

1-7992773



Energy, Mines and Resources Canada Énergie, Mines et Ressources Canada

CANMET

Canada Centre for Mineral and Energy Technology

Centre canadien de la technologie des minéraux et de l'énergie

IMPACT DE VARIABLES QUANTITATIVES SUR LES ACCIDENTS EN SOUTERRAIN: ANALYSE MULTIFACTORIELLE

N.R. Billette

Groupe d'évaluation et méthodes minières, LCTM, LMR

Marcel Laflamme

Attaché de recherche en génie minier, Université Laval

Robert J. Keyes

Directeur, Division des affaires humaines, SPM, EMR

Louis Marcoux

Ingénieur, Service de technologie minière, CRM, Québec

Février 1987

Présenté au séminaire sur "La sécurité minière: prime au rendement vs accidents", 12 mars 1987, et publié dans les actes du séminaire.

TOUS DROITS RÉSERVÉS DE LA COURONNE

LABORATOIRES DE RECHERCHE MINIÈRE
RAPPORT DIVISIONNEL MRL 87-22(OP,J)

MRL 87-22(OP,J) v. 2 "F" 2.2 (OP, J) e. 2 "F" 2.2 (OP, J) 22-48 1RM

IMPACT DE VARIABLES QUANTITATIVES SUR LES ACCIDENTS EN SOUTERRAIN: ANALYSE MULTIFACTORIELLE

par

Noël R. Billette*, Marcel Laflamme**,
Robert J. Keyes*** et Louis Marcoux****

RÉSUMÉ

La présentation identifie d'abord les relations entre deux ou trois variables, les accidents du travail d'une part et l'âge, l'expérience, la séniorité et le taux de boni d'autre part. Les relations directes avec les accidents du travail démontrent que la prime au rendement n'est pas un facteur principal causatif d'accidents dans les mines souterraines du Québec. Les courbes d'expérience indiquent que les différences dans les politiques d'accueil aux diverses sociétés expliquent une proportion importante des accidents dans les mines; il devient donc impérieux d'améliorer ces politiques si l'on veut réduire significativement les accidents. De plus, un suivi de ces mineurs lorsqu'ils changent d'activité principale serait de mise pour abaisser encore plus la fréquence d'accidents, selon les courbes d'âge.

Le traitement statistique multifactoriel de la population des mines à neuf variables incluant les accidents a mis en relation: l'âge avec l'expérience et la séniorité à la mine; les heures totales travaillées avec le surtemps; l'activité principale du mineur avec le taux de boni; puis dans une moindre mesure les heures travaillées avec le nombre d'accidents. Une relation entre le boni et les accidents apparaît comme troisième facteur dans la population générale à une seule mine alors qu'elle n'y est pas mise en évidence dans la population des accidentés; il faut dire qu'un certain nombre de variables n'ont pu être colligées à cette mine, notamment l'expérience en souterrain des mineurs qui joue un rôle prédominant ailleurs.

* Chercheur scientifique, Laboratoire canadien de technologie minière, Laboratoires de recherche minière, CANMET, Énergie, Mines et Ressources Canada, Ottawa. Au moment du travail, professeur à l'université Laval.

** M. Sc., Ing. jr, Attaché de recherche en génie minier, Université Laval.

*** Directeur, Division des affaires humaines, Secteur de la politique minière, Énergie, Mines et Ressources Canada, Ottawa.

**** Ingénieur, Service de technologie minière, Centre de Recherches minérales, Énergie et Ressources, Québec.

Mots clés: régression, histogramme, fréquence et gravité d'accidents du travail, analyse multidimensionnelle, activités souterraines, mineurs.

IMPACT OF QUANTITATIVE VARIABLES ON UNDERGROUND ACCIDENTS: A MULTIFACTORIAL ANALYSIS

by

Noël R Billette,* Marcel Laflamme,**
Robert J Keyes*** and Louis Marcoux****

ABSTRACT

The paper first identifies relationships among two or three variables: industrial accidents on the one hand, and age, experience, seniority and bonus rate on the other. Direct relationships with industrial accidents show that the production bonus is not a main factor of accidents in Québec underground mines. The experience curves indicate that the differences in introductory policies at various companies explain a large proportion of mining accidents; it is therefore imperative that these policies be improved if accidents are to be reduced significantly. Furthermore, a follow-up of these miners when they transfer to a new assignment would be appropriate to decrease the frequency of accidents even further, according to the age curves.

A multifactorial statistical treatment of mine population, with nine variables including accidents, showed the relationships between: age, experience and seniority at the mine; total hours worked and overtime; miners' main activity and the bonus rate; and, to a lesser extent, hours worked and number of accidents. A relationship between individual or small crew incentives and accidents appears to be a third factor in the general population at one mine only, whereas it is not apparent in the population of accident victims; it should be noted that a number of variables could not be collated at that mine, particularly miners' underground experience, which plays a predominant role elsewhere.

* Research scientist, Canadian Mine Technology Laboratory, Mining Research Laboratories, CANMET, Energy, Mines and Resources Canada, Ottawa. At the time of the work described, Professor at Laval University.

** MSc, Jr Eng, research associate in mining engineering, Laval University.

*** Director, Human Affairs Division, Mineral Policy Sector, Energy, Mines and Resources Canada, Ottawa.

**** Engineer, Mining Technology Service, Mineral Research Centre, Energy and Resources, Quebec.

Key words: regression, histogram, frequency and seriousness of industrial accidents, multidimensional analysis, underground activities, miners.

INTRODUCTION

Tel que mentionné dans la présentation qui précède, au début de la présente décennie, deux commissions publiques d'enquête^(1,2), l'une en Ontario et l'autre au Québec, furent créées pour étudier la sécurité dans les mines de ces provinces respectives. Parmi leurs recommandations, ces rapports proposaient l'élimination du boni comme complément à la rémunération des travailleurs. Cet avis découlait des données fragmentaires que les auteurs avaient pu rassembler ainsi que de leur perception de la situation des travailleurs de l'industrie minière.

Le travail préliminaire effectué au Québec a été présenté plus tôt et il a débouché sur une campagne de collecte d'informations majeure dans 10 mines de la province par les chercheurs de l'Université Laval: les sociétés minières les plus importantes ont fourni plus d'un million de données. Ce travail a été suivi par la mise des diverses informations dans une banque de données unifiée.

Le texte qui suit analyse les résultats obtenus en ce qui concerne l'impact du boni parmi un certain nombre de variables quantitatives sur les accidents du travail en souterrain. Cette analyse est suivie de recommandations qui nécessitent parfois de la part des opérateurs des vérifications et dans d'autres cas des plans d'action. De plus, l'orientation de recherches plus théoriques ou fondamentales est également définie, afin de s'assurer de la cause de certains résultats, notamment les relations positives entre boni et accidents pour un groupe de travailleurs, les mineurs de production.

MÉTHODOLOGIE

Pour les années 1980-1981, il y a donc 24 ensembles de données par mineur à chaque mine. Ces informations comprennent pour chaque période: un code d'identification du travailleur, le numéro de référence de la période, les heures régulières travaillées, le temps supplémentaire, le salaire de base, le boni, l'âge au 31 décembre 1980, l'expérience au 31 décembre 1981, la séniorité au 31 décembre 1980, son activité principale.

Le travail a débuté en examinant des relations simples à chaque mine entre fréquence d'accidents d'une part et, d'autre part, le taux de boni pour tous les mineurs, pour les mineurs au développement, à la production et aux services; puis la fréquence des accidents est mise en relation avec l'âge, l'expérience en souterrain et la séniorité. L'ensemble de ces résultats a permis de dégager un certain nombre d'hypothèses de comportement des sociétés minières et des individus qui les composent.

De plus, ces relations simples ont permis aux chercheurs d'acquérir une assurance suffisante pour l'interprétation de statistiques plus complexes sur l'ensemble des

données. Un premier essai a été réalisé en comparant la population des accidentés comparée à la population des non-accidentés; sept variables étaient en cause: les heures régulières travaillées, le surtemps, le taux de boni, l'âge, l'expérience en souterrain, la séniorité dans la mine, l'activité principale du travailleur. La comparaison à sept variables des deux populations n'a pas permis de dégager de comportement significativement différent des mineurs des deux groupes, sauf localement.

C'est pourquoi la présentation des résultats qui suit examine plutôt les populations à neuf variables, en ajoutant le nombre d'accidents par individu et le nombre de jours perdus pour cause d'accidents. La comparaison de la population des accidentés avec la population des non-accidentés ne peut plus se faire directement; il faut alors comparer la première à la population générale des mineurs (accidentés plus non-accidentés), puisque les mineurs n'ayant pas eu d'accident ont des valeurs nulles pour ces deux variables additionnelles.

La population des accidents a également fait l'objet de travaux du groupe de recherche³, mais les variables supplémentaires, telles que la journée de l'accident dans la semaine ou les heures travaillées avant l'accident le jour même, sont demeurées indépendantes des autres variables et n'ont pas apporté d'éclairage nouveau sur les populations à l'étude.

RÉSULTATS DES RELATIONS DIRECTES AVEC LA FRÉQUENCE D'ACCIDENTS

Dans le texte qui suit, les mines 1 à 4 sont des mines de la région de Chibougamau, les mines 5 à 8 de la région de Val d'Or et les mines 9 et 10 sont situées dans la région de Matagami. En particulier, les mines 1 et 2 de l'étude antérieure ont des numéros différents dans la présente recherche, afin d'en assurer la confidentialité. Par ailleurs, les résultats représentent donc des situations très différentes, en vertu de la localisation géographique, des conditions géologiques locales et de la structure organisationnelle de l'entreprise.

Expérience

La figure 1 illustre les situations typiques qui se présentent dans l'industrie minière souterraine du Québec. La mine 1 illustre la courbe normale d'apprentissage dans n'importe quel milieu de travail lorsque la période d'accueil est réduite à sa plus simple expression. En examinant la figure, il est possible de noter que cette mine a presque toujours formé ses propres mineurs, du moins depuis plus de cinq ans; les courbes d'ancienneté et d'expérience totale en souterrain se chevauchent.

La mine 3 illustre l'influence positive d'une période d'accueil plus poussée: elle possédait à l'époque des chantiers-écoles pour initier les nouveaux mineurs qui se joignaient à l'entreprise sans expérience préalable. L'impact de cette politique est d'autant plus remarquable que les mineurs d'expérience acquise antérieurement ne passaient pas par cette étape d'accueil. Ces mineurs d'expérience totale entre deux et dix ans ont des fréquences d'accidents supérieures à celles des nouveaux venus sans expérience, un certain nombre d'entre eux oeuvrant à la mine depuis moins de deux ans. D'autre part, le fait que les mineurs sans expérience antérieure sortent des chantiers-écoles sans suivi par la suite augmente alors leurs risques d'accidents dans les phases ultérieures d'apprentissage (entre un et deux ans d'ancienneté).

Les mines 4 et 9 constituent deux exemples comparables de situations où les entreprises introduisent encore plus progressivement leurs mineurs aux tâches plus difficiles, quoique sans utiliser de chantiers-écoles. Après une période d'environ deux ans, les travailleurs sont transférés à des tâches plus exigeantes. C'est l'explication retenue pour expliquer l'accroissement de la fréquence dans la classe de deux à cinq ans d'ancienneté par rapport à la précédente. Les autres mines se retrouvent dans une situation intermédiaire à celles des trois cas présentés ci-dessus.

Âge

La figure 2 indique une diminution significative de la fréquence des accidents avec l'âge. Il est facile de constater que cette tendance bien documentée dans la littérature n'est pas spécifique à une région ou à une entreprise. Il eut été facile de joindre les résultats des six autres mines qui auraient confirmé les résultats illustrés ici.

Le phénomène plus intéressant à noter sur ces courbes se rapporte au fait qu'elles ne diminuent pas de façon monotone, mais plutôt à l'aide de pics cycliques qui se produisent dans toutes les mines dans les mêmes plages d'âge: autour de 20-22 ans, puis vers 26-28 ans, autour de 32-34 ans, vers 40-42 ans, enfin vers 52-55 ans. L'hypothèse avancée par les auteurs de la recherche, c'est que ces plages d'âge correspondent à des modifications dans le type de tâche confiée aux mineurs à ce moment-là.

En effet, à 20-22 ans, les mineurs avec deux ou trois ans d'expérience sont transférés dans les chantiers. Les plus habiles sont ensuite affectés aux travaux de développement vers 26-28 ans. À 32-34 ans, un certain nombre de mineurs au développement reviennent aux travaux de chantiers, parce que les travaux de développement ne leur conviennent plus ou sont trop exigeants. Au début de la quarantaine, les meilleurs mineurs au développement ne sont plus capables de maintenir l'effort requis par ces tâches et reviennent à la production. Très peu de mineurs de chantiers sont aptes à y prolonger efficacement leurs activités au delà de 55 ans. Ceci vient donc appuyer les

besoins de réentraînement du personnel lors de changement d'affectation dans les mines, déjà soulevé dans les relations d'expérience de la figure 1.

Impact direct du taux de prime

Il importe d'examiner l'influence directe du boni sur les accidents de façon à reconnaître des tendances potentielles. Il s'agit en fait de la raison fondamentale qui a généré la recherche globale présentée ici. Les courbes ci-après illustrent des comportements spécifiques pour l'ensemble des mineurs, puis pour les mineurs de chaque type d'activité mentionnée plus haut (développement, production, services). Par la suite, l'impact du boni sur la fréquence sera analysé lorsque couplé à l'ancienneté des travailleurs.

Quatre formes de relations ont été examinées dans ce cas: l'ensemble des mineurs de la mine, les travailleurs au développement, les mineurs de production et les gens de services. En ce qui concerne l'ensemble de la mine, les relations établies sont souvent peu inclinées par rapport à l'horizontale, de sorte qu'aucune tendance significative ne peut être dégagée des données obtenues. La figure 3 illustre de telles relations à quatre mines typiques, provenant des trois régions à l'étude. Le groupe de recherche a donc tenté d'affiner l'analyse afin de déceler des causes précises à ce phénomène. Lorsque la somme des données disponibles le permettait, des figures et des régressions ont été produites pour chacune des classes d'activité identifiées plus haut: développement, production, services. Comme il n'est pas possible d'étaler l'ensemble des résultats obtenus lors de ce travail, seules quelques figures ont été sélectionnées pour étayer l'argumentation.

La figure 4 illustre la relation entre la fréquence des accidents et le taux de boni chez les mineurs au développement de diverses mines. À la mine 1, la figure 4 semble une répétition de la figure 1 qui démontrait l'évolution typique des mineurs en apprentissage d'un travail particulier, lorsque l'initiation au travail est minimale. L'histogramme de la mine 2 semble reproduire l'impact favorable des chantiers-écoles qui existaient à l'époque à cette mine. Toutefois, le manque de suivi pourrait expliquer la fréquence plus élevée dans la plage de 30% à 50% de taux de boni. La courbe de la mine 7 semble illustrer l'impact d'une carence de mineurs, de la méconnaissance des conditions géologiques particulières d'une nouvelle exploitation et l'absence d'un programme de prévention rodé. À la mine 9, la figure 4 permet de croire qu'un système de prévention efficace peut contribuer à réduire les risques, même chez les travailleurs en stage d'apprentissage.

En ce qui concerne les activités de chantier, la figure 5 illustre des résultats typiques de mineurs de production, sauf à la mine 6 où cet histogramme regroupe les activités de production et développement. Les résultats des mines 1 et 2 sont représentatifs des résultats obtenus pour les mineurs de chantier lors de l'étude. Les

droites de régression sont significativement différentes de l'horizontale, sauf à la mine 4 où le nombre de données ne suffisait pas à produire d'histogramme, à la mine 7 où les activités de chantier étaient plutôt restreintes, à la mine 10 où la relation est de pente négative non significativement différente de zéro et à la mine 9 où l'impact d'un programme efficace de prévention semble à nouveau se faire sentir.

Quant aux activités de soutien, certaines entreprises québécoises ont comme politique de ne jamais muter ces travailleurs aux activités de production, alors que d'autres le font à l'occasion pour de courts laps de temps et que certaines le font systématiquement pour des périodes extensives. La figure 6 illustre ces différents cas, alors que les mines 1 et 5 ne transfèrent jamais d'employés des services à la production, la mine 9 le fait à l'occasion et la mine 2 le fait régulièrement. Les travaux de soutien ne commandent généralement pas de bonis supérieurs à 30% ou 40% du salaire de base, selon l'entreprise.

