestière québécoise

Lucie Laflamme et Alain Vinet

Volume 43, numéro 3, 1988

URI : <https://id.erudit.org/iderudit/050434ar>

DOI : <https://doi.org/10.7202/050434ar>

[Aller au sommaire du numéro](#)

### Résumé de l'article

Réalisée dans l'industrie forestière, cette étude traite des effets de la mécanisation de l'abattage et de l'ébranchage sur la fréquence et la gravité des accidents du travail ainsi que sur les conditions dans lesquelles ceux-ci se produisent.

### Éditeur(s)

Département des relations industrielles de l'Université Laval

### ISSN

0034-379X (imprimé)

1703-8138 (numérique)

[Découvrir la revue](#)

### Citer cet article

Laflamme, L. & Vinet, A. (1988). Accident du travail et modernisation du processus de production: le cas de l'industrie forestière québécoise. *Relations industrielles / Industrial Relations*, 43(3), 591–608.  
<https://doi.org/10.7202/050434ar>

# ***Accident du travail et modernisation du processus de production le cas de l'industrie forestière québécoise***

**Lucie Laflamme**  
et  
**Alain Vinet**

*Réalisée dans l'industrie forestière, cette étude traite des effets de la mécanisation de l'abattage et de l'ébranchage sur la fréquence et la gravité des accidents du travail ainsi que sur les conditions dans lesquelles ceux-ci se produisent.*

La modernisation des processus de production est impérative dans tous les secteurs de l'activité économique. Le développement accéléré de technologies nouvelles et l'internationalisation de l'économie, concrétisée dans le libre échange, obligent l'entreprise québécoise à repenser et rajeunir ses équipements pour affronter une concurrence accrue. Cette modernisation-rationalisation de la production n'est cependant pas sans effets secondaires sur le volume et le contenu de l'emploi de même que sur les conditions d'exécution du travail. Par conséquent, elle est aussi susceptible de modifier quantitativement et qualitativement le «bilan» de santé et de sécurité du travail des entreprises touchées.

Cette étude tente de répondre plus spécifiquement à la question suivante: l'avancement technologique est-il un facteur d'amélioration des conditions de sécurité du travail? Elle traite d'un type de changement technologique, la mécanisation, dans un secteur de l'activité économique, l'industrie forestière. Elle analyse les effets de la mécanisation de l'abattage et de

---

\* LAFLAMME, L., conseillère en recherche, Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec (IRSST).

VINET, A., professeur, Département des relations industrielles, Université Laval et membre du Groupe interdisciplinaire de recherche sur l'organisation, la santé et la sécurité du travail (GIROSST).

l'ébranchage forestiers sur la fréquence et la gravité des accidents du travail ainsi que sur les conditions dans lesquelles ceux-ci se produisent<sup>1</sup>.

Sur les chantiers mécanisés, les tâches accomplies traditionnellement à la scie mécanique par un abatteur sont effectuées à l'aide de deux machines distinctes (l'abatteuse et l'ébrancheuse) munies d'un bras articulé que des opérateurs dirigent à partir d'une cabine de contrôle. Ces machines contribuent à faciliter et à accélérer la coupe forestière, du fait de leur rendement horaire plus élevé et de la possibilité qu'elles offrent d'être opérées 24 heures par jour. En cours de production, la cabine fermée de ces machines protège physiquement l'opérateur de divers aléas climatiques ou environnementaux. De plus, l'ébranchage mécanisé est effectué en bordure des chemins de camionnage, après le débusquage, plutôt que sur les parterres de coupe mêmes.

Dans les deux cas cependant, des opérateurs de débusqueuse sont chargés de véhiculer les arbres abattus depuis le parterre de coupe jusqu'en bordure des chemins de camionnage. Outre la conduite, la tâche de ces opérateurs consiste à attacher manuellement les arbres aux élingues de la machine pour les débusquer, puis à les en détacher une fois rendus aux emplacements. La conduite de la débusqueuse s'effectue à l'intérieur d'une cabine recouverte et munie le plus souvent de grillages latéraux.

Par ailleurs, le secteur «Forêt et scieries» est considéré comme un secteur prioritaire par la Commission de la santé et de la sécurité du travail (CSST) car les accidents y sont fréquents et graves. De plus, dans le cas particulier de la forêt, 88% des travailleurs occupent des postes reliés à la production et près de 95% des accidents indemnisés surviennent parmi ce groupe de travailleurs<sup>2</sup>. Ces statistiques nationales ne permettent toutefois pas d'apprécier les différences possibles dans la fréquence ou la gravité des lésions selon le mode de production, conventionnel ou mécanisé.

## ÉTAT DES CONNAISSANCES SUR L'ACCIDENT DU TRAVAIL

L'accident du travail n'est plus appréhendé comme une fatalité ou un événement fortuit et parfaitement imprévisible dont la prévention est impossible. Il est de moins en moins considéré comme le résultat exclusif de défaillances et défauts techniques ou encore de gestes ou comportements humains fautifs et erronés — d'individus prédisposés ou plus «accidentables» notamment. Les théories, modèles et méthodes d'analyse de

1 Cette recherche a fait l'objet d'une thèse de doctorat présentée, en février 1987, par Lucie Laflamme à l'École des gradués de l'Université Laval et dirigée par le professeur Alain Vinet du Département des relations industrielles. Un résumé des principaux résultats est aussi disponible dans L. LAFLAMME, *Mécanisation des opérations forestières et sécurité du travail*, Montréal, IRSST, Col. Rapports de recherche, 1987, 8 pp.

2 Source: Service de la statistique de la CSST, mise à jour d'avril 1984.

l'accident ont en fait largement évolué au cours des années. Et rares sont désormais les auteurs et disciplines qui se restreignent à l'identification d'une cause unique et immédiate pouvant expliquer à elle seule l'occurrence de tout accident.

La recherche tente au contraire de distinguer des facteurs plutôt que des causes d'accidents<sup>3</sup>. Cette tendance générale procède d'une compréhension non plus mécaniste mais systémique et interactive de l'activité de travail et de la situation accidentelle. Et ce sont alors l'ensemble des caractéristiques d'organisation et d'exécution du travail qui peuvent être mises en causes pour l'étude et la prévention des accidents. Dans cette perspective, l'étude des accidents emprunte en fait deux voies analytiques complémentaires, l'une situationnelle, l'autre structurelle.