Il importe de noter ici que les procédures d'accueil dans l'industrie minière doivent être améliorées pour réduire la fréquence d'accidents des nouveaux mineurs. Il est également de mise d'élaborer une politique de suivi de ces mineurs par la suite lorsqu'ils possèdent un minimum d'expérience, c'est-à-dire lorsqu'ils se situent dans les catégories de prime au rendement de l'ordre de 30% à 60% du salaire de base.

Influence conjuguée du taux de boni et de l'ancienneté

La figure 7 présente les résultats de l'impact du boni sur les accidents en séparant les mineurs ayant moins de deux années d'ancienneté à la mine de ceux en ayant acquis davantage. Il est évident que la connaissance des procédures locales et du contexte ont une influence assez considérable sur la sécurité du personnel. Il ne faut pas oublier que certains mineurs avec une expérience assez importante en souterrain se retrouvent dans la catégorie de plus faible ancienneté. C'est pourquoi les mines doivent maintenir une période d'accueil pour leurs nouveaux employés, même avec expérience. Ces résultats démontrent les risques reliés à l'environnement de la mine et aux conditions d'utilisation de l'équipement. Encore une fois, la mine 9 démontre la qualité de son groupe en prévention à l'aide de courbes croisées, alors que les courbes divergeantes aux mines 1 et 2 sont plus représentatives de l'impact de l'ancienneté sur la sécurité des mineurs.

nombre d'accidents vs heure de l'accident

Ce travail s'est limité à deux mines seulement, compte tenu de la disponibilité de l'information et du temps considérable requis pour l'obtenir. Les résultats de la figure 8 démontrent assez clairement le lien qui existe entre les accidents et l'effort fourni par

les travailleurs. Très peu de mineurs peuvent normalement atteindre leur endroit de travail en souterrain en moins d'une demie-heure. De plus, ils doivent alors inspecter leur environnement de travail, afin de réduire les dangers dus à des situations différentes de celles qui existaient quand ils l'ont quitté.

Ces données indiquent une réduction normale de l'activité des mineurs sur la fin de l'avant-midi et lors de la dernière heure régulière. Si le nombre d'accidents est plus élevé pendant la première que la dernière demie-heure du quart, c'est sans doute parce que les mineurs sont moins bien réchauffés le matin et donc plus sujets à des chutes ou glissades sur le parcours pour se rendre à leur lieu de travail. Ces courbes viennent étoffer l'hypothèse d'un lien entre les accidents et l'activité du mineur, hypothèse qui a été émise pour expliquer les corrélations positives entre boni et accidents pour les travailleurs de production.

ANALYSE FACTORIELLE

Il importe ici d'introduire l'analyse statistique multidimensionnelle des données et le cheminement pour arriver aux facteurs des tableaux 1 à 7 qui vont suivre. Premièrement, l'objectif de la méthode est d'extraire sous une forme condensée la plus grande part de l'information contenue dans la matrice des données. Cette matrice est formée dans le cas présent par tous les mineurs de chaque mine avec l'ensemble de l'information qui s'y rattache, pendant la période de deux ans utilisée pour former l'échantillon.

Chaque individu possède un certain nombre de caractéristiques qui sont en l'occurrence les sept ou neuf variables qui le particularisent: l'âge, l'ancienneté, l'expérience en souterrain, le nombre d'heures travaillées et le surtemps au cours de la période, le boni et l'activité principale, le nombre d'accidents ainsi que le nombre de jours perdus pour cause d'accident. C'est ainsi que la matrice est élaborée. Chaque variable possède alors une variance ou des fluctuations dans la population, plus ou moins grandes selon la variable. La somme des variances des variables représente l'ensemble des fluctuations internes de la population, lorsqu'aucune corrélation n'existe. S'il y a de la corrélation entre les variables, la variance globale dans la population est réduite d'autant.

Dans le cas présent, l'étude tente d'identifier les corrélations entre les variables. La méthode consiste à définir de nouvelles variables théoriques appelées 'facteurs', fonctions linéaires des variables initiales, en nombre inférieur à celles-ci et qui suffisent à expliquer un pourcentage élevé des variations dans la population. L'analyse factorielle se ramène ainsi à analyser la matrice des corrélations entre variables. Les facteurs reflètent donc les phénomènes de base qui sont à l'origine de la variabilité observée. La présentation utilise la méthode des facteurs principaux, qui consiste à

imposer la condition que le premier facteur rend compte de la plus grande part de la variance totale, puis le second facteur de la plus grande part de la variance résiduelle après exclusion du premier facteur et ainsi de suite. Ces facteurs doivent mettre en évidence des liens entre au moins deux variables de base, qui peuvent être des liens soit d'association, soit d'opposition.

Bien que chacune des variables initiales possède dans ces facteurs une pondération quelconque (entre -1 et +1), il importe de reconnaître celles qui ont les coefficients les plus différents de zéro. Elles constituent en effet les éléments essentiels à l'interprétation du facteur. Quand plus de deux variables de base sont impliquées, par leurs coefficients très différents de zéro, dans un même facteur, il est souvent plus difficile de retrouver les phénomènes sous-jacents qui ont conduit à de telles associations. C'est à l'interprétation de ces phénomènes dans l'industrie minière souterraine du Québec que s'attaque le chapitre suivant.

RÉSULTATS DE L'ANALYSE FACTORIELLE

Seuls les résultats de l'analyse à neuf variables sont présentés ici. De plus, la présentation se restreint aux trois premiers facteurs, car ils représentent plus de 80% des variations totales à chaque mine. Les tableaux 1 et 2 illustrent le premier facteur pour la population des accidentés et pour celle des mineurs en général, les tableaux 3 et 4 le second facteur et les tableaux 5 et 6 le troisième facteur.

Facteur 1

En examinant les tableaux 1 et 2, il est facile de constater que la population générale des mineurs ne diffère pas de comportement par rapport à la population des accidentés, sauf aux mines 6 et 7. De plus, la mine 10 ne suit pas tout à fait le modèle général et très stable non seulement d'une mine à l'autre, mais aussi d'une région à l'autre. Ce premier facteur représente tout simplement le foisonnement d'âges et de niveaux d'expérience qui existe dans l'industrie minière du Québec et qu'on retrouve tout aussi diversifié dans chacune des mines.

Il est bon de noter que, dans la plupart des mines, la variable heures totales travaillées contribue de façon auxiliaire à ce premier facteur. Ceci signifie que les gens ayant le plus d'expérience (habituellement locale) sont soit moins longtemps absents pour cause de blessure, soit plus longtemps au travail en effectuant du surtemps. Ceci est corroboré par une contribution assez élevée de la variable surtemps à ce facteur, notamment aux mines 2, 4 et 9 de la population générale des mineurs. Il s'agit donc

d'une politique très répandue dans l'industrie minière québécoise que celle de faire appel en premier lieu aux mineurs ayant le plus d'ancienneté pour effectuer du surtemps.

Le cas de la mine 6 est particulier, en ce sens qu'il y a été impossible de compiler l'expérience totale en souterrain des mineurs, l'information n'étant pas disponible. De plus, cette mine ne fait pas de distinction entre les activités de développement et de production, ce qui y réduit les variations de cette variable d'un mineur à l'autre. Le premier facteur y est donc plus complexe et, tout comme les autres facteurs de cette mine, il est différent dans la population des accidentés et dans celle des mineurs en général. Ce premier facteur met en évidence le fait que les travailleurs accidentés ayant plus d'ancienneté ont été blessés moins fréquemment au cours de la période. En considérant un certain lien qui existe entre le nombre d'accidents et les activités regroupées de production et développement, il est possible d'en déduire que les accidentés ayant le plus d'expérience locale se retrouvent plus fréquemment affectés aux travaux de soutien. La relation négative avec le boni laisse aussi supposer que les mineurs les plus fréquemment blessés sont des gens des services: ces derniers obtiennent en général moins de boni que leurs collègues de production ou de développement.

En ce qui concerne le premier facteur pour l'ensemble des mineurs de cette mine (6), il s'agit d'une relation qui met en évidence l'ancienneté et les activités les plus rémunératrices (production et développement combinés). Ceci signifie qu'il existe davantage de gens avec expérience cumulée sur place parmi les non-accidentés, ce qui suffit à renverser la tendance notée ci-dessus pour la population des accidentés. De plus, l'influence des accidents s'estompe considérablement dans la population de l'ensemble des mineurs. Ceci est dû à un nombre élevé de mineurs sans accident ou incident à la mine (60%).

À la mine 10, le taux de roulement annuel très élevé empêche la variable expérience locale d'influencer le premier facteur. Il faut se rappeler qu'à cette époque (1980-1981) l'industrie minière canadienne était chauffée à blanc et que les besoins de production nécessitaient toujours plus de main d'oeuvre. Les travailleurs avaient donc tendance à faire des stages de quelques mois dans les mines les plus éloignées, puis à se rapprocher des agglomérations plus importantes.

La mine 7 représente une situation quelque peu différente: il s'agit d'une mine qui a débuté ses activités en 1979, et elle recrute du personnel nouveau. Le double phénomène de l'accroissement de la force ouvrière et de la rotation d'une partie du personnel qui s'assimile mal à la philosophie de l'organisation réduit considérablement les variations d'expérience locale entre les mineurs à cette mine. C'est ce qui explique que les variables âge et expérience totale apparaissent comme second facteur dans la population générale des mineurs (tableau 4) et que les variations expliquées par le premier

facteur représentent moins de 40% de l'ensemble des fluctuations dans la population des accidentés.

Il est donc tout à fait approprié dans ce cas de retrouver l'impact direct de l'ancienneté sur le nombre d'heures totales travaillées dans la population générale des mineurs. Il est aussi 'normal' pour la direction de la mine de s'en remettre davantage à ceux-ci pour terminer en surtemps les travaux prioritaires, lorsque du retard s'est accumulé pour diverses raisons. Cette relation est un peu moins prononcée chez les accidentés à cause des heures perdues suite à des blessures (facteur 2, tableau 3).

Facteur 2

À sept mines sur dix dans la population des accidentés et à quatre mines sur dix dans la population générale des mineurs, le second facteur établit la relation entre l'activité des mineurs et la proportion de leur rémunération obtenue sous forme de prime au rendement. Il s'agit d'un phénomène déjà mentionné, à savoir que les activités de développement méritent plus de prime au rendement parce qu'elles requièrent plus d'habileté et sont parfois plus exigeantes physiquement. Généralement, les mineurs au développement changent de tâche après un certain temps. Les mines ont donc constamment besoin de nouveaux travailleurs pour ces activités et cherchent à les recruter à l'aide de bonis alléchants. Les activités de production sont également plus rémunérées que les activités de soutien, parce que plus vitales à la survie de l'entreprise. La variation des taux de boni d'un individu à l'autre constitue donc la seconde cause de différences d'un mineur à l'autre dans les mines du Québec, et elle est intimement liée à l'activité du travailleur.

Chez les accidentés, le second facteur à la mine 6 indique une opposition entre le nombre d'accidents et le surtemps effectué, ce qui signifie que plus ils sont blessés souvent, moins les accidentés ont d'occasions d'effectuer du temps supplémentaire. Par ailleurs, compte tenu du facteur 1, ceux qui sont plus souvent blessés ont moins d'ancienneté et sont plus souvent rattachés à des activités de production ou développement. Par conséquent, ceux qui font le plus de surtemps sont des personnes des services ayant plus d'ancienneté. On reconnaît aussi dans ce facteur la relation auxiliaire boni-département. À la mine 7, la relation entre les heures travaillées et l'ancienneté est tout à fait normale, compte tenu de la jeunesse de la mine discutée antérieurement. À la mine 9, le lien entre les heures totales travaillées et le surtemps effectué prime sur la relation boni-département (facteur 3, tableau 5).

Dans la population générale de la mine, le lien entre les heures totales travaillées et le surtemps apparaît aux mines 9 et 10. Ceci signifie que les blessures n'y occasionnent

pas de perte de temps très importante en général, du moins pas assez pour influencer sur les différences d'heures travaillées d'un individu à l'autre. Par contre, le surtemps occasionne des fluctuations suffisantes dans les heures totales travaillées pour que les deux variables se marient pour former le second facteur.

À la mine no 7, la relation âge-expérience se retrouve comme second facteur, déclassée de sa position de premier facteur (pour la population des accidentés) par l'impact de l'ancienneté sur les heures totales travaillées. C'est d'ailleurs le facteur âge-ancienneté qui constitue le second facteur dans la population générale des mineurs à la mine 6; ce facteur aurait certainement apparu plus tôt s'il eut été possible de définir l'expérience totale des mineurs à cette mine.

Aux mines 5 et 8, le facteur 2 établit un lien entre le nombre d'accidents qui surviennent dans ces mines et le nombre d'heures totales travaillées. Ce lien y est donc plus fort que celui entre boni et département, ou encore entre les heures travaillées et le surtemps. Il s'agit en fait de mines offrant les plus faibles primes au rendement dans le groupe à l'étude; ceci pourrait expliquer pourquoi la relation boni-département n'est pas aussi forte qu'à d'autres mines. Il s'agit sans doute de mines où le surtemps n'est pas très important non plus.

Facteur 3

Le troisième facteur est beaucoup moins stable que les deux premiers quoique, chez les accidentés, le lien boni-département apparaisse aux mines 7 et 9 et la relation entre les heures travaillées et le surtemps fasse surface aux mines 1, 4 et 6. De même, dans la population générale, la relation entre les heures totales travaillées et le surtemps apparaît aux mines 1 et 4, tandis que le lien boni-département devient prépondérant aux mines 5, 7, 8 et 9.

Chez les accidentés, les mines 3 et 10 font ressortir le lien entre l'ancienneté et les heures totales travaillées tandis qu'à la mine 5, c'est le lien ancienneté-surtemps qui prime: voilà une caractéristique commune aux entreprises du secteur qui favorisent le travail chez les plus fidèles employés de façon préférentielle. Les mines 2 et 8 expriment le lien entre les heures totales travaillées et le nombre d'accidents survenus.

Parmi l'ensemble des mineurs, les mines 2, 3, 6 et 10 font intervenir le nombre d'accidents comme troisième facteur. Aux mines 2 et 3, il s'agit de la même relation avec les heures totales travaillées déjà mentionnée à quelques reprises. À la mine 10, le nombre d'accidents et le nombre de jours perdus pour cause d'accidents sont suffisamment variables et liés pour constituer un facteur en soi: il s'agit du facteur 'accidents', qui

n'est apparu nulle part ailleurs de la sorte. De même à la mine 6, le nombre d'accidents est lié au taux de boni, et dans une moindre mesure au département et à l'ancienneté. Comme le facteur possède un taux d'explication faible à cette mine où une partie de l'information n'existe pas, il pourrait tout aussi bien s'agir d'un regroupement de relations, telles que le lien boni-département et le nombre d'accidents-ancienneté ou toute autre combinaison.

Regroupement des dix mines de l'étude

Pour clore le sujet à l'étude, le tableau 7 présente un résumé des résultats obtenus pour les populations des dix mines regroupées. Il importe de reconnaître que des lisages sont automatiquement présents et que des informations locales sont perdues dans l'amalgamation. Le premier facteur obtenu pour l'ensemble des mines est le même que pour la plupart des mines individuelles, c'est-à-dire l'âge, l'expérience totale en souterrain et l'ancienneté des mineurs aux mines où le relevé fut effectué. Chez les accidentés, ce facteur explique 47,5% des variations inter-individuelles, tandis qu'il explique 48,2% des fluctuations parmi les 3381 mineurs qui ont participé au projet.

Par ailleurs, le lien boni-département apparaît à neuf des dix mines comme facteur deux ou trois chez les accidentés et à huit reprises dans la population générale. Il s'agit du second facteur dans les populations à l'étude; il n'est absent d'aucune région. Il caractérise puissamment et uniformément l'industrie minière québécoise en souterrain; il explique 24,2% des variations entre individus dans la population regroupée des trois régions chez les accidentés et 22,1% des variations pour l'ensemble des mineurs.

Le troisième facteur de la population des accidentés et de celle de l'ensemble des mineurs est constitué du lien important entre le surtemps et les heures totales travaillées. Ce facteur explique 16,5% des variations inter-personnelles chez les accidentés et 18,5% chez les mineurs regroupés. Il est surprenant de retrouver ce facteur si fort, alors qu'il ne ressort comme facteur qu'à 4 mines tant chez les accidentés que pour l'ensemble des mineurs de chaque mine.