La première s'adresse à la dynamique et aux interactions homme-machine-environnement en situation de travail. Elle a pour but de répondre à la question suivante. Comment une situation ou une activité de travail préalablement stables se transforment-elles et deviennent-elles sécuritairement critiques? L'objet d'étude privilégié est alors l'interface entre l'homme et son environnement immédiat dont on tente de cerner les dysfonctionnements et perturbations possibles, leurs sources et leurs conséquences. Ces conséquences sont le plus souvent schématisées — décrites ou prédites selon le modèle — sous la forme de séquences accidentelles d'événements dont on présume que l'aboutissement peut tout aussi bien être un bris ou dommage matériels qu'une lésion corporelle.

Les approches situationnelles sont par ailleurs diversifiées. Pour les fins de l'exposé, nous les résumerons en trois courants. Le premier est celui des méthodes d'analyse heuristiques qualifiées de séquentielles. D'inspiration systémique, la méthode de l'arbre des causes,<sup>4</sup> développée par des cher-

<sup>3</sup> Voir à ce sujet L. LAFLAMME, *Organisation et sécurité du travail: impact quantitatif et qualitatif d'un changement technologique*, Thèse de doctorat, Faculté des sciences sociales, Université Laval, 1987, pp. 9 à 125.

<sup>4</sup> Voir à ce sujet J. LEPLAT, «Accident Analyses and Work Analyses», *Journal of Occupational Accidents*, Vol. 1, 1978, pp. 331-340; J. LEPLAT, «Accidents and Incidents Production: Methods of Analysis», *Journal of Occupational Accidents*, No. 4, 1982, pp. 229-310; J. LEPLAT, «Fiabilité et sécurité», *Le travail humain*, Tome 45, No. 1, 1982, pp. 101-108; J. LEPLAT, «Occupational Accident Research and System Approach», Proc. Int. Seminar on Occupational Accident Research, Saltjöbaden, September 1983, *Journal of Occupational Accidents*, Vol. 6, No. 1/2, 1984, pp. 77-91; J. LEPLAT, «Reconstruction and Genesis of Accidents, Advantages and Difficulties», *Research on Occupational Accident*, French-Swedish Symposium in Stockholm, September 7th-10th 1976, Stockholm, Libertryck, 1977, pp. 26-35; J. RASMUSSEN, «Analysis of Human Errors in Industrial Incidents and Accidents for Improvement of Work Safety», *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 16, No. 2, 1984, pp. 77-88; D. MOYEN, E. QUINOT, M. HEIMFERT, «Exploitation d'analyses d'accidents du travail à des fins de prévention, essai méthodologique», *Le travail humain*, Tome 43, No. 2, 1980, pp. 255-274.

cheurs français de l'INRS, s'intéresse plus particulièrement aux caractéristiques des tâches à risque de même qu'à leurs contraintes d'exécution et facteurs de perturbation. Le MORT (*Managerial Oversight and Risk Tree*) est une méthode semblable proposée par l'américain Johnson<sup>5</sup> en vue de mettre en évidence les déterminants des conditions de sécurité et d'exécution du travail inscrits dans les politiques et pratiques managériales<sup>6</sup>. Plus récemment, Benner développait une méthode dite multilinéaire et séquentielle dans laquelle une place est réservée non seulement à l'organisation spatiale des événements et faits d'une séquence accidentelle mais aussi à leur ordre chronologique d'apparition<sup>7</sup>.

Le second courant origine d'une conception du processus accidentel qualifiée «d'énergétique», conception mise de l'avant notamment par Haddon<sup>8</sup>. La constitution, la transmission et la réception-absorption d'énergie incontrôlée et indésirée sont les moments d'un processus accidentel autour desquels les approches s'articulent. Cette représentation a servi de point de départ au développement des méthodes de Johnson et Benner ainsi qu'à l'élaboration des modèles «énergétiques et séquentiels» de Tuominen et Saari<sup>9</sup> de même que de Kjellen et Larsson<sup>10</sup>. Ces deux modèles traitent des caractéristiques techniques du processus de production et de la tâche qui sont à l'origine de chaînes d'événements qui mènent à des transferts d'énergie indésirés entre la machine ou l'environnement de travail et l'homme.

Enfin, des modèles découlant des théories psychologiques du traitement de l'information sont également employés. Ils étudient les actions et prises de décision individuelles en situation de travail avec comme cadre analytique le processus continu d'émission, de réception et de traitement de

5 W.G. JOHNSON, «Mort, The Management Oversight and Risk Tree», *Journal of Safety Research*, Vol. 7, No. 1, March 1975, pp. 4-15; W.G. JOHNSON, «The Role of Change in Accidents», *National Safety News*, Nov. 1973, pp. 90-97.

6 Pour une critique détaillée de ces deux méthodes, voir L. BENNER, «Accident Investigations: Multilinear Events Sequencing Methods», *Journal of Safety Research*, Vol. 7, No. 2, June 1975, pp. 67-73.

7 *Ibidem*.

8 W. HADDON, «The Changing Approach to the Epidemiology, Prevention, and Amelioration of Trauma: The Transition to Approaches Etiologically Rather Than Descriptively Based», *American Journal of Public Health*, Vol. 58, No. 8, 1968, pp. 1431-1438.

9 R. TUOMINEN, J. SAARI, «A Model For Analysis of Accidents and Its Application», *Journal of Occupational Accidents*, Vol. 4, 1982, pp. 263-273; J. SAARI et col., «Modèle d'investigation sur les accidents du travail», *Journée spécialisée: Analyse des risques d'accidents du travail, méthodes et applications*, Comité international de l'Association internationale de la sécurité sociale, Recueil des communications, Ottawa, 12 mai 1983, pp. 147-161.