Le quatrième facteur fait ressortir le lien entre le nombre d'accidents et les heures totales travaillées par les mineurs sur la période. Bien que ce facteur ne soit pas significatif, il importe de répéter que la probabilité d'un accident dans les mines souterraines du Québec augmente avec la somme des efforts fournis. Ce n'est donc pas le boni qui constitue le facteur principal causatif d'accidents.

CONCLUSION

Bien que le boni ne semble pas ressortir des statistiques multidimensionnelles utilisées ci-dessus, il n'en demeure pas moins qu'un problème se pose quand on examine les courbes des activités de production. En effet, dans la plupart des mines, il existe une relation positive significativement différente de l'horizontale. Une explication envisagée par le groupe de recherche pourrait être que les deux variables sont en fait liées à une troisième, qui est la somme des efforts accomplis par le mineur de production. Alors que les activités de développement sont bien définies et cernées, les activités de production ne sont jamais complétées. Le boni y est donc fonction non pas d'un rendement ponctuel sur un nombre précis de tâches, mais augmente en fonction du degré d'activité du mineur. Les mineurs de production recevant plus de boni sont donc des mineurs qui accomplissent plus d'ouvrage que les autres. Cette hypothèse d'impact de l'activité de production sur le boni fait partie de la continuation du travail présenté ci-dessus à l'Université Laval.

En définitive, ce qui ressort clairement de cette étude basée sur un nombre limité de variables quantitatives, c'est que le principal facteur causatif d'accident est la formation du mineur. Ceci ressort de façon évidente des courbes de fréquence d'accident versus l'ancienneté et l'expérience totale pour la politique d'accueil. L'impact de la politique de suivi ou de son inexistence à certaines mines semble ressortir, quoique de façon moins directe, des données concernant l'âge et la fréquence d'accidents, de même que de données concernant les relations boni-fréquence d'accidents. Par ailleurs, d'autres travaux sont présentement en cours pour déterminer comment les facteurs organisationnels influencent les accidents du travail, et pour recommander des méthodes qui en réduiraient les effets négatifs. Une présentation suit, qui élaborera sur ce sujet.

La première recommandation qui a découlé de ce travail a été à l'effet d'instaurer une politique d'accueil aussi uniforme que possible dans l'industrie minière québécoise. Cette politique devrait permettre un entraînement non seulement des nouveaux arrivants sans expérience antérieure mais aussi des autres mineurs qui ont besoin de se familiariser avec l'environnement particulier de la mine et avec l'équipement et les méthodes de travail régulières. Ces éléments diffèrent souvent d'une mine à l'autre, et il importe que les nouveaux arrivants soient formés en conséquence.

Une seconde recommandation vise à déterminer, à l'aide de données fraîches sur accidents et incidents, les besoins de réentraînement des mineurs, soit périodique, soit lors de réaffectation à de nouveaux types d'ouvrage. Ceci permettrait d'élaborer des procédures différentes selon que l'une ou l'autre de ces hypothèses s'avère la cause principale d'accidents à certaines périodes d'âge notées dans le texte.

En fait, la recherche a permis de réaliser qu'il existe dans l'industrie minière québécoise des conditions autres qu'humaines, soit organisationnelles, soit reliées à l'environnement matériel, qui peuvent causer des accidents. C'est à ces sujets que d'autres travaux en cours, reliés à l'organisation du travail ou à la productivité, se rattachent.

REMERCIEMENTS

Ce projet de recherche a pu se concrétiser parce que l'Association des Mines de Métaux du Québec a endossé les buts du travail et accepté les procédures proposées, puis permis l'accès aux données de base au personnel de l'Université Laval. Par la suite, l'Université a supporté la compilation informatisée du travail et son traitement ultérieur sur ordinateur.

Les contributions conjointes de l'Association des Mines de métaux du Québec, du Centre de Recherches minérales du Gouvernement du Québec et du ministère Énergie, Mines et Ressources Canada à travers le secteur de la Politique minérale et les Laboratoires de recherche minière de CANMET ont permis la réalisation de la recherche. Ces organisations ont aussi révisé le manuscrit.

RÉFÉRENCES

1. Burkett, K. *et al*(1980): Towards safe production. Rapport de la Commission conjointe d'enquête fédérale-provinciale sur la sécurité dans les mines et les ateliers miniers en Ontario. Avril.

2. Beaudry, R. *et al*(1981-1982): La sécurité dans les mines souterraines. 3 volumes. Aussi connu comme la Commission Belmoral.

3. Laflamme, M.(1986): Étude sur les liens présumés entre prime au rendement et productivité ainsi qu'entre prime au rendement et accidents du travail dans les mines souterraines du Québec. Rapport présenté à Énergie, Mines et Ressources Canada, au Centre de Recherches minérales du Québec et à l'Association des mines de métaux du Québec. Juillet.

BIBLIOGRAPHIE ADDITIONNELLE

Billette, N. et Laflamme, M.(1986): Influence of bonus, age and experience on Québec underground accidents. 88ième congrès annuel de l'Institut Canadien des mines et de la Métallurgie. Montréal; mai.

Chouinard, J.L. et Billette, N.(1982): La prime au rendement en relation avec la fréquence des accidents du travail à la mine Agnico-Eagle. Rapport soumis au ministère de l'Énergie et des Ressources. Octobre.

Chouinard, J.L. et Billette, N.(1983): La prime au rendement et la gravité des accidents du travail. Rapport soumis au Ministère de l'Énergie et des Ressources. Janvier.

Chouinard, J.L. et Billette, N.(1986): Bonus-accidents: is there a link? Bulletin ICM, Vol. 79, No. 894, octobre.

Fisher, J.H.(1983): The relationship between small crew incentives and other factors and accident rates in Ontario mines, final report. Juin. Peter Moon and Associates.

FIGURE 1

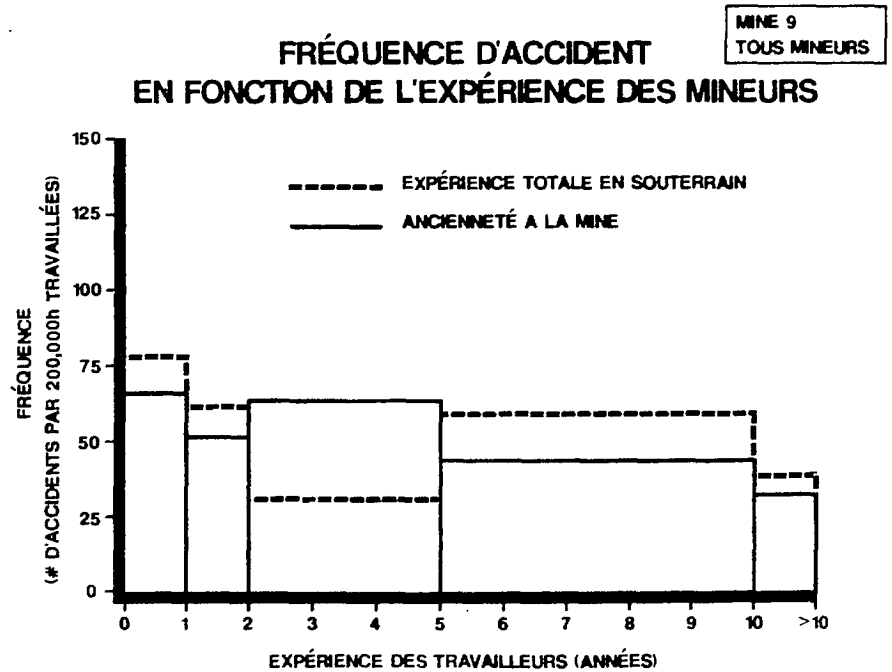
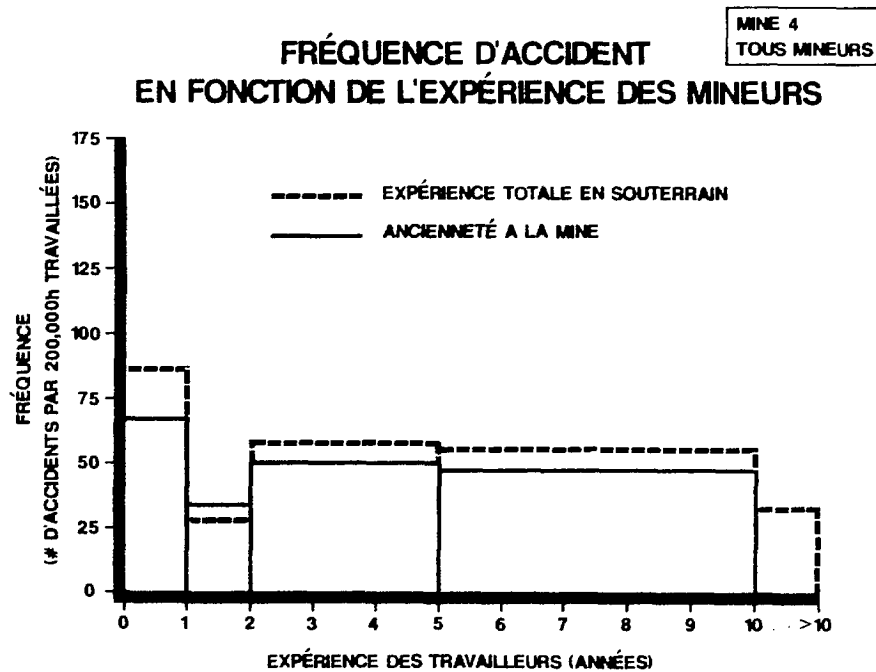
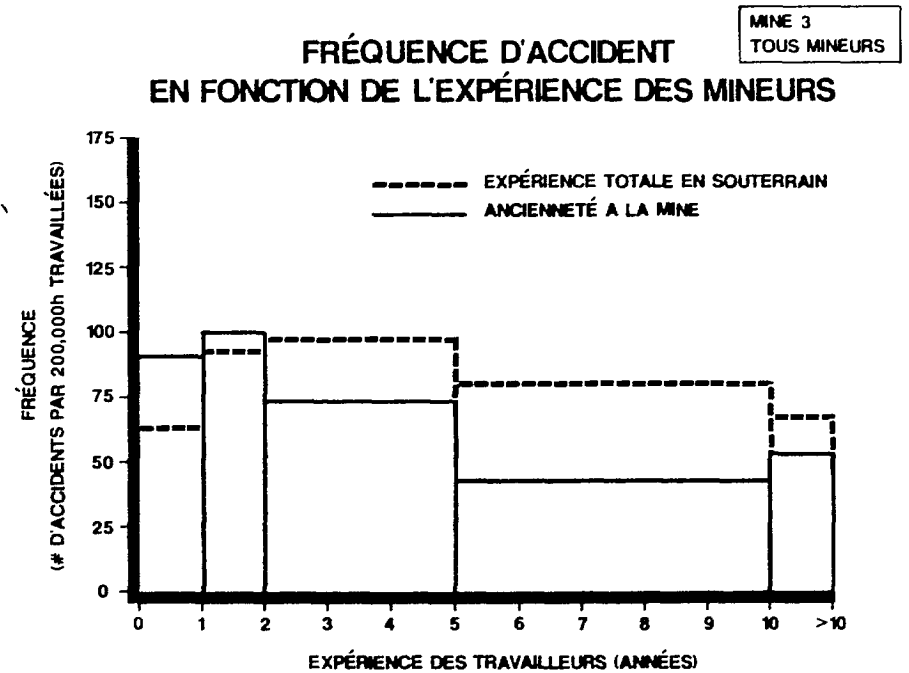
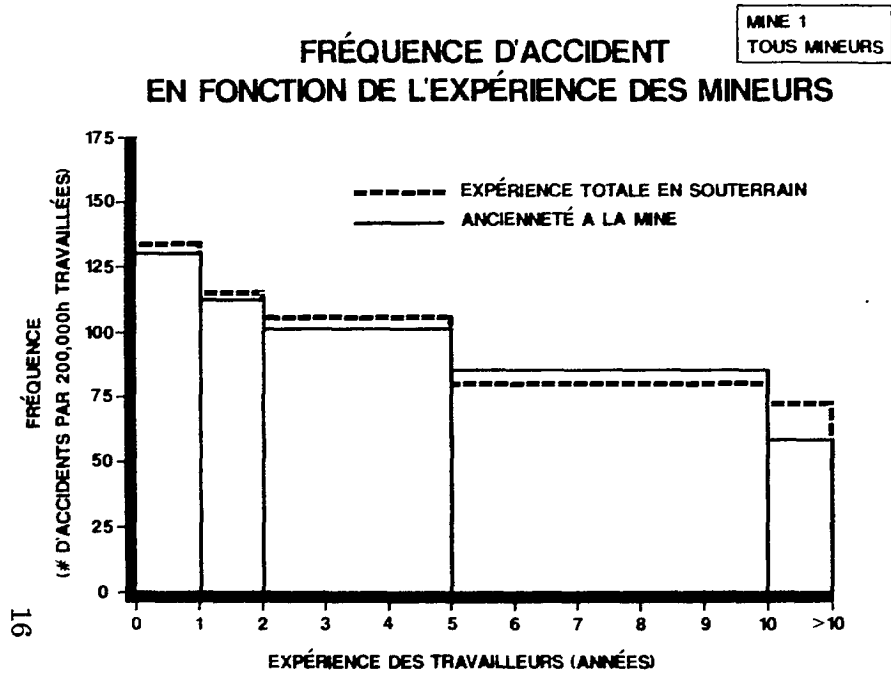
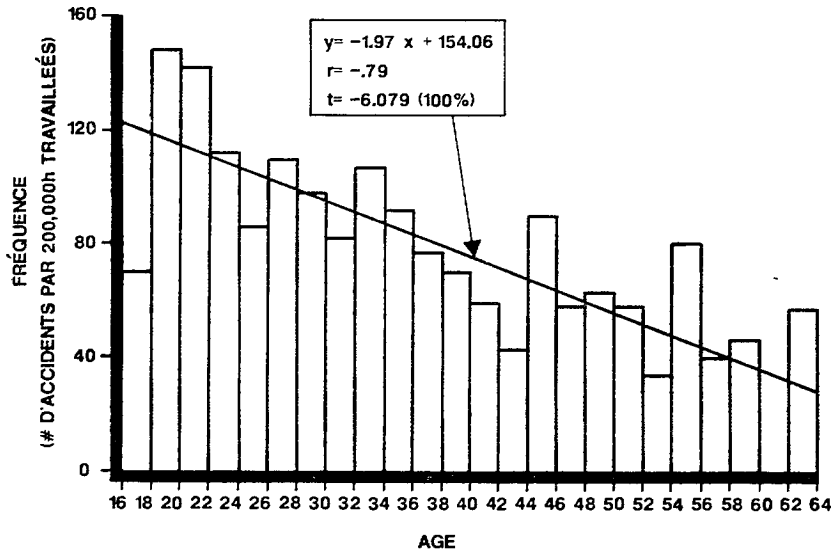


FIGURE 2

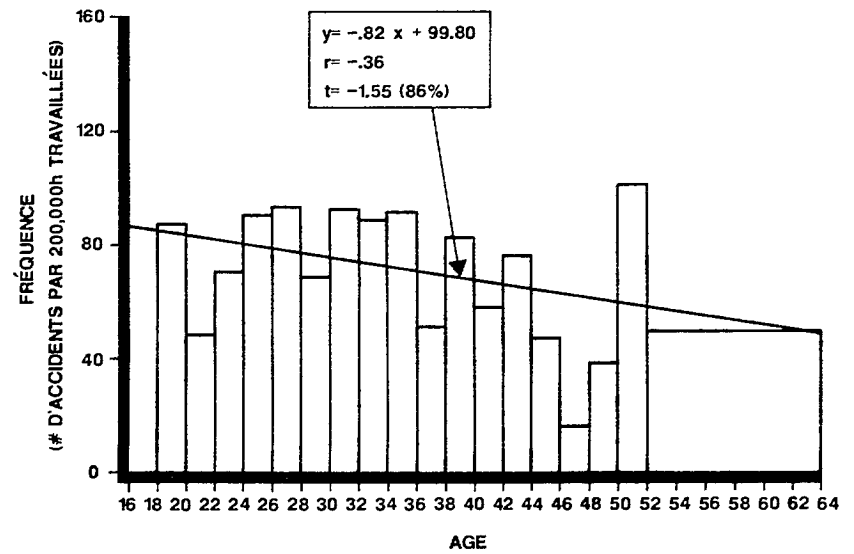
**FRÉQUENCE D'ACCIDENT
EN FONCTION DE L'AGE**