10 U. KJELLEN, T.J. LARSSON, «Investigating Accidents and Reducing Risks — A Dynamic Approach», *Journal of Occupational Accidents*, Vol. 3, 1981, pp. 129-140.

l'information. La nature et la qualité de l'information disponible (émise) dans l'environnement de travail de même que les possibilités objectives d'action et la perception individuelle de ces possibilités sont abordées. Hale et Hale<sup>11</sup> de même que Surry<sup>12</sup> sont les principaux instigateurs de ce mouvement. Le modèle de Surry, conçu de manière algorithmique, a été repris et réaménagé entre autres par des chercheurs du Fonds suédois pour la sécurité du travail,<sup>13</sup> par des chercheurs de l'Université de Lunds,<sup>14</sup> ainsi que par Hale et Pérusse<sup>15</sup>.

La seconde voie analytique dépasse la situation immédiate de travail pour s'intéresser au contexte général de son exécution<sup>16</sup>. Cette analyse à caractère structurel aborde l'organisation du travail et de la production. Elle a pour but de répondre à une seconde question. Existe-t-il des caractéristiques organisationnelles techniques, humaines ou environnementales, communes à la genèse de plusieurs accidents, qui accroissent le risque encouru en situation de travail? Ce questionnement complémentaire a comme but ultime l'implantation de mesures préventives dont la portée sera d'autant plus étendue qu'elles pourront toucher plusieurs situations de travail et d'accidents simultanément. Et c'est dans cet esprit que sont abordées ici les circonstances entourant la survenue des accidents forestiers, là où deux processus de production peuvent être comparés, l'un conventionnel, l'autre mécanisé.

Les recherches effectuées à ce sujet jusqu'à présent sont peu nombreuses. Kersten et Ulrich<sup>17</sup> ont comparé le taux de fréquence des accidents du

11 A.R. HALE, M. HALE, «Accidents in Perspective», *Journal of Occupational Psychology*, No. 44, 1970, pp. 115-121.

12 J. SURRY, *Industrial Accident Research, A Human Engineering Appraisal*, Ontario, Ministry of Labour, *Occupational Health and Safety Division*, (reprint) 1971, 203 pp.

13 L. SVANSTROM, «Development of A Model for Occupational Accident Research and Practical Safety Work», *Research on Occupational Accident*, French-Swedish Symposium in Stockholm, September 7th-10th 1976, Stockholm, Libertryck, 1977, pp. 17-26.

14 R. ANDERSSON *et al.*, «Development of A Model for Research on Occupational Accidents», *Journal of Occupational Accidents*, No. 1, 1978, pp. 341-352; R. ANDERSSON *et al.*, «What Part Does The Occupational Environment Plays in The Occurrence of Accidents?», *Scandinavian Journal of Social Medicine*, No. 7, 1979, pp. 7-15.

15 A.R. HALE, M. PÉRUSSE, *Perception of Danger: A Prerequisite to Safe Decisions*, I. CHEM. E. Symposium Series, No. 53, 1978, 9 pp.; A.R. HALE, «Is Safety Training Worthwhile?», Proc. Jnt. Seminar on Occupational Accident Research, Saltjöbaden, September 1983, *Journal of Occupational Accidents*, No. 1/2, 1984, pp. 12-33.

16 Cette seconde voie est par ailleurs implicitement proposée dans plusieurs des méthodes et modèles d'analyse mentionnés précédemment.

17 E. KERSTEN, H. ULRICH, «Résultats d'une étude sur la fréquence des accidents du travail en relation avec la mécanisation et l'automatisation graduelles des techniques de production», *Zeitschrift für die gesamte Hygiene und ihre Grenzgebiete*, Vol. 22, No. 5, mai 1976, pp. 370-374 (traduction INRS 51B-76).

travail dans trois entreprises, avant et après la mécanisation ou l'automatisation. Ils ont observé une réduction de la fréquence des accidents dans deux entreprises et son augmentation dans une autre. D'autres auteurs comme Vautrin<sup>18</sup> ou Väyrynen<sup>19</sup> se sont intéressés au risque d'accidents dans des postes de travail hautement mécanisés et ont constaté que le risque relatif d'accidents était plus important pour les tâches d'entretien et de réparation que pour celles de production, à ces postes de travail. Saari<sup>20</sup> a obtenu des résultats de même nature dans une étude similaire. Enfin, nous ne connaissons pas d'étude qui se soit penchée sur la gravité des accidents du travail dans un contexte de changement technologique.

## MATÉRIEL ET MÉTHODOLOGIE

Les données utilisées proviennent d'une enquête portant sur l'organisation du travail et la sécurité des opérations forestières amorcée à l'automne 1983 dans neuf chantiers forestiers conventionnels et mécanisés de deux compagnies de l'Abitibi-Témiscamingue<sup>21</sup>. Une partie rétrospective de l'enquête fournit des renseignements sur les 400 accidents du travail survenus sur ces chantiers entre janvier 1981 et juillet 1984. Sauf pour un des chantiers, le nombre total de travailleurs affectés à la production à chaque mois est aussi connu pour cette période. Ces renseignements ont été obtenus à partir des registres d'accidents et de production des compagnies.

Il ne s'agit pas ici d'un échantillon aléatoire d'accidents, d'entreprises ou de chantiers qui soient statistiquement représentatif de l'ensemble du secteur québécois de la forêt puisque les entreprises participantes ont accepté de collaborer à cette étude sur une base strictement volontaire. Néanmoins, les procédés d'exploitation et l'organisation du travail en usage sur les chantiers couverts se comparent aisément à ceux que l'on retrouve dans d'autres entreprises et dans d'autres régions du Québec.

---

18 J.-P. VAUTRIN, «Robotique industrielle et sécurité», *Travail et Sécurité*, No. 3, mars 1983, pp. 113-134.

19 S. VAYRYNEN, «Occupational Accidents in the Maintenance of Heavy Forest Machinery», *Journal of Occupational Accidents*, Vol. 4, 1982, p. 175.

20 J. SAARI, «Characteristics of Tasks Associated With the Occurrence of Accidents», *Journal of Occupational Accidents*, No. 1, 1976-1977, pp. 273-279.

21 E. CLOUTIER et L. LAFLAMME, *Organisation du travail et sécurité des opérations forestières, les aspects techniques et humains de l'organisation du travail comme prédicteurs de la sécurité des opérations forestières: une étude rétrospective des tendances et descriptive des perceptions*, Québec, IRSST, Coll. Notes et rapports scientifiques et techniques, No. 005, 1985, 487 pp.

La fréquence de même que la gravité relative des accidents ont d'abord été comparées entre les deux types de coupe, tous travailleurs confondus<sup>22</sup>. Elles l'ont aussi été à l'intérieur de chaque type de coupe, entre les postes de travail les plus représentatifs de chacun d'eux: les abatteurs et opérateurs de débusqueuse, dans la coupe conventionnelle, et les opérateurs de débusqueuse et opérateurs d'abatteuse ou d'ébrancheuse, dans la coupe mécanisée. Dans ce dernier cas, les opérateurs d'abatteuse et d'ébrancheuse ont été regroupés à cause du faible nombre d'accidents du travail qu'ils ont enregistrés au cours de la période couverte. Rappelons que le degré d'avancement technologique des machines qu'ils opèrent et les tâches qu'ils ont à effectuer sont très semblables.

Pour comparer la fréquence relative des accidents, un taux d'incidence a été utilisé. Cet indicateur se calcule en divisant le nombre total d'accidents enregistrés par un groupe de travailleurs, pour une période donnée, par le nombre total de travailleurs exposés (appartenant à ce groupe). Ce ratio est par la suite exprimé en pourcentage (%). Le nombre total de travailleurs exposés a été obtenu, au niveau des types de coupe, par sommation du nombre moyen de travailleurs présents annuellement sur chaque chantier. Les registres de production ne contenaient toutefois pas d'indication à propos du nombre de travailleurs annuellement employés dans chaque poste de travail sur chaque chantier. Ce nombre a été apprécié à partir de témoignages de représentants de la direction des entreprises. Pour mesurer si les différences observées à chaque niveau de comparaison sont significatives, un test de T (test de comparaison de proportions) a été pratiqué (seuil de signification retenu de 5%).

La gravité relative des accidents du travail a été appréciée à l'aide d'un indicateur appelé la durée moyenne d'indemnisation par lésion. Cet indicateur est le quotient du nombre total de jours indemnisés divisé par le nombre total de lésions enregistrées au sein d'un groupe de travailleurs. Compte tenu de la distribution très asymétrique des accidents en fonction de la durée d'absence, un test de la médiane a été pratiqué à chaque niveau de comparaison pour mesurer si des écarts significatifs existent<sup>23</sup> (seuil de signification retenu de 5%).

22 Faute d'accès aux registres de production d'un des neuf chantiers suite à un changement d'administration, la comparaison de fréquence des lésions a été réalisée pour huit chantiers: 358 plutôt que 400 accidents ont ainsi été considérés. Aux fins de la discussion, la gravité des lésions a aussi été analysée sur la base de ces 358 accidents, bien qu'elle n'ait pas été relativisée par le nombre de travailleurs exposés.

23 Pour effectuer un test de la médiane, les accidents sont ventilés à l'intérieur d'un tableau de contingences distinguant, d'une part, les groupes à comparer et, d'autre part, le nombre d'accidents dont la durée d'absence est soit inférieure soit supérieure à la valeur médiane obtenue pour tous les accidents du tableau. Le degré de signification du test est par la suite calculé de la même façon que s'il s'agissait d'un test de Chi-carré.

D'autre part, les circonstances dans lesquelles se produisent les accidents dans les deux types de coupe et pour les trois postes de travail concernés ont été comparées de deux façons<sup>24</sup>. D'abord à partir d'une variable unique, l'activité du travailleur au moment de l'accident. Un test de Chi-carré (test de liaison) a servi à mesurer le degré de signification des écarts entre valeurs observées et attendues (seuil de signification retenu de 5%).

Des comparaisons semblables ont aussi été effectuées à partir de cinq classes-types d'accidents. Ces classes ont préalablement été produites en tenant compte de l'ensemble des descripteurs disponibles à propos des circonstances d'occurrence et caractéristiques des lésions de chacun des 400 cas d'accidents (siège, nature et agent causal de la lésion, activité du travailleur au moment de l'accident, outil/équipement impliqué, etc.). Elles ont été reconstituées à partir d'une technique d'analyse multidimensionnelle appelée la classification ascendante hiérarchique (CAH)<sup>25</sup>. Les caractéristiques respectives de chacune de ces classes sont résumées à la section des résultats<sup>26</sup>.

## RÉSULTATS

Le tableau 1 présente le résultat des comparaisons effectuées sur la fréquence des accidents. On y constate que le taux d'incidence des accidents est plus élevé sur les chantiers de coupe conventionnelle que sur les chantiers mécanisés. Dans la coupe conventionnelle, les abatteurs enregistrent plus d'accidents que les opérateurs de débusqueuse, alors que dans la coupe mécanisée les opérateurs de débusqueuse enregistrent plus que les opérateurs d'abatteuse et d'ébrancheuse. Tous ces résultats sont statistiquement significatifs.

---

24 Les 400 accidents du travail ont été utilisés pour les comparaisons entre types de coupe. Par ailleurs, pour les comparaisons entre postes de travail, des vérifications préalables ont permis de constater que les accidents des opérateurs de débusqueuse étaient fort comparables, qu'ils oeuvrent dans la coupe conventionnelle ou dans la coupe mécanisée. Il en va de même des accidents des abatteurs dont 27 sur 219 sont survenus sur des chantiers mécanisés. Enfin, 3 de ces 400 accidents ne concernaient aucun des 4 postes de travail couverts.

25 La classification ascendante hiérarchique (CAH) aide à saisir, «historiquement», sur la base de quelles caractéristiques des événements se regroupent en classes, compte tenu de leur proximité (distance) dans un espace donné. Cet espace compte autant de dimensions qu'il y a d'éléments d'information (modalités de variables) considérés. Voir à ce sujet F. BENZÉCRI, «Introduction à la classification ascendante hiérarchique d'après un exemple de données économiques», *Les cahiers de l'analyse de données*, Vol. X, No. 3, 1985, pp. 279-302.