MINE 1
TOUS MINEURS



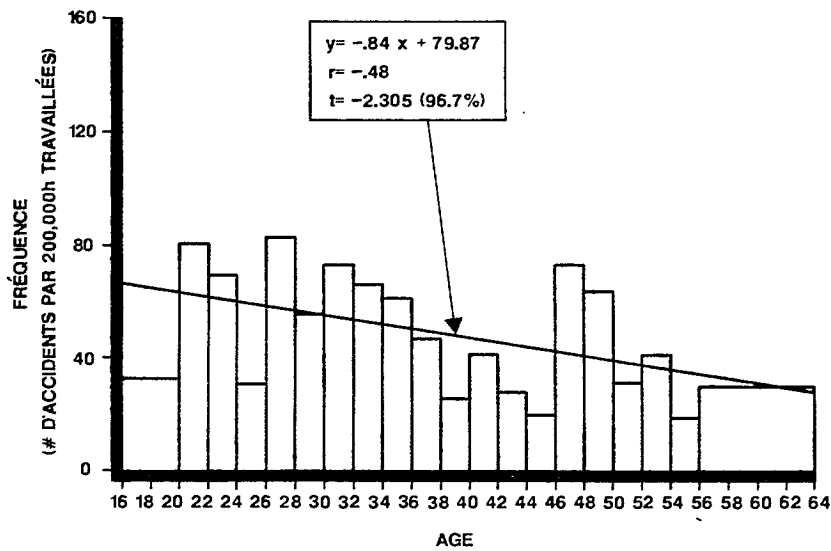
**FRÉQUENCE D'ACCIDENT
EN FONCTION DE L'AGE**

MINE 3
TOUS MINEURS



**FRÉQUENCE D'ACCIDENT
EN FONCTION DE L'AGE**

MINE 5
TOUS MINEURS



**FRÉQUENCE D'ACCIDENT
EN FONCTION DE L'AGE**

MINE 9
TOUS MINEURS

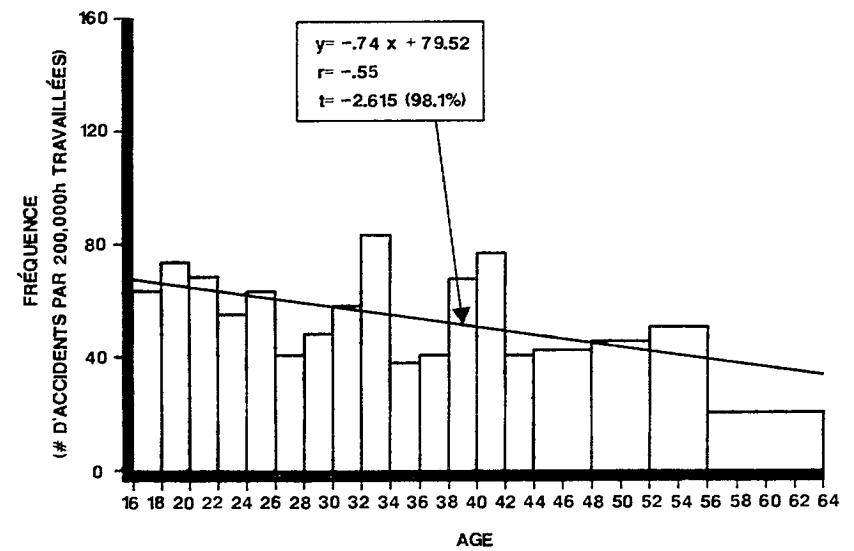


FIGURE 3

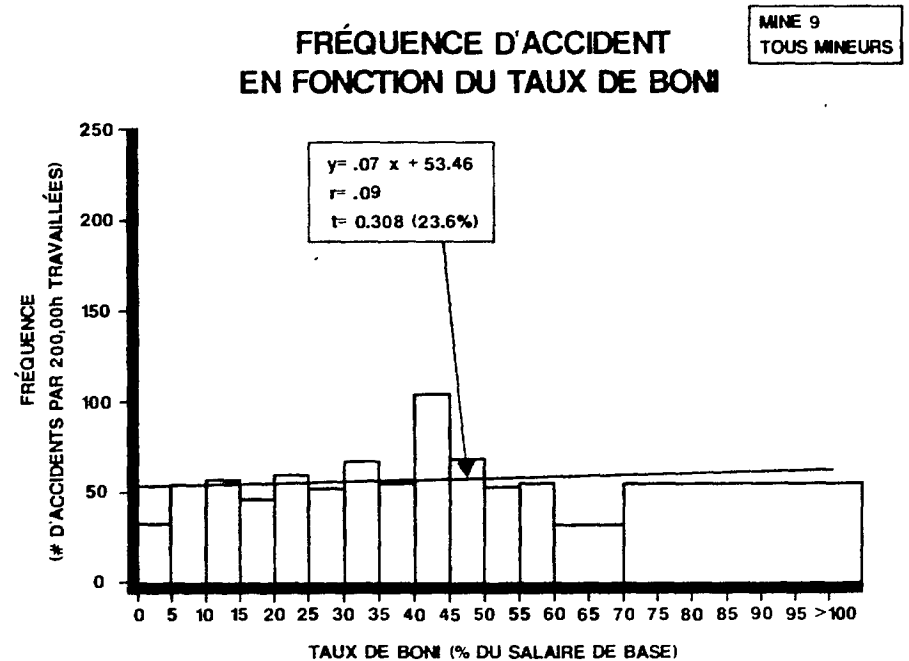
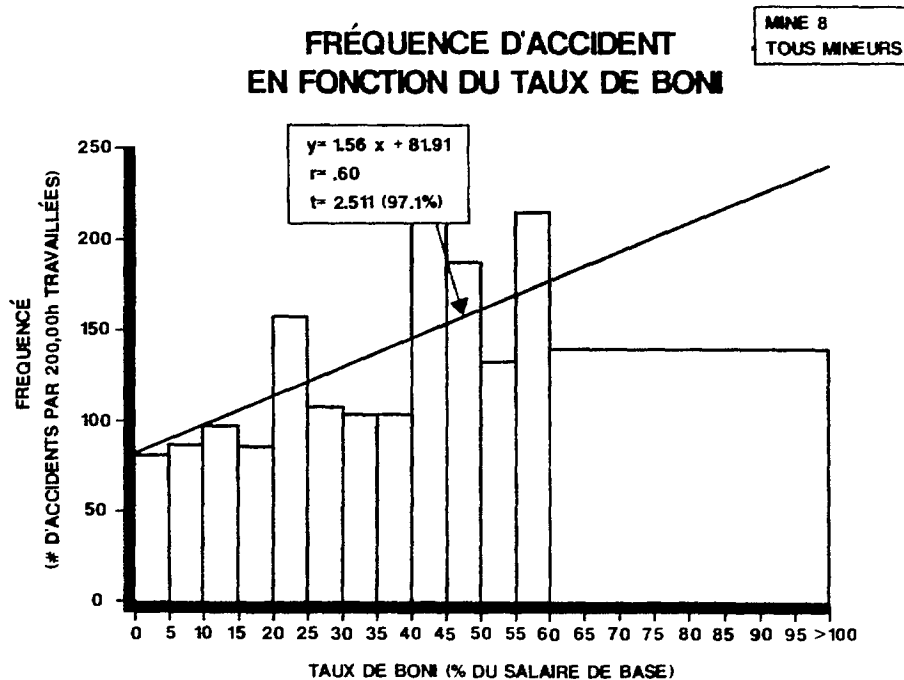
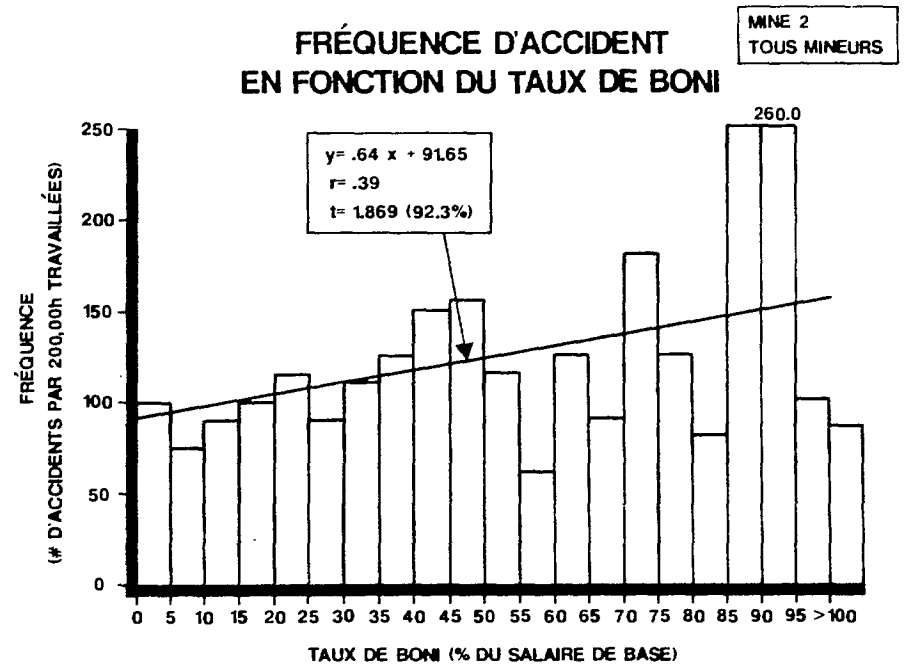
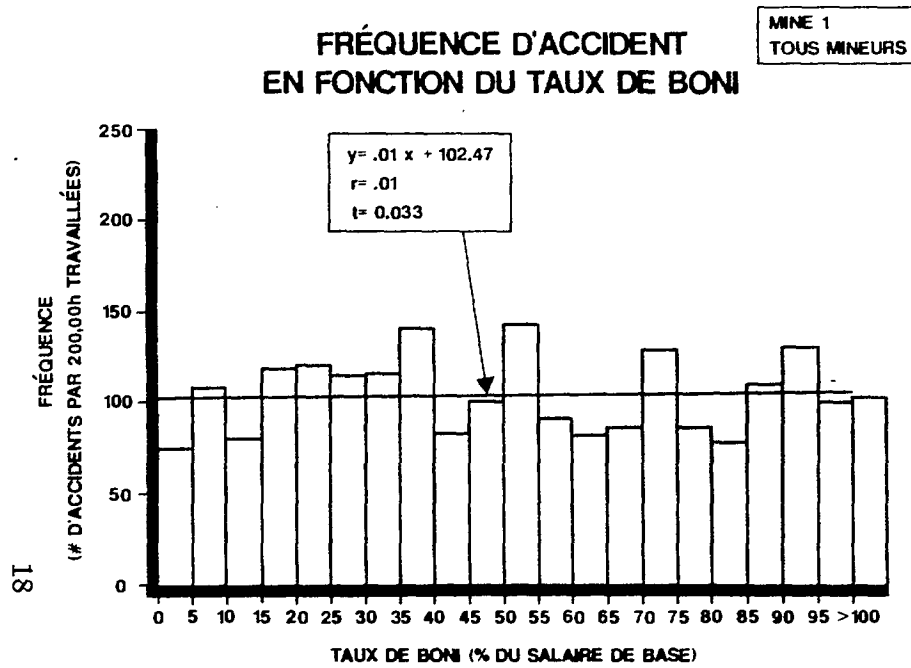
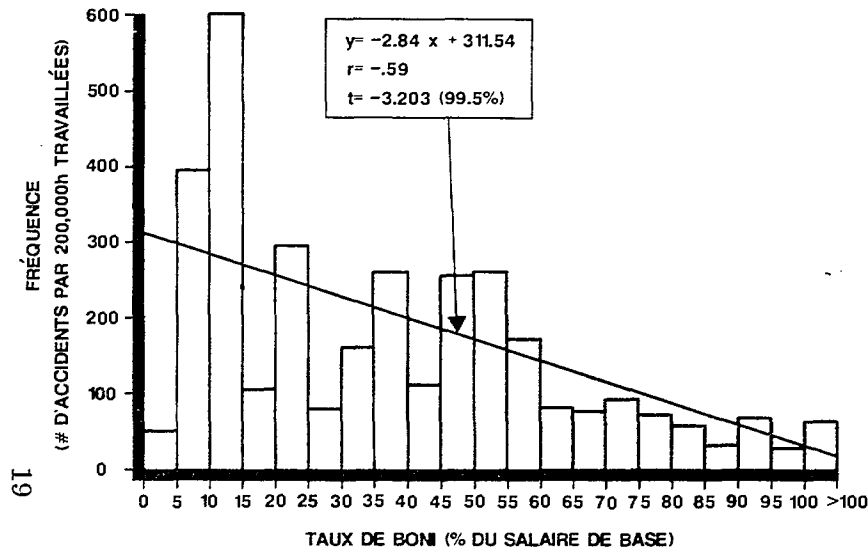


FIGURE 4

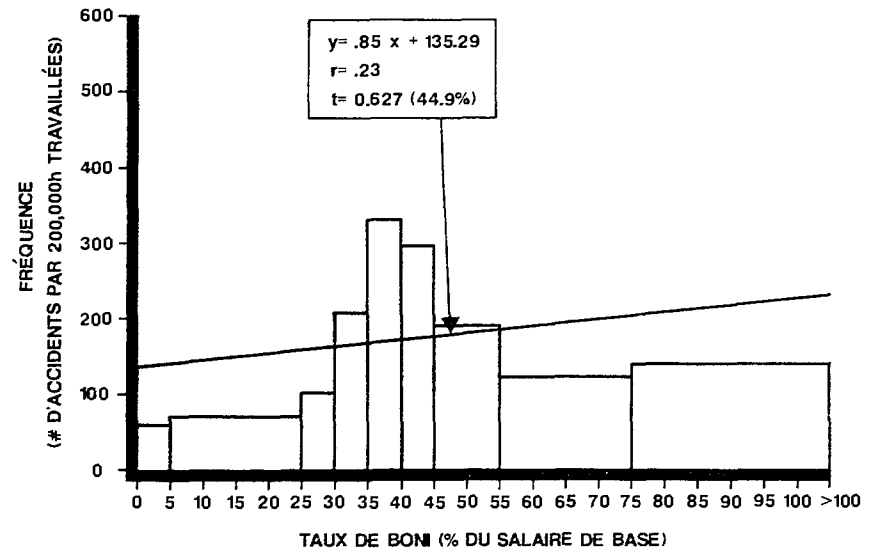
FRÉQUENCE D'ACCIDENT
EN FONCTION DU TAUX DE BONI

MINE 1
DÉVELOPPEMENT



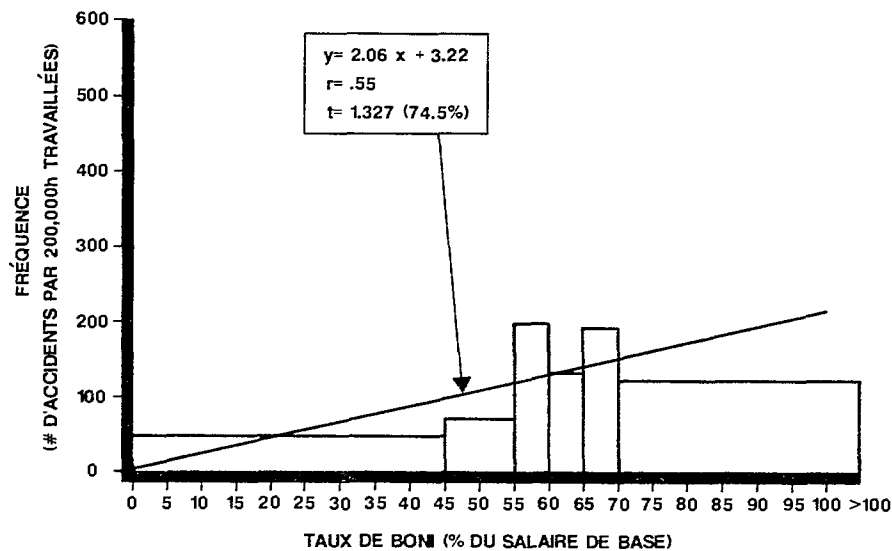
FRÉQUENCE D'ACCIDENT
EN FONCTION DU TAUX DE BONI