26 Pour plus de détails sur le résultat de la classification, voir L. LAFLAMME, *op. cit.*, pp. 220-230.

**Tableau 1**  
**Taux d'incidence des accidents selon chaque niveau de comparaison**

<i>Niveau de comparaison</i>	<i>Accidents</i>	<i>Travailleurs exposés</i>	<i>Taux d'incidence</i>	<i>Test</i>	
				T	P
<i>Type de coupe</i>					
Conventionnelle	278	1058	0.26	8.50	< 0.05
Mécanisée	80	908	0.09		
<i>Total</i>	<i>358</i>	<i>1966</i>	<i>0.18</i>		
<i>Coupe conventionnelle*</i>					
Abatteur	186	525	0.35	6.66	< 0.05
O. débusqueuse	88	516	0.17		
<i>Total</i>	<i>274</i>	<i>1041</i>	<i>0.26</i>		
<i>Coupe mécanisée*</i>					
O. débusqueuse	49	364	0.13	4.44**	< 0.05
O. abatteuse	8	232	0.03		
O. ébrancheuse	16	263	0.06		
<i>Total</i>	<i>73</i>	<i>859</i>	<i>0.08</i>		

\* Seuls les postes de travail les plus représentatifs du type de coupe ont été retenus.

\*\* Différence non significative entre opérateurs d'abatteuse et d'ébrancheuse (T = 1.57).  
 Les deux postes ont été regroupés pour être comparés aux opérateurs de débusqueuse.

Le résultat des comparaisons de la gravité des accidents présenté au tableau 2 est toutefois différent. En effet, quel que soit le niveau de comparaison, on observe aucun écart significatif entre les durées moyennes d'absence (test de la médiane).

En ce qui concerne les conditions dans lesquelles surviennent les accidents, le tableau 3 indique que l'activité effectuée par le travailleur au moment de l'accident diffère significativement entre les deux types de coupe et entre les postes de travail. Comme on pouvait s'y attendre, l'abattage et l'ébranchage sont des tâches moins risquées dans la coupe mécanisée. Par contre, l'entretien et la réparation de machinerie y entraînent beaucoup plus d'accidents que prévu. De plus, le fait d'avoir à tirer et pousser des arbres ou du matériel ou celui d'avoir à se déplacer sur les parterres de coupe et autour de la machinerie sont des activités critiques surtout chez les opérateurs de machinerie: débusqueuse, abatteuse ou ébrancheuse.

**Tableau 2**  
**Durée moyenne d'indemnisation selon chaque niveau de comparaison**

Niveau de comparaison	nb jours perdus	Durée moyenne d'indemnisation		Test de la médiane		CHI 2	p
		nb d'accidents	durée moyenne d'indemnisation	valeur médiane	> médiane** < médiane**		
<b>Type de coupe</b>							
Conventionnelle	3 767	278	13.55	3	131 (128.2) 142 (144.8)	5	0.54
Mécanisée	664	80	8.30		32 ( 34.8) 42 ( 39.2)	6	non significatif
<b>Total</b>	<b>4 431</b>	<b>358</b>	<b>12.38</b>		<b>163 184</b>		
<b>Coupe conventionnelle*</b>							
Abatteur	2 692	186	14.47	3	83 ( 87.3) 99 ( 94.7)	4	1.26
O. débusqueuse	991	88	11.26		46 ( 41.7) 41 ( 45.3)	1	non significatif
<b>Total</b>	<b>3 683</b>	<b>274</b>	<b>13.44</b>		<b>129 140</b>		
<b>Coupe mécanisée*</b>							
O. débusqueuse	442	49	9.02	4.5	24 ( 23.5) 21 ( 21.5)	4	0.06
O. abatteuse	19	8	2.25		11 (11.5) 11 ( 10.5)	2	non significatif
O. ébrancheuse	163	16	10.19				
<b>Total</b>	<b>624</b>	<b>73</b>	<b>8.55</b>		<b>35 32</b>		

\* Seuls les postes de travail les plus représentatifs du type de coupe ont été retenus.

\*\* Valeur observée (valeur attendue). Les opérateurs d'abatteuse et d'ébrancheuse sont regroupés pour le test.

Tableau 3  
 Activités du travailleur au moment de l'accident distribuées selon chaque niveau de comparaison

Activités	Type de coupe		Total	Poste de travail		Total
	Conventionnelle	Mécanisée		Abariteurs	O. débusqueuse	
Gestes et déplacements	45 (56.2)	33 (21.8)	78	28 (42.5)	37 (29.1)	77
Tirer et pousser	51 (55.4)	26 (21.6)	77	31 (42.5)	44 (29.1)	77
Abattre, ébrancher	76 (64.8)	14 (25.2)	90	81 (48.5)	7 (33.2)	88
Entretien-réparer	20 (30.2)	22 (11.8)	42	3 (23.5)	28 (15.9)	42
Non spécifié	96 (81.4)	17 (31.6)	113	76 (62.3)	34 (42.7)	113
Total	288	112	400	219	150	397

CHI 2 = 38.0; d.l. = 4; p < .0001  
 CHI 2 = 131.1; d.l. = 8; p < .0001

-----  
 Valeur observée (valeur attendue)

Tableau 4  
 Cinq classes d'accidents distribuées selon le type de coupe et le poste de travail

Classes d'accidents	Type de coupe		Total	Poste de travail		Total
	Conventionnelle	Mécanisée		Abariteurs	O. débusqueuse	
# 1 Dos et tronc	62 (57.2)	26 (30.8)	88	42 (48.5)	42 (33.3)	88
# 2 Membres supérieurs	25 (37.1)	32 (19.9)	57	7 (30.9)	39 (21.2)	56
# 3 Membres inférieurs	26 (22.1)	8 (11.9)	34	31 (18.8)	3 (12.8)	34
# 4 Tête	60 (63.7)	38 (34.3)	98	56 (54.1)	32 (37.0)	98
# 5 Sièges divers	87 (80.0)	36 (43.0)	123	83 (66.7)	34 (45.7)	121
Total	260	140	400	219	150	397

CHI 2 = 16.08; d.l. = 5; p < 0.005  
 CHI 2 = 76.08; d.l. = 10; p < 0.005

-----  
 Valeur observée (valeur attendue)