MINE 2
DÉVELOPPEMENT



FRÉQUENCE D'ACCIDENT
EN FONCTION DU TAUX DE BONI

MINE 7
DÉVELOPPEMENT



FRÉQUENCE D'ACCIDENT
EN FONCTION DU TAUX DE BONI

MINE 9
DÉVELOPPEMENT

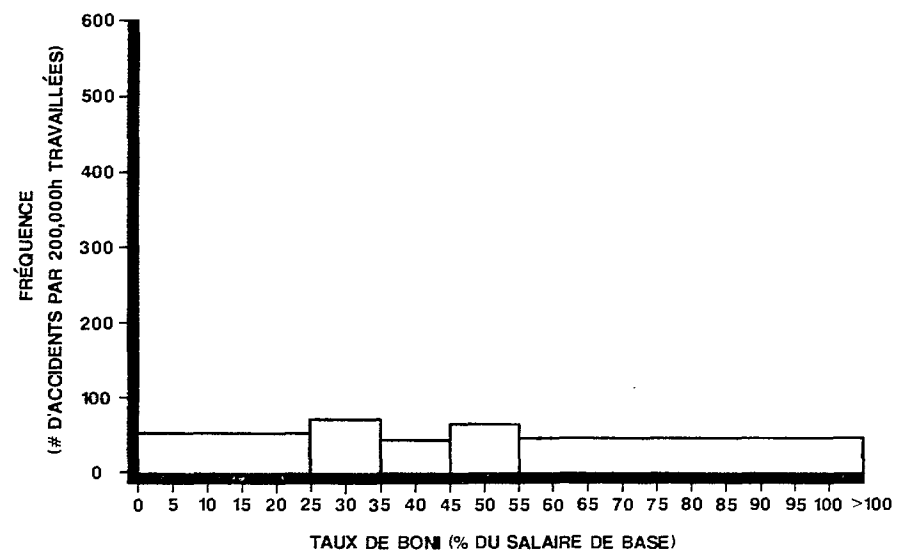
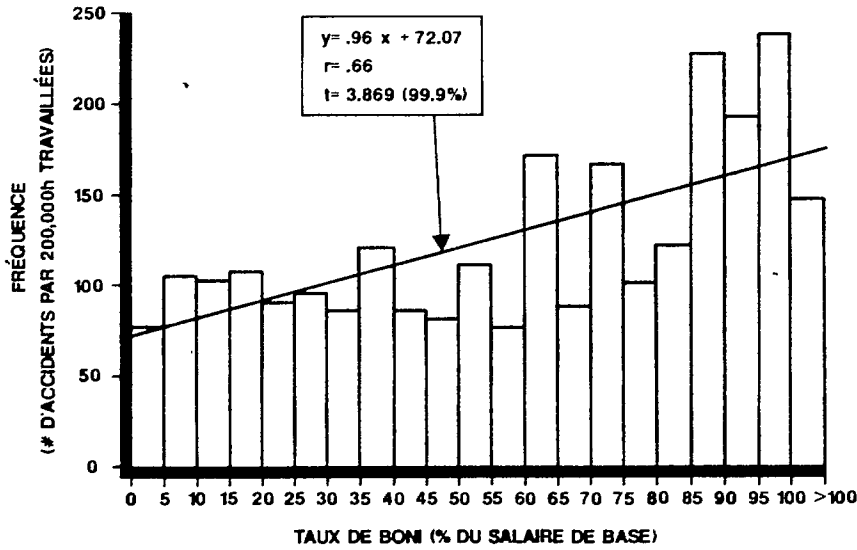


FIGURE 5

20

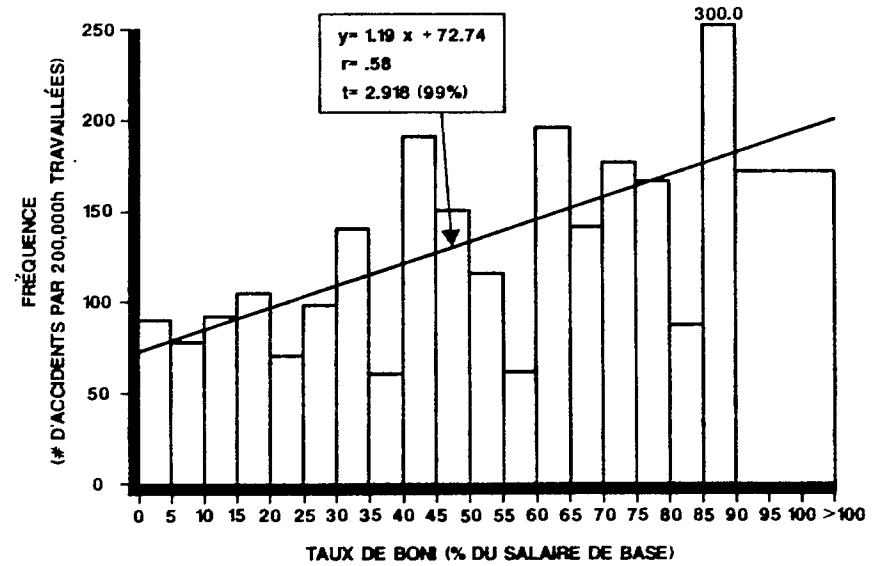
FRÉQUENCE D'ACCIDENT
EN FONCTION DU TAUX DE BONI

MINE 1
PRODUCTION



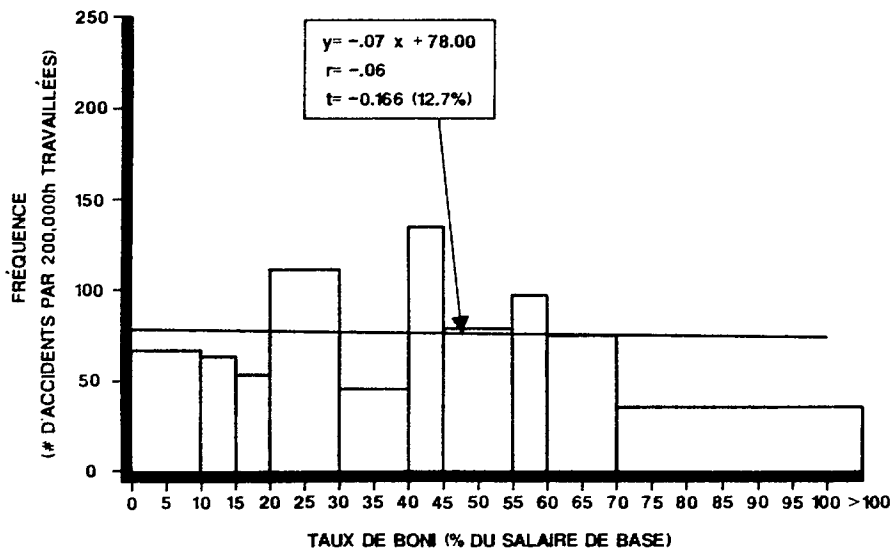
FRÉQUENCE D'ACCIDENT
EN FONCTION DU TAUX DE BONI

MINE 2
PRODUCTION



FRÉQUENCE D'ACCIDENT
EN FONCTION DU TAUX DE BONI

MINE 6
PRODUCTION



FRÉQUENCE D'ACCIDENT
EN FONCTION DU TAUX DE BONI

MINE 9
PRODUCTION

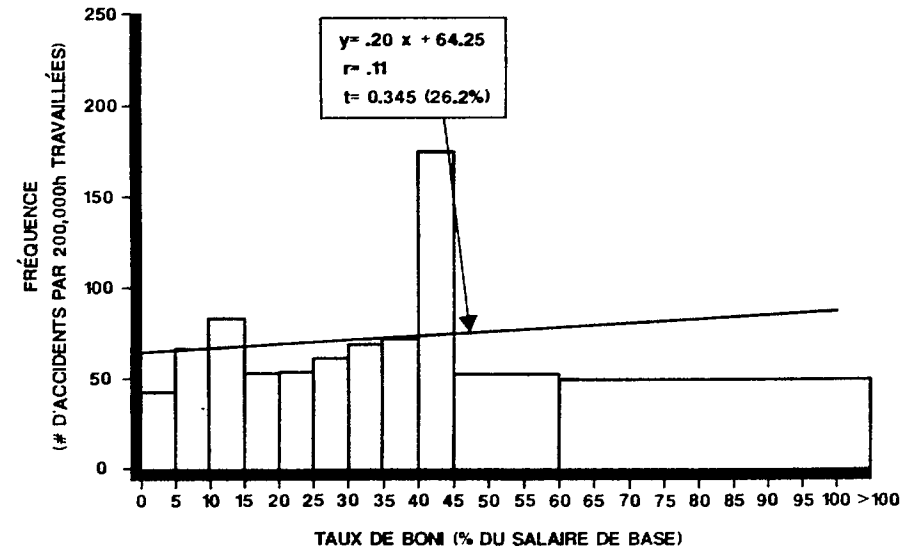
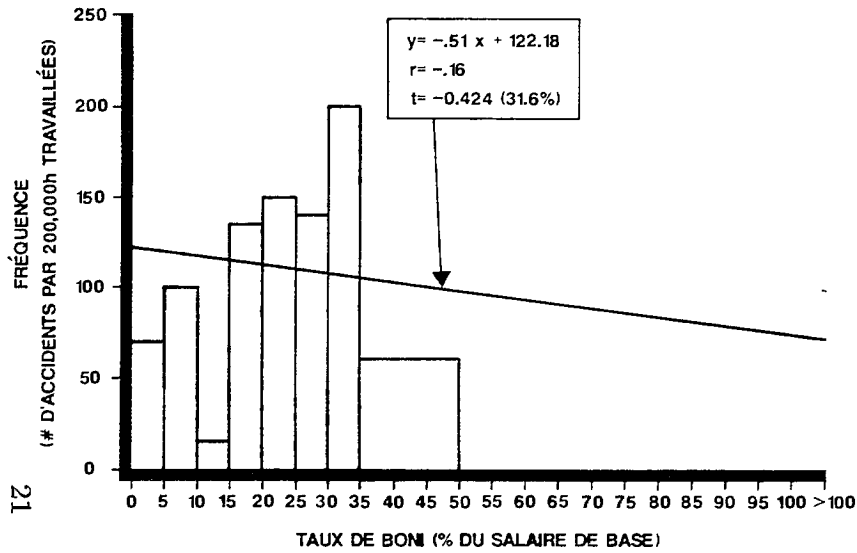