Enfin, des contrastes significatifs sont aussi observables dans la distribution des cinq classes d'accidents obtenues par classification ascendante hiérarchique (CAH), selon les types de coupe et selon les postes de travail. Ces cinq classes d'accidents peuvent d'abord être résumées comme suit. *La classe # 1* regroupe 88 lésions du dos et du tronc et, dans quelques cas, des membres inférieurs. Ce sont des lombalgies, entorses et foulures résultant d'efforts excessifs, de chutes et de glissades. Ces lésions surviennent principalement lors de gestes et déplacements du travailleur ou au moment où il tire ou pousse quelque chose. *La classe # 2* inclut 57 cas d'accidents. Ce sont des fractures, coupures et contusions aux membres supérieurs (souvent aux doigts et à la main). Ces blessures ont comme agent causal diverses composantes environnementales ainsi que des accessoires de travail ou de la machinerie. Dans *la classe # 3* se retrouvent 34 coupures aux membres inférieurs subies pour la plupart lors de la manipulation d'une scie mécanique, le plus souvent au cours de l'abattage et de l'ébranchage. Par ailleurs, des 98 accidents inclus dans *la classe # 4*, on retrouve 62 cas de lésions à la tête (45 aux yeux). Presque tous les types d'activités sont associés à ces blessures dont l'agent causal peut être un morceau de bois ou un éclat de bois ou de métal. *La classe # 5* regroupe 123 accidents dont une forte proportion ne peuvent être associés à aucun outil ou machine spécifique. Un arbre, un chicot ou une pièce de bois en constituent le principal agent causal; le travailleur est frappé par ceux-ci ou s'y heurte lui-même. Dans cette classe, les sièges de lésion sont diversifiés: membres inférieurs, dos et tronc, membres supérieurs, tête, sièges multiples.

Le tableau 4 met en évidence la présence d'une relation statistiquement significative entre la classe d'accidents et le type de coupe. Les accidents de la classe # 2, caractérisés notamment par des blessures aux membres supérieurs occasionnées lors de tâches impliquant l'utilisation d'outils, d'accessoires ou de machinerie sont sous-représentés dans la coupe conventionnelle et sur-représentés dans la coupe mécanisée. Par contre, les accidents de la classe # 3 (regroupant des blessures aux membres inférieurs associées à la scie mécanique) et ceux de la classe # 5 (où l'on retrouve un très grand nombre de lésions liées à la chute d'un arbre ou d'un chicot) sont sous-représentés dans la coupe mécanisée.

Une relation statistiquement significative existe aussi entre poste de travail et classe d'accidents. En fait, comme l'annonçaient déjà les comparaisons entre types de coupe, les accidents impliquant de la machinerie ou des outils et accessoires autres que la scie mécanique (classe # 2) sont moins nombreux chez les abatteurs que chez les opérateurs de machinerie: débusqueuse, abatteuse ou ébrancheuse. Par contre, les coupures aux membres inférieurs liées à la manipulation d'une scie mécanique (classe # 3) et les

fractures survenant à cause de la chute d'un arbre ou d'un chicot (classe # 5) sont évidemment plus nombreuses qu'attendu chez les abatteurs et moins nombreuses chez les opérateurs de débusqueuse.

## DISCUSSION

### Effets positifs de la mécanisation sur la sécurité du travail

La mécanisation de l'abattage et de l'ébranchage a des effets divers sur le risque d'accidents encouru par les travailleurs forestiers. Son impact le plus positif est la réduction hautement significative du taux d'incidence des accidents qui est près de trois fois moins élevé sur les chantiers mécanisés, comparativement à ceux de coupe conventionnelle, tous travailleurs confondus. Il appert de plus que l'emploi des opérateurs d'abatteuse et d'ébrancheuse est celui par lequel le risque relatif d'accidents est le plus faible. Ces résultats corroborent en partie ceux obtenus par Kersten et Ulrich qui indiquaient que, dans deux des trois entreprises de leur échantillon, le taux d'incidence des accidents avait diminué considérablement après mécanisation ou automatisation partielle.

Un autre effet positif de la mécanisation est la réduction de certains types d'accidents. Les blessures aux membres inférieurs associées à la manipulation d'une scie mécanique lors de l'abattage ou de l'ébranchage (classe # 3) sont à peu près disparues avec l'abandon de cet outil. Aussi, les accidents se produisant à cause d'aléas environnementaux (chute d'arbres et de chicots notamment) et affectant divers sièges de lésion (classe # 5) sont moins nombreux sur les chantiers mécanisés. Ceci est vraisemblablement lié au fait que les opérateurs de machinerie passent une partie importante de leur temps de travail à l'intérieur de la cabine de la machine qu'ils opèrent, et qu'ils sont alors mieux protégés des risques associés à l'état du parterre de coupe ou du boisé.

Mentionnons toutefois que la mécanisation requiert des conditions environnementales d'implantation relativement plus favorables, du fait de la dimension des nouvelles machines, de leur mobilité réduite et de leur poids. On peut dès lors s'attendre à ce que la coupe mécanisée se pratique le plus souvent sur des territoires moins accidentés ou moins endommagés qui peuvent aussi avoir un effet à la baisse sur le risque d'accidents. Cette considération ne remet pas en question le fait que la mécanisation puisse constituer un facteur important de réduction des risques d'accidents. Mais elle suggère que les conditions d'implantation de nouvelles techniques de production tendraient à favoriser, elles aussi, une amélioration de la sécurité du travail.

### Problèmes de sécurité persistants

Il a par ailleurs été observé que la mécanisation n'a pas réduit tous les risques d'accidents antérieurement encourus sur les chantiers conventionnels. D'abord, les opérateurs de débusqueuse n'enregistrent pas de baisse significative de l'incidence de leurs lésions, sur les chantiers mécanisés, bien que l'attachement des arbres aux élingues de la débusqueuse soit facilité par l'abattage mécanique.

De plus, les lésions du dos résultant d'efforts physiques excessifs (*classe # 1*) sont aussi nombreuses que prévu, quel que soit le poste de travail. Il en va de même des blessures à la tête qui peuvent être engendrées par diverses activités, de production ou d'entretien (*classe # 4*).

Par ailleurs, la gravité relative des accidents n'a pas non plus été modifiée de façon notable avec la mécanisation: les variations observées de la durée moyenne d'indemnisation sont d'abord et avant tout le reflet du nombre de lésions incluses dans chaque poste ou type de coupe plutôt que celui de fluctuations significatives dans la durée d'indemnisation de celles-ci. Ainsi, si bénéfique que soit la mécanisation en regard de l'incidence des accidents et de certains types de lésions, elle n'apparaît pas suffisante pour contribuer à atténuer les conséquences des blessures subies, bien que moins nombreuses. Il se peut qu'une connaissance ou une appréciation incomplètes de la nature des risques d'accidents encourus aient freiné cette possibilité.