FIGURE 6

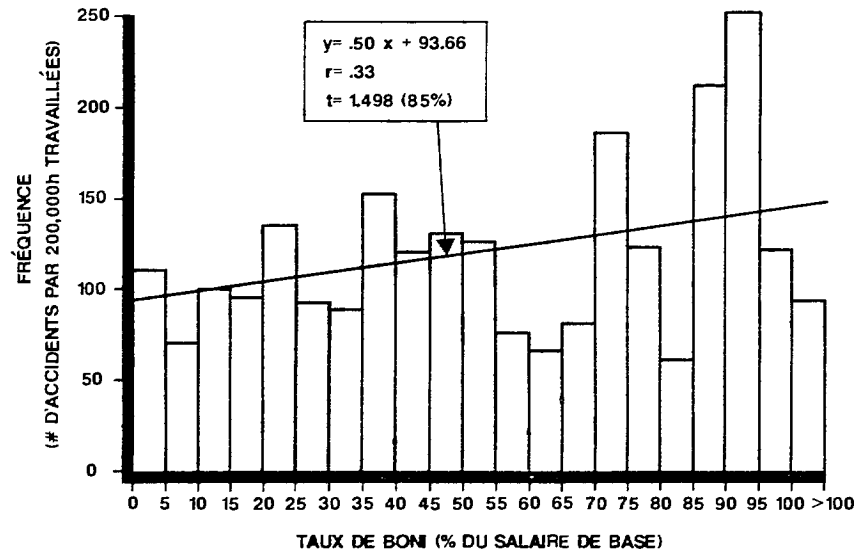
FRÉQUENCE D'ACCIDENT
EN FONCTION DU TAUX DE BONI

MINE 1
SERVICES



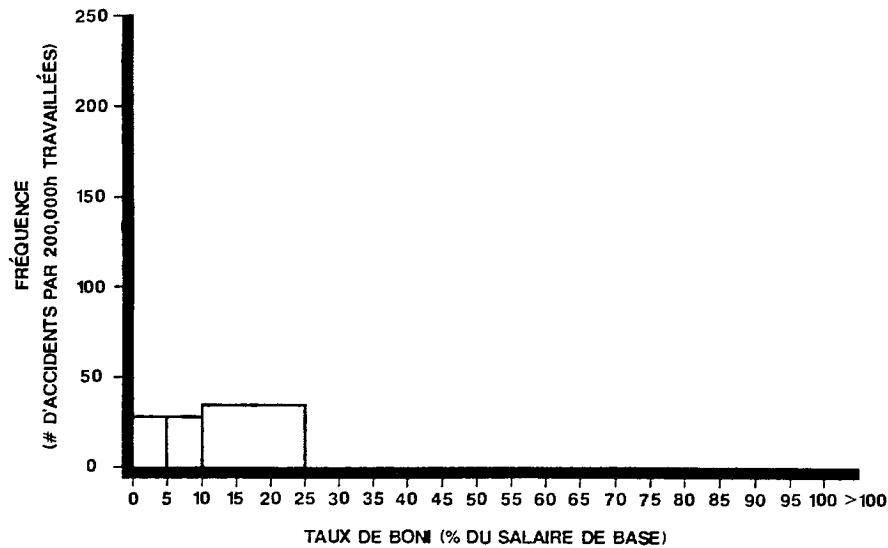
FRÉQUENCE D'ACCIDENT
EN FONCTION DU TAUX DE BONI

MINE 2
SERVICES



FRÉQUENCE D'ACCIDENT
EN FONCTION DU TAUX DE BONI

MINE 5
SERVICES



FRÉQUENCE D'ACCIDENT
EN FONCTION DU TAUX DE BONI

MINE 9
SERVICES

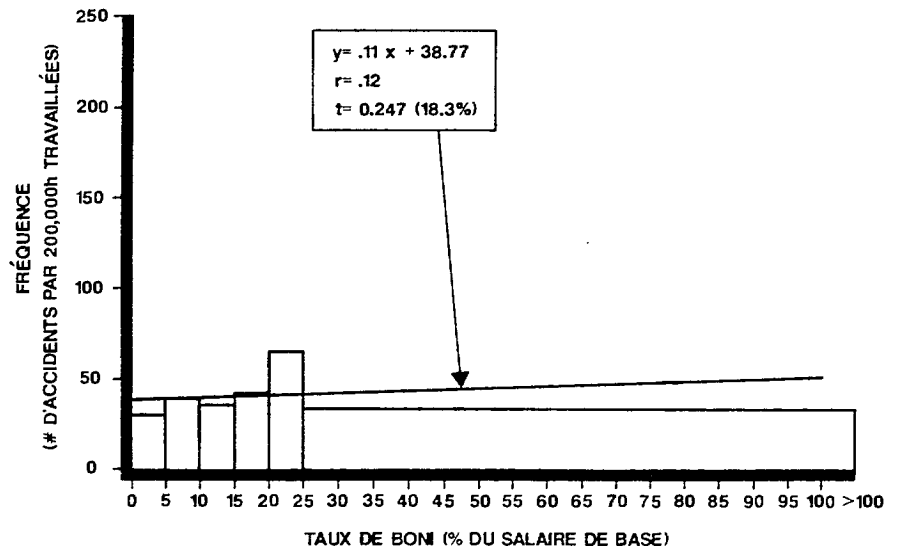
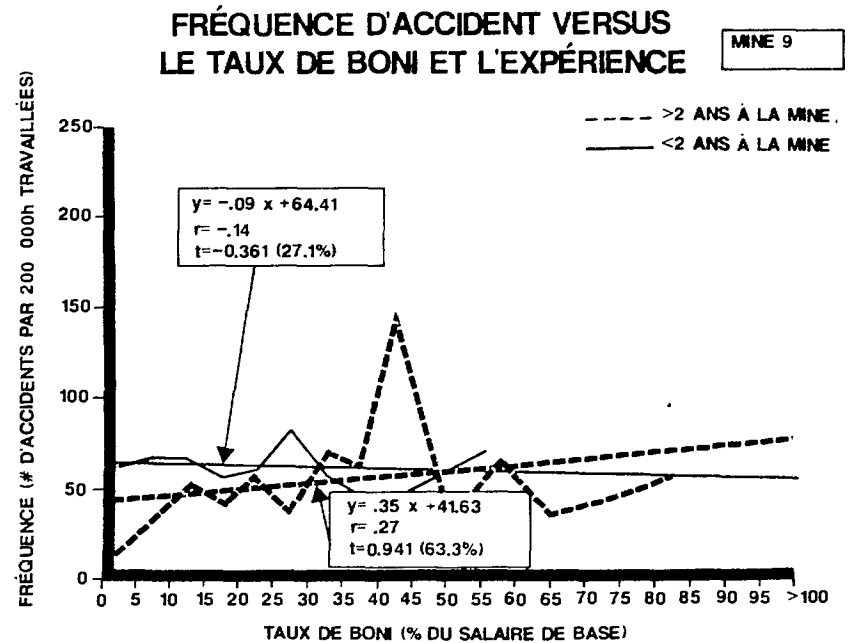
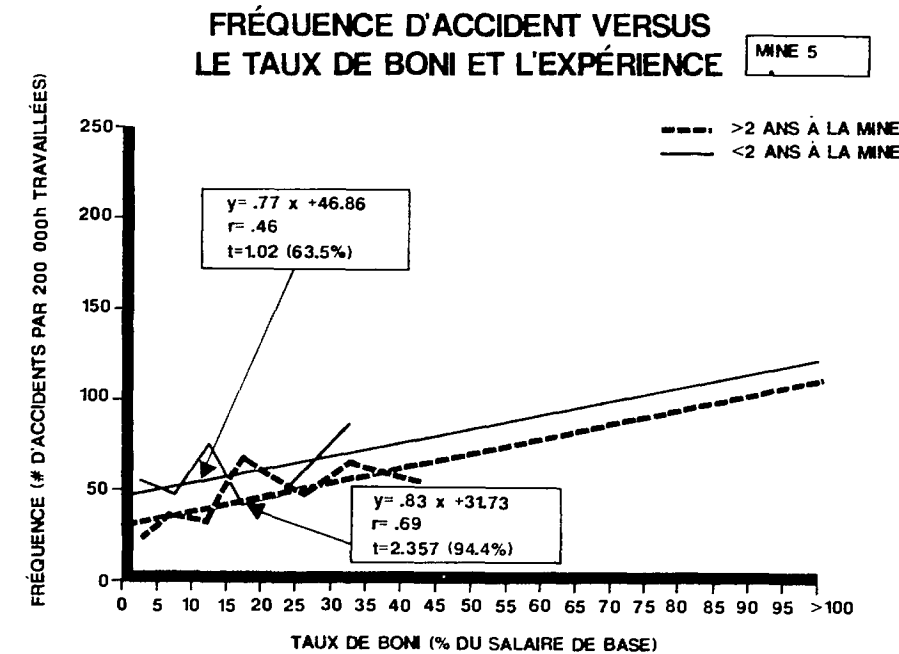
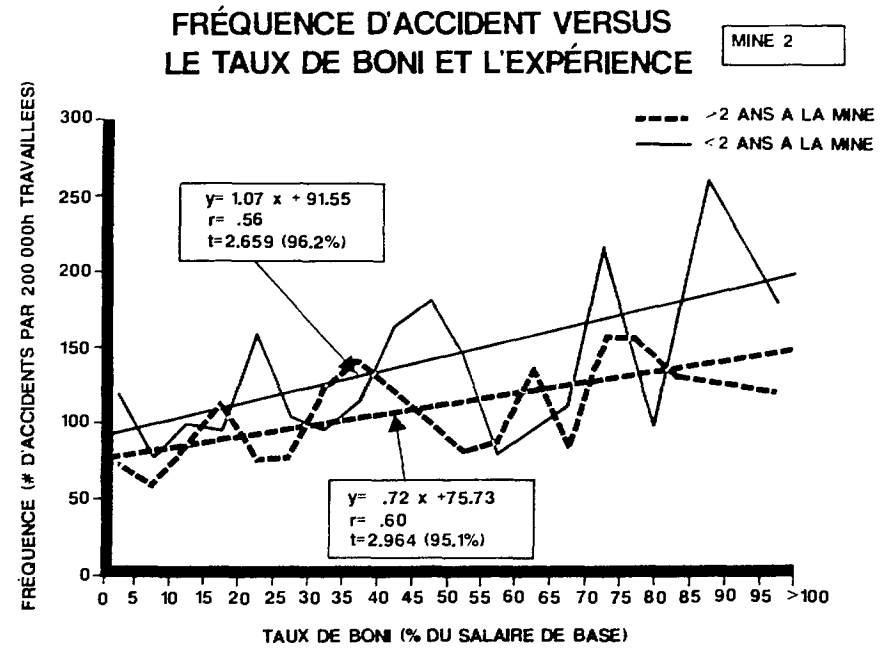
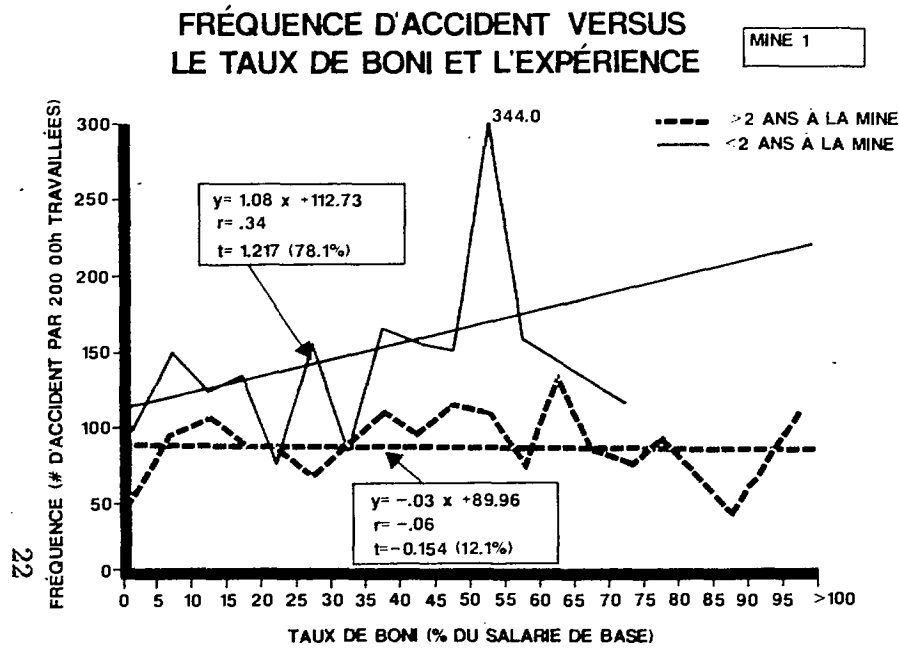


FIGURE 7



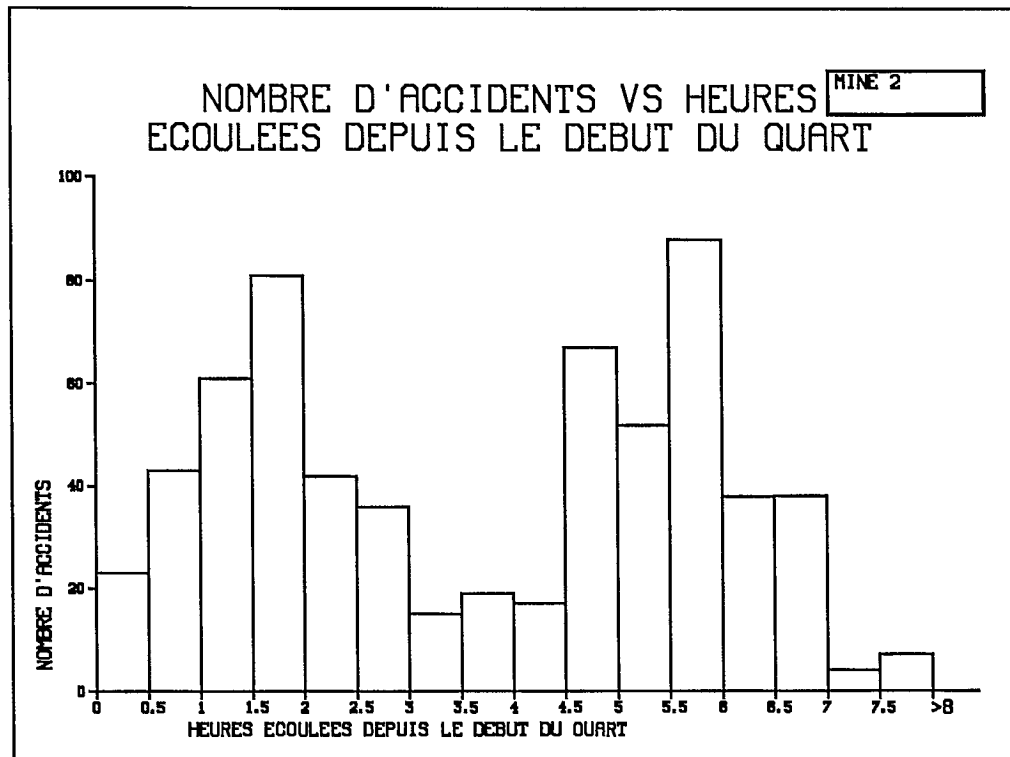
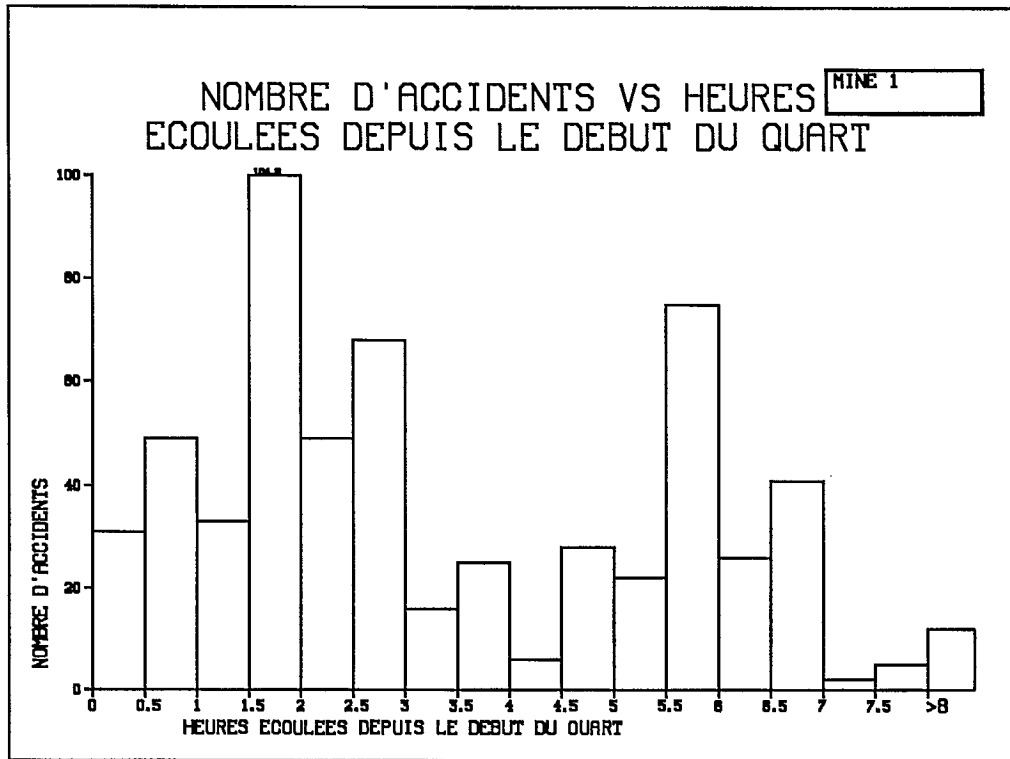


FIGURE 8

**TABLEAU 1: RÉSULTATS DE L'ANALYSE MULTIDIMENSIONNELLE À NEUF VARIABLES
DANS LES MINES SOUTERRAINES DU QUÉBEC, POPULATION DES ACCIDENTÉS, PREMIER FACTEUR**

| VARIABLES | MINE | | | | | | | | | |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| ÂGE | 0,85 | 0,78 | 0,87 | 0,81 | 0,83 | 0,04 | 0,93 | 0,89 | 0,86 | 0,82 |
| EXPÉRIENCE LOCALE | 0,80 | 0,82 | 0,61 | 0,64 | 0,55 | -0,61 | 0,21 | 0,72 | 0,69 | 0,16 |
| EXPÉRIENCE TOTALE | 0,94 | 0,91 | 0,93 | 0,86 | 0,90 | * | 0,93 | 0,94 | 0,97 | 0,83 |
| HEURES TRAVAILLÉES | 0,24 | 0,43 | 0,26 | 0,30 | 0,20 | 0,10 | 0,12 | 0,31 | 0,30 | 0,02 |
| SURTEMPS | 0,03 | 0,24 | 0,11 | 0,00 | 0,15 | 0,08 | 0,13 | 0,16 | 0,07 | 0,14 |
| TAUX DE BONI | 0,13 | 0,09 | -0,03 | 0,45 | 0,17 | -0,28 | 0,00 | 0,20 | 0,22 | -0,02 |
| DÉPARTEMENT (S,P,D) | 0,07 | 0,08 | 0,02 | 0,15 | -0,20 | 0,54 | -0,09 | -0,10 | -0,04 | 0,05 |
| NOMBRE D'ACCIDENTS | -0,03 | -0,06 | 0,06 | -0,01 | -0,11 | 0,84 | -0,06 | -0,12 | -0,05 | 0,02 |
| JOURS PERDUS/ACCIDENT | 0,01 | -0,03 | 0,05 | 0,08 | 0,03 | 0,39 | 0,06 | 0,09 | 0,03 | -0,07 |
| VARIATION EXPLIQUÉE (%) | 42,8 | 51,3 | 46,1 | 52,1 | 46,7 | 47,8 | 37,9 | 48,8 | 47,0 | 37,0 |

* information non disponible à la mine

24

**TABLEAU 2: RÉSULTATS DE L'ANALYSE MULTIDIMENSIONNELLE À NEUF VARIABLES
DANS LES MINES SOUTERRAINES DU QUÉBEC, POPULATION GÉNÉRALE DES MINEURS, PREMIER FACTEUR**

| VARIABLES | MINE | | | | | | | | | |
|-------------------------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| ÂGE | 0,84 | 0,75 | 0,88 | 0,69 | 0,85 | -0,07 | 0,05 | 0,89 | 0,89 | 0,83 |
| EXPÉRIENCE LOCALE | 0,85 | 0,77 | 0,58 | 0,73 | 0,62 | 0,72 | 0,87 | 0,81 | 0,63 | 0,17 |
| EXPÉRIENCE TOTALE | 0,95 | 0,91 | 0,89 | 0,76 | 0,91 | * | 0,23 | 0,97 | 0,95 | 0,85 |
| HEURES TRAVAILLÉES | 0,31 | 0,24 | 0,24 | 0,46 | 0,27 | -0,01 | 0,90 | 0,36 | 0,27 | 0,12 |
| SURTEMPS | 0,08 | 0,23 | 0,12 | 0,21 | 0,19 | 0,02 | 0,51 | 0,18 | 0,22 | 0,09 |
| TAUX DE BONI | 0,04 | 0,04 | 0,01 | 0,41 | 0,06 | 0,07 | 0,12 | 0,11 | 0,05 | 0,00 |
| DÉPARTEMENT (S,P,D) | 0,12 | 0,08 | 0,15 | 0,10 | -0,23 | 0,67 | -0,14 | -0,12 | 0,06 | 0,13 |
| NOMBRE D'ACCIDENTS | -0,05 | -0,01 | 0,03 | -0,06 | -0,06 | 0,27 | 0,22 | -0,18 | -0,04 | 0,00 |
| JOURS PERDUS/ACCIDENT | 0,00 | -0,02 | 0,03 | 0,05 | 0,02 | -0,06 | -0,03 | 0,05 | 0,04 | -0,03 |
| VARIATION EXPLIQUÉE (%) | 44,9 | 47,6 | 47,7 | 53,3 | 50,2 | 54,9 | 41,9 | 50,8 | 49,6 | 41,0 |