### Nouveaux risques à la sécurité

Une autre conséquence de la mécanisation aura été un changement qualitatif dans la nature des activités et tâches à risque. Nos résultats indiquent en effet que les opérateurs d'abatteuse et d'ébrancheuse se blessent (aux membres supérieurs notamment) soit lors de divers travaux d'entretien et de réparation soit lors de déplacements autour des machines. Ce sont là des tâches et activités effectuées en dehors de celles de production, moment où les opérateurs sont assis dans la cabine de la machine et contrôlent l'articulation des bras conçus pour l'abattage ou l'ébranchage.

Ces résultats vont dans le même sens que ceux qu'ont obtenus Vautrin, Väyrynen et Saari lorsqu'ils ont étudié les risques d'accidents du travail dans des postes hautement mécanisés. Les résultats de Väyrynen en particulier indiquaient que l'entretien et la réparation sont des tâches d'autant plus souvent associées à l'univers des accidents que le degré de mécanisation du travail est important.

On remarquera à cet égard que le profil de risque des opérateurs de débusqueuse n'est pas en tous points comparable à celui des opérateurs d'abatteuse et d'ébrancheuse. Comme ces derniers, ils se blessent lors de déplacements autour des machines ou au moment de l'entretien et de la réparation de celles-ci. Par contre, comme les abatteurs, ils subissent aussi des accidents en cours de production. Cela s'explique en partie par le fait que les opérateurs de débusqueuse ont plus de tâches manuelles requérant d'importants efforts physiques à exécuter à l'extérieur de la machine au cours d'une journée de travail. Chaque voyage de bois implique pour eux un chargement et un déchargement d'arbres qu'il leur faut manuellement attacher et détacher des élingues de la machine. Lors de la production, les opérateurs d'abatteuse et d'ébrancheuse sont pour leur part exempts de telles contraintes.

## CONCLUSION

L'ensemble de ces résultats contribue à l'avancement des connaissances au sujet de l'analyse des accidents de même qu'en regard de l'impact de l'innovation technologique sur la sécurité du travail.

En ce qui a trait à l'analyse des accidents, nos résultats illustrent que, au sein d'un même secteur d'activité, deux processus de production technologiquement différents ne sont pas associés à des risques d'accidents à tout point de vue comparables, quantitativement et qualitativement. Ils mettent aussi en évidence le fait que ces risques ne sont pas aléatoirement distribués entre postes de travail, dans un même processus, ainsi qu'entre tâches, pour un même poste. Ces observations plaident dès lors en faveur d'un examen adéquat des caractéristiques structurelles de l'organisation de la production de même que des caractéristiques de la dynamique particulière aux activités immédiates du travail propres à chaque emploi, pour une meilleure compréhension et, ultimement, une meilleure prévention des accidents.

Par ailleurs, en regard de l'impact du changement technologique sur la sécurité du travail, ces mêmes résultats laissent entrevoir une tendance à la réduction du risque d'accidents avec l'accroissement du degré d'évolution technologique de la machinerie et des équipements de travail. Notre étude est restreinte à un type de changement technologique, la mécanisation, dans un seul secteur d'activité, celui de la forêt, de même qu'à une facette de la sécurité, l'accident. Néanmoins, l'analyse effectuée révèle une amélioration notable du risque d'accidents, après modernisation du processus de production.

Il demeure toutefois essentiel de rappeler qu'il se peut que les conditions d'implantation de nouvelles technologies contribuent, en soi, à la diminution des risques encourus dans l'exécution du travail, abstraction faite des caractéristiques de conception de la machine et de l'outil de travail à opérer. Sont aussi à souligner, la persistance de certains types d'accidents, en dépit de l'innovation technologique, ainsi que l'apparition maintes fois relevée de risques nouveaux, découlant de modifications dans les rapports et interactions entre ce qu'il est convenu d'appeler l'Homme et la Machine.

Certes, les résultats de cette étude encouragent à la modernisation de la production. Mais il apparaît que cela gagnerait à être effectué dans une perspective d'intégration des objectifs de prévention aux objectifs de production et de productivité, pour une implantation saine, sécuritaire et socialement rentable des nouvelles technologies en milieu de travail.

#### BIBLIOGRAPHIE

ANDERSSON, R. et al., «Development of A Model For Research on Occupational Accidents», *Journal of Occupational Accidents*, No. 1, 1978, pp. 341-352.

—————, «What Part Does The Occupational Environment Plays in The Occurrence of Accidents?», *Scandinavian Journal of Social Medecine*, No. 7, 1979, pp. 7-15.

ARSENAULT, A., E. CLOUTIER, L. LAFLAMME, «Organisation du travail et sécurité en forêt», *Psychologie du travail et société post-industrielle*, actes du troisième Congrès de psychologie du travail de langue française, Paris, 20-23 février 1984, Association de psychologie du travail de langue française, pp. 519-532.

BENNER, L., «Accident Investigations: Multilinear Events Sequencing Methods», *Journal of Safety Research*, Vol. 7, No. 2, June 1975, pp. 67-73.

BENZECRI, F., «Introduction à la classification ascendante hiérarchique d'après un exemple de données économiques», *Les cahiers de l'analyse des données*, Vol. X, No. 3, 1985, pp. 279-302.

CLOUTIER, E., L. LAFLAMME, *Organisation du travail et sécurité des opérations forestières. Les aspects techniques et humains de l'organisation du travail comme prédicteurs de la sécurité des opérations forestières: une étude rétrospective des tendances et descriptive des perceptions*, Québec, IRSST, Coll. Notes et rapports scientifiques et techniques, No. 005, 1985, 487 pp.

FAVERGE, J.-M., «Analyse de la sécurité du travail en termes de facteurs de risques», *Revue d'épidémiologie et de santé publique*, No. 25, 1977, pp. 229-241.

HADDON, W., «The Changing Approach to the Epidemiology, Prevention, and Amelioration of Trauma: The Transition to Approaches Etiologically Rather Than Descriptively Based», *American Journal of Public Health*, Vol. 58, No. 8, 1968, pp. 1431-1438.