* information non disponible à la mine

**TABLEAU 3: RÉSULTATS DE L'ANALYSE MULTIDIMENSIONNELLE À NEUF VARIABLES
DANS LES MINES SOUTERRAINES DU QUÉBEC, POPULATION DES ACCIDENTÉS, SECOND FACTEUR**

| VARIABLES | MINE | | | | | | | | | |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| ÂGE | 0,07 | -0,01 | 0,04 | 0,20 | -0,13 | 0,20 | 0,08 | -0,02 | 0,08 | -0,11 |
| EXPÉRIENCE LOCALE | 0,05 | 0,11 | -0,09 | 0,36 | 0,04 | 0,40 | 0,86 | 0,04 | 0,21 | 0,07 |
| EXPÉRIENCE TOTALE | 0,15 | 0,11 | 0,01 | 0,13 | 0,08 | * | 0,24 | 0,10 | 0,06 | 0,16 |
| HEURES TRAVAILLÉES | 0,11 | 0,10 | -0,11 | 0,26 | 0,02 | 0,02 | 0,82 | -0,10 | 0,77 | -0,02 |
| SURTEMPS | -0,19 | -0,33 | 0,15 | -0,07 | -0,27 | -0,42 | 0,31 | -0,09 | 0,79 | -0,03 |
| TAUX DE BONI | 0,85 | 0,78 | 0,80 | 0,78 | 0,69 | 0,41 | 0,21 | 0,71 | 0,05 | 0,79 |
| DÉPARTEMENT (S,P,D) | 0,81 | 0,71 | 0,79 | 0,85 | 0,71 | 0,41 | 0,04 | 0,67 | -0,04 | 0,77 |
| NOMBRE D'ACCIDENTS | 0,11 | 0,06 | 0,03 | 0,03 | 0,07 | 0,73 | 0,10 | 0,13 | 0,04 | 0,27 |
| JOURS PERDUS/ACCIDENT | -0,06 | -0,07 | -0,11 | -0,04 | 0,02 | 0,24 | -0,10 | 0,06 | -0,11 | -0,04 |
| VARIATION EXPLIQUÉE (%) | 25,2 | 25,9 | 26,5 | 16,3 | 21,1 | 21,8 | 28,6 | 19,8 | 21,0 | 24,3 |

* information non disponible à la mine

25

**TABLEAU 4: RÉSULTATS DE L'ANALYSE MULTIDIMENSIONNELLE À NEUF VARIABLES
DANS LES MINES SOUTERRAINES DU QUÉBEC, POPULATION GÉNÉRALE DES MINEURS, SECOND FACTEUR**

| VARIABLES | MINE | | | | | | | | | |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| ÂGE | 0,06 | 0,06 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,84 | 0,94 | -0,02 | 0,15 | 0,12 |
| EXPÉRIENCE LOCALE | 0,03 | 0,01 | -0,03 | 0,25 | 0,25 | 0,70 | 0,15 | 0,03 | 0,34 | 0,32 |
| EXPÉRIENCE TOTALE | 0,13 | 0,08 | 0,14 | 0,21 | 0,09 | * | 0,93 | 0,00 | 0,19 | 0,07 |
| HEURES TRAVAILLÉES | 0,14 | 0,15 | 0,08 | 0,21 | 0,79 | 0,26 | 0,10 | 0,64 | 0,85 | 0,81 |
| SURTEMPS | -0,14 | -0,18 | 0,13 | -0,12 | 0,15 | 0,17 | 0,18 | 0,06 | 0,77 | 0,71 |
| TAUX DE BONI | 0,82 | 0,81 | 0,71 | 0,83 | -0,03 | 0,05 | -0,09 | 0,16 | 0,02 | 0,12 |
| DÉPARTEMENT (S,P,D) | 0,78 | 0,79 | 0,72 | 0,85 | 0,06 | -0,29 | -0,08 | 0,01 | 0,01 | -0,14 |
| NOMBRE D'ACCIDENTS | 0,12 | 0,14 | 0,21 | 0,04 | 0,48 | -0,04 | -0,01 | 0,74 | 0,18 | 0,27 |
| JOURS PERDUS/ACCIDENT | -0,04 | -0,03 | -0,03 | -0,03 | -0,02 | 0,12 | 0,04 | 0,03 | -0,07 | 0,00 |
| VARIATION EXPLIQUÉE (%) | 21,9 | 25,8 | 20,9 | 21,0 | 18,0 | 20,6 | 26,8 | 21,8 | 21,9 | 24,4 |

* information non disponible à la mine

**TABLEAU 5: RÉSULTATS DE L'ANALYSE MULTIDIMENSIONNELLE À NEUF VARIABLES
DANS LES MINES SOUTERRAINES DU QUÉBEC, POPULATION DES ACCIDENTÉS, TROISIÈME FACTEUR**

| VARIABLES | MINE | | | | | | | | | |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| ÂGE | 0,08 | -0,08 | 0,21 | -0,13 | 0,19 | 0,20 | -0,13 | -0,08 | 0,00 | 0,14 |
| EXPÉRIENCE LOCALE | 0,10 | 0,09 | 0,47 | 0,29 | 0,66 | 0,30 | 0,11 | 0,05 | 0,11 | 0,82 |
| EXPÉRIENCE TOTALE | 0,02 | -0,01 | 0,06 | 0,18 | 0,16 | * | 0,02 | 0,01 | 0,09 | 0,05 |
| HEURES TRAVAILLÉES | 0,72 | 0,53 | 0,68 | 0,58 | 0,29 | 0,77 | 0,13 | 0,53 | 0,24 | 0,71 |
| SURTEMPS | 0,77 | 0,01 | 0,10 | 0,59 | 0,61 | 0,59 | -0,05 | -0,01 | -0,11 | 0,16 |
| TAUX DE BONI | -0,09 | 0,12 | -0,24 | 0,05 | -0,10 | -0,11 | 0,82 | 0,23 | 0,74 | 0,20 |
| DÉPARTEMENT (S,P,D) | -0,07 | 0,03 | 0,05 | -0,06 | -0,10 | -0,30 | 0,83 | -0,05 | 0,68 | -0,10 |
| NOMBRE D'ACCIDENTS | 0,05 | 0,57 | 0,05 | 0,06 | -0,07 | -0,02 | 0,21 | 0,75 | 0,07 | 0,14 |
| JOURS PERDUS /ACCIDENT | -0,06 | -0,01 | -0,05 | -0,11 | 0,00 | -0,11 | 0,07 | -0,02 | 0,07 | -0,07 |
| VARIATION EXPLIQUÉE (%) | 18,5 | 14,0 | 9,0 | 14,2 | 13,5 | 16,9 | 18,6 | 16,9 | 19,0 | 19,8 |

* information non disponible à la mine

26

**TABLEAU 6: RÉSULTATS DE L'ANALYSE MULTIDIMENSIONNELLE À NEUF VARIABLES
DANS LES MINES SOUTERRAINES DU QUÉBEC, POPULATION GÉNÉRALE DES MINEURS, TROISIÈME FACTEUR**

| VARIABLES | MINE | | | | | | | | | |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| ÂGE | 0,12 | -0,09 | 0,05 | 0,13 | -0,10 | -0,01 | -0,13 | -0,01 | 0,03 | 0,01 |
| EXPÉRIENCE LOCALE | 0,09 | 0,21 | 0,17 | 0,22 | -0,08 | 0,27 | 0,04 | -0,02 | 0,11 | -0,04 |
| EXPÉRIENCE TOTALE | 0,10 | 0,08 | 0,15 | 0,25 | 0,00 | * | -0,04 | 0,06 | 0,08 | -0,05 |
| HEURES TRAVAILLÉES | 0,73 | 0,67 | 0,74 | 0,52 | -0,04 | -0,02 | -0,06 | -0,02 | 0,24 | 0,20 |
| SURTEMPS | 0,76 | 0,11 | 0,06 | 0,60 | -0,24 | 0,04 | -0,17 | -0,09 | -0,13 | 0,08 |
| TAUX DE BONI | -0,07 | 0,18 | 0,26 | -0,11 | 0,62 | 0,46 | 0,80 | 0,70 | 0,78 | 0,10 |
| DÉPARTEMENT (S,P,D) | -0,02 | 0,07 | 0,00 | -0,03 | 0,63 | 0,31 | 0,81 | 0,59 | 0,72 | 0,02 |
| NOMBRE D'ACCIDENTS | 0,15 | 0,66 | 0,61 | 0,03 | 0,08 | 0,88 | 0,11 | 0,22 | 0,17 | 0,70 |
| JOURS PERDUS/ACCIDENT | -0,01 | 0,04 | 0,07 | -0,08 | 0,02 | 0,20 | 0,05 | 0,07 | 0,06 | 0,64 |
| VARIATION EXPLIQUÉE (%) | 19,8 | 17,7 | 13,1 | 11,0 | 14,5 | 12,6 | 19,0 | 15,1 | 15,0 | 18,8 |

* information non disponible à la mine

**TABLEAU 7: RÉSULTATS DE L'ANALYSE MULTIDIMENSIONNELLE À NEUF VARIABLES
DANS DIX MINES SOUTERRAINES DU QUÉBEC REGROUPÉES, QUATRE FACTEURS**

| VARIABLES | POPULATION DES ACCIDENTÉS | | | | POPULATION TOTALE DES MINEURS | | | |
|-------------------------|---------------------------|-------|-------|-------|-------------------------------|-------|-------|-------|
| | FACTEUR | | | | FACTEUR | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| ÂGE | 0,84 | 0,02 | 0,12 | -0,14 | 0,83 | 0,03 | 0,15 | -0,08 |
| EXPÉRIENCE LOCALE | 0,67 | -0,03 | 0,16 | 0,03 | 0,70 | -0,06 | 0,15 | 0,10 |
| EXPÉRIENCE TOTALE | 0,86 | 0,13 | 0,03 | -0,01 | 0,88 | 0,10 | 0,08 | 0,03 |
| HEURES TRAVAILLÉES | 0,33 | 0,09 | 0,58 | 0,36 | 0,33 | 0,08 | 0,60 | 0,53 |
| SURTEMPS | 0,07 | -0,12 | 0,60 | -0,03 | 0,12 | -0,11 | 0,62 | 0,06 |
| TAUX DE BONI | 0,07 | 0,73 | 0,02 | 0,07 | 0,01 | 0,71 | 0,01 | 0,09 |
| DÉPARTEMENT (S,P,D) | 0,02 | 0,71 | -0,16 | 0,09 | 0,06 | 0,70 | -0,13 | 0,07 |
| NOMBRE D'ACCIDENTS | -0,06 | 0,08 | 0,01 | 0,49 | -0,04 | 0,12 | 0,09 | 0,59 |
| JOURS PERDUS/ACCIDENT | 0,02 | -0,02 | -0,04 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | -0,01 | 0,06 |
| VARIATION EXPLIQUÉE (%) | 47,5 | 24,2 | 16,5 | 5,3 | 48,2 | 22,1 | 18,5 | 5,6 |
| CUMULATIF (%) | 47,5 | 71,7 | 88,2 | 93,6 | 48,2 | 70,3 | 88,8 | 94,4 |

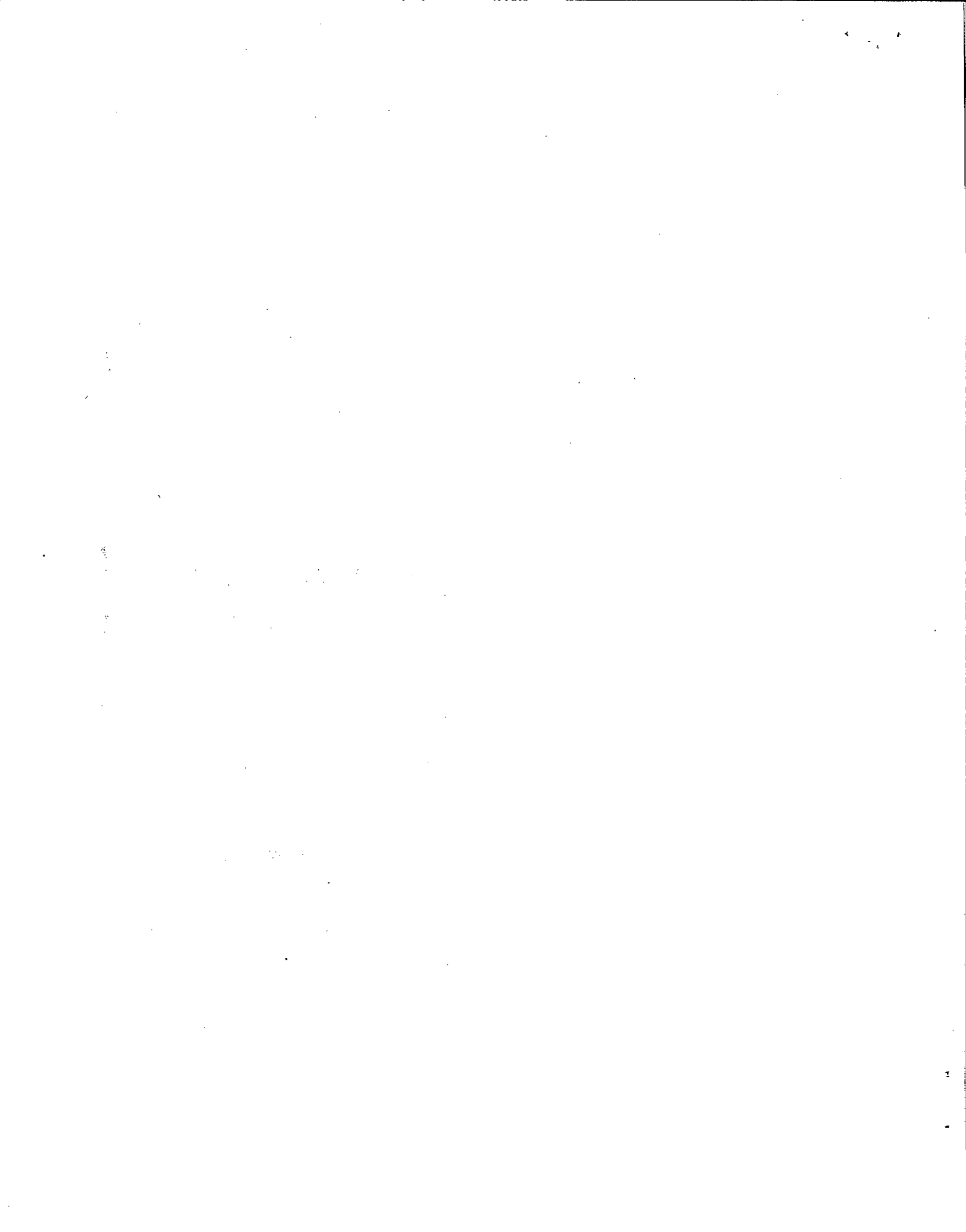


FIGURE 7

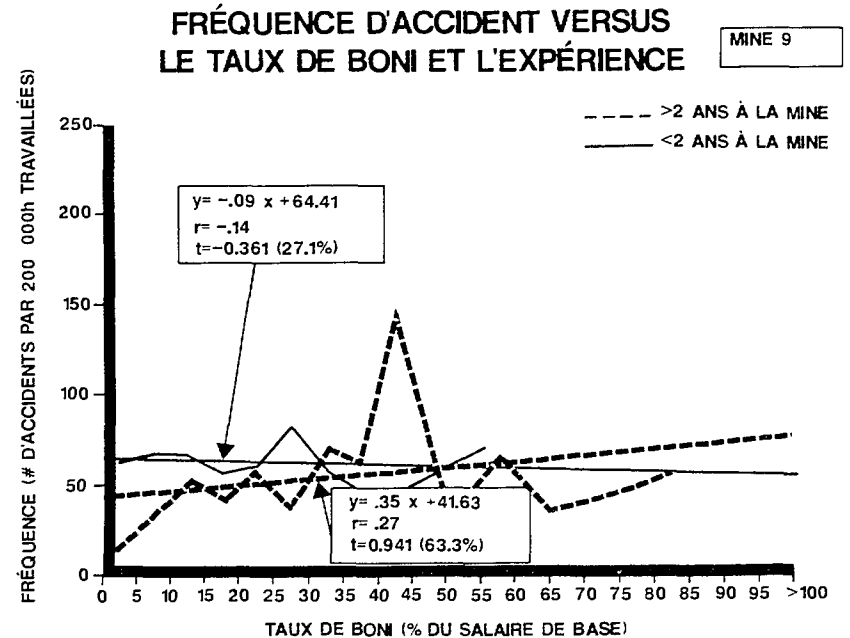
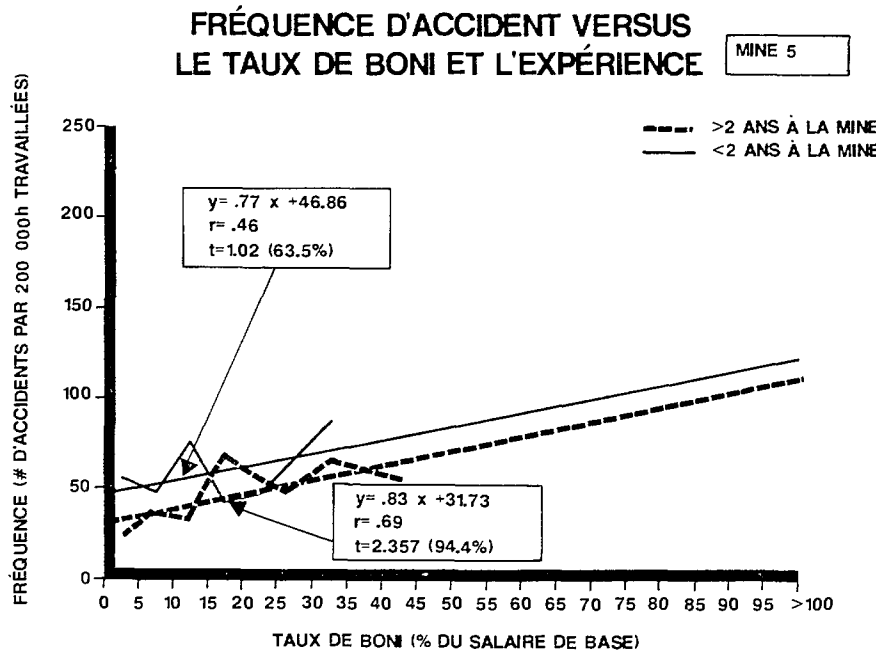
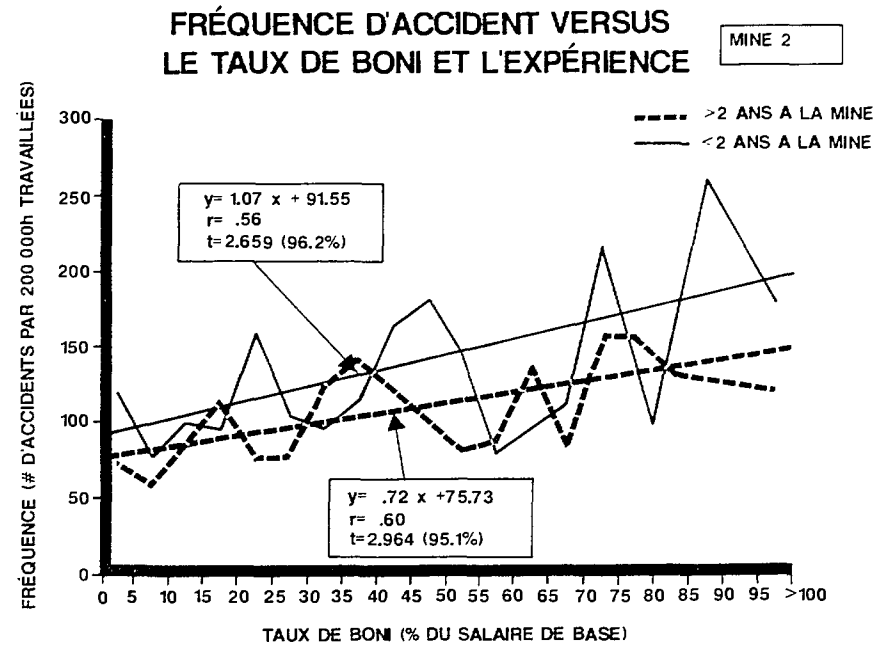
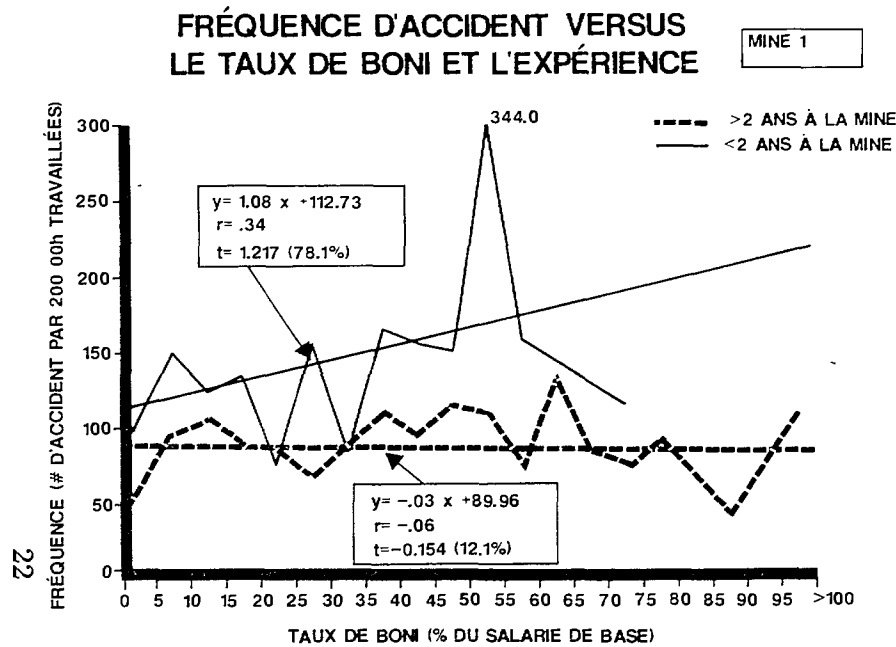
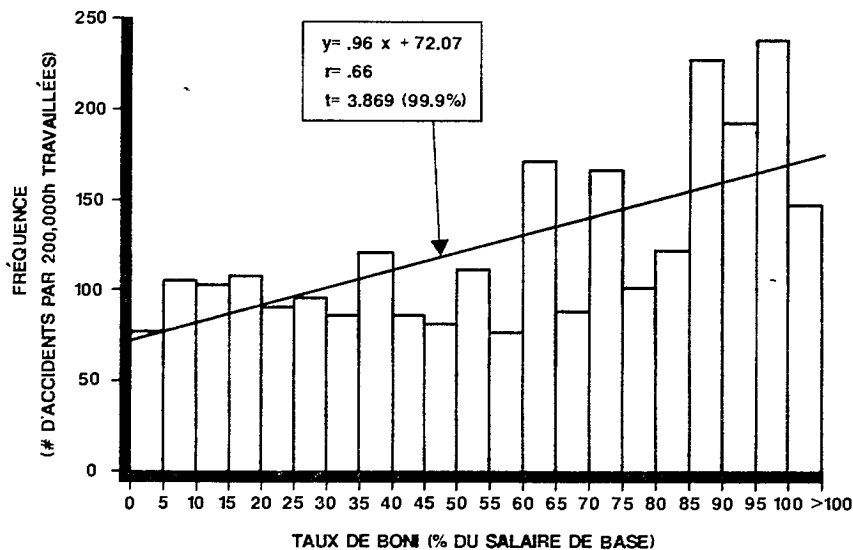


FIGURE 5

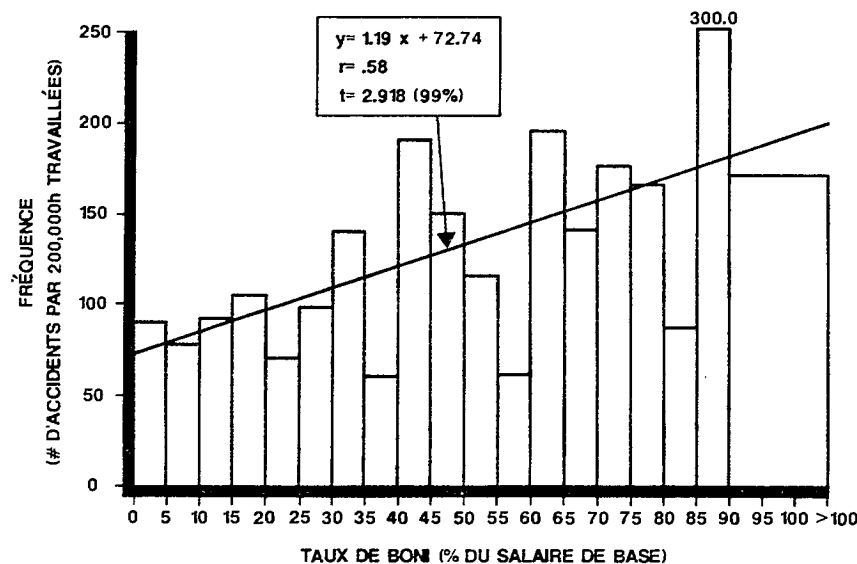
FRÉQUENCE D'ACCIDENT
EN FONCTION DU TAUX DE BONI

MINE 1
PRODUCTION



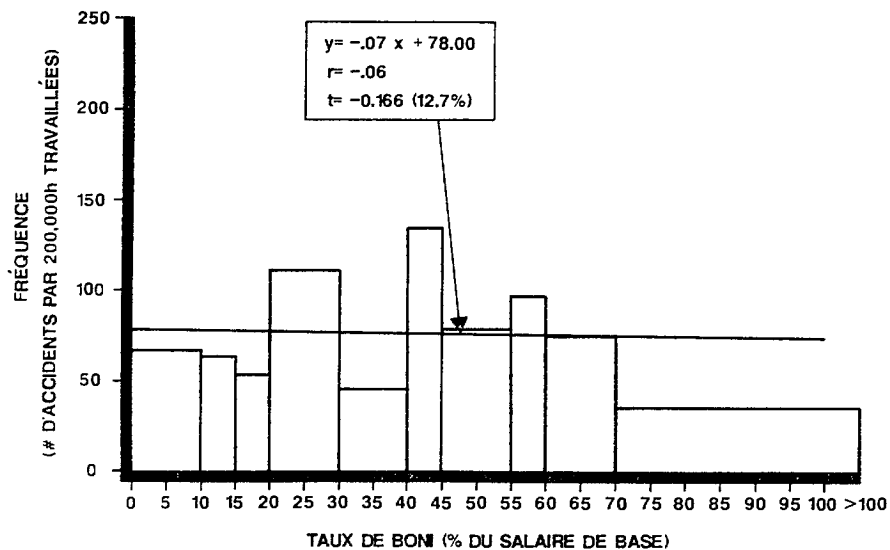
FRÉQUENCE D'ACCIDENT
EN FONCTION DU TAUX DE BONI

MINE 2
PRODUCTION



FRÉQUENCE D'ACCIDENT
EN FONCTION DU TAUX DE BONI

MINE 6
PRODUCTION



FRÉQUENCE D'ACCIDENT
EN FONCTION DU TAUX DE BONI

MINE 9
PRODUCTION

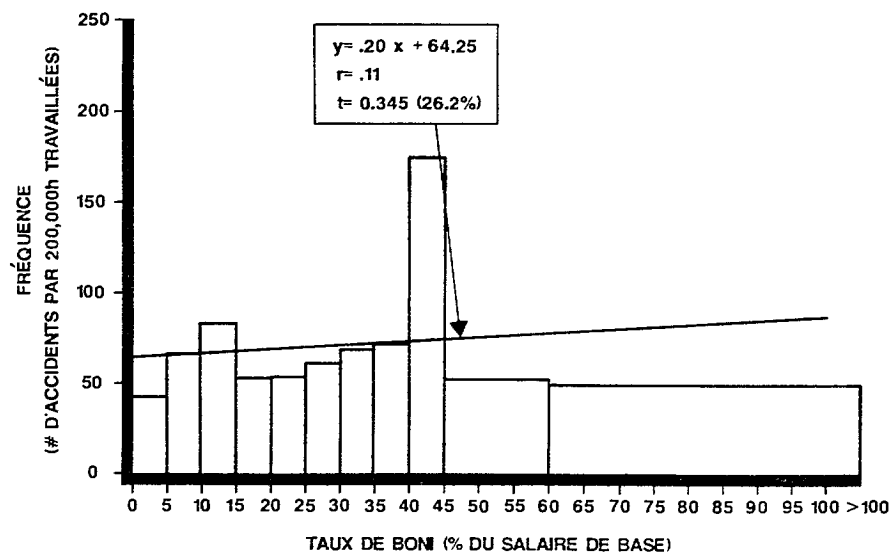


FIGURE 3

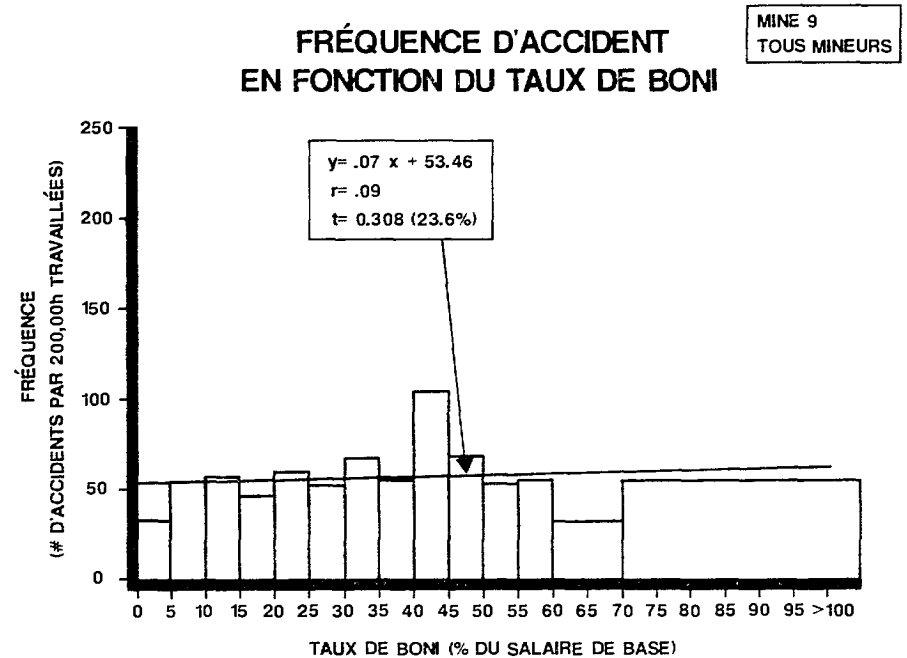
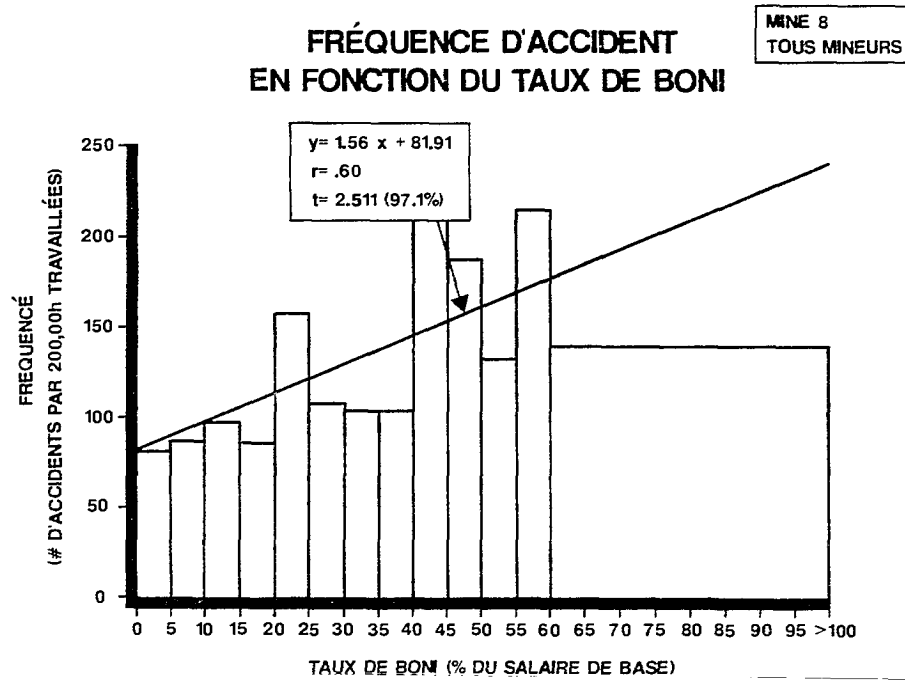