HAKKINEN, K., «The Progress of Technology and Safety in Materials Handling», *Journal of Occupational Accidents*, Vol. 4, 1982, pp. 157-163.

HALE, A.R., M. HALE, «Accidents in Perspective», *Journal of Occupational Psychology*, No. 44, 1970, pp. 115-121.

HALE, A.R., M. PÉRUSSE, *Perception of Danger: A Prerequisite to Safe Decisions*, I. CHEM. E. Symposium Series, No. 53, 1978, 9 pp.

JOHNSON, W.G., «Mort, The Management Oversight and Risk Tree», *Journal of Safety Research*, Vol. 7, No. 1, March 1975, pp. 4-15.

—————, «The Role of Change in Accidents», *National Safety News*, Nov. 1973, pp. 90-97.

KERSTEN, E., H. ULRICH, «Résultats d'une étude sur la fréquence des accidents du travail en relation avec la mécanisation et l'automatisation graduelles des techniques de production», *Zeitschrift für die gesamte Hygiene und ihre Grenzgebiete*, Vol. 22, No. 5, mai 1976, pp. 370-373 (traduction INRS 51B-76).

KJELLEN, U., T.J. LARSSON, «Investigating Accidents and Reducing Risks — A Dynamic Approach», *Journal of Occupational Accidents*, Vol. 3, 1981, pp. 129-140.

LAFLAMME, L., *Mécanisation des opérations forestières et sécurité du travail*, Montréal, IRSST, Col. Rapports de recherche, 1987, 8 pp.

—————, *Organisation et sécurité du travail: impact quantitatif et qualitatif d'un changement technologique*, Thèse de doctorat, Faculté des sciences sociales, Université Laval, Québec, 1987, 285 pp.

LAFLAMME, L., E. CLOUTIER, M. BLANCHARD, A. ARSENAULT, «Mécanisation et sécurité des opérations forestières, analyse multidimensionnelle des perceptions des travailleurs et des accidents rapportés», *L'automation, les techniques nouvelles et la sécurité du travail, critères et méthodes pour l'analyse de la sécurité*, 2<sup>e</sup> colloque du Comité Recherche de l'AISS, Bonn, 8-10 mai 1985, 11 pp.

LEPLAT, J., «Accident Analyses and Work Analyses», *Journal of Occupational Accidents*, Vol. 1, 1978, pp. 331-340.

—————, «Accidents and Incidents Production: Methods of Analysis», *Journal of Occupational Accidents*, No. 4, 1982, pp. 229-310.

—————, «Fiabilité et sécurité», *Le travail humain*, Tome 45, No. 1, 1982, pp. 101-108.

—————, «Occupational Accident Research and System Approach», Proc. Int. Seminar on Occupational Accident Research, Saltjöbaden, September 1983, *Journal of Occupational Accidents*, Vol. 6, No. 1/2, 1984, pp. 77-91.

—————, «Reconstruction and Genesis of Accidents, Advantages and Difficulties», *Research on Occupational Accident*, French-Swedish Symposium in Stockholm, September 7th-10th 1976, Stockholm, Libertryck, 1977, pp. 26-35.

MERIC, M., M. MONTEAU, J. SZEKELY, *Techniques de gestion de la sécurité, l'analyse des accidents du travail et l'emploi de la notion des facteurs potentiels d'accidents pour la prévention des risques professionnels*, Institut national de recherche et de sécurité, Centre de recherche, 54500 Vandoeuvre-Les-Nancy, Rapport No. 243/RE, octobre 1976, 87 pp.

MOYEN, D., E. QUINOT, M. HEIMFERT, «Exploitation d'analyses d'accidents du travail à des fins de prévention, essai méthodologique», *Le travail humain*, Tome 43, No. 2, 1980, pp. 255-274.

ROUHIAINEN, V., «Inadvertent Starts Causing Accidents», *Journal of Occupational Accidents*, Vol. 4, 1982, pp. 165-170.

SAARI, J., «Characteristics of Tasks Associated With the Occurrence of Accidents», *Journal of Occupational Accidents*, No. 1, 1976-77, pp. 273-279.

SAARI, J. et col., «Modèle d'investigation sur les accidents du travail», *Journée spécialisée: Analyse des risques d'accidents du travail, méthodes et applications*, Comité international de l'Association internationale de la sécurité sociale, Recueil des communications, Ottawa, 12 mai 1983, pp. 147-161.

SURRY, J., *Industrial Accident Research, A Human Engineering Appraisal*, Ontario, Ministry of Labour, Occupational Health and Safety Division, (reprint) 1971, 203 pp.

SVANSTROM, L., «Development of A Model for Occupational Accident Research and Practical Safety Work», *Research on Occupational Accident*, French-Swedish Symposium in Stockholm, September 7th-10th 1976, Stockholm, Libertryck, 1977, pp. 17-26.

TUOMINEN, R., J. SAARI, «A Model for Analysis of Accidents and Its Application», *Journal of Occupational Accidents*, Vol. 4, 1982, pp. 263-273.

VAUTRIN, J.-P., «Robotique industrielle et sécurité», *Travail et Sécurité*, No. 3, mars 1983, pp. 113-134.

VÄYRYNEN, S., «Occupational Accidents in the Maintenance of Heavy Forest Machinery», *Journal of Occupational Accidents*, Vol. 4, 1982, p. 175.

### ***Occupational Accident and the Modernization of the Production Process in the Québec Forest Industry***

The present study, carried out in the forest industry, examines the effects related to the mechanization of felling and pruning on the frequency, gravity, and circumstances in which occupational accidents occur. The rate of occurrence of these accidents in mechanized logging camps is nearly three times lower than in those with conventional cutting, whereas the gravity of occupational accidents is not affected by the modernization of production. Besides, some types of accident persist in spite of mechanization while some others disappear because of it. In short, the number of accidents related to maintenance and repair activities of the most mechanized occupations is higher than that related to production.

These results show that mechanization helps reduce occupational risks associated with logging camps. They also stress the fact that new risks can occur, although less frequent, due to technological advancement of some production process. Finally, these results imply that it is essential to examine the structural characteristics of work organization in order to achieve a better understanding and prevention of accidents.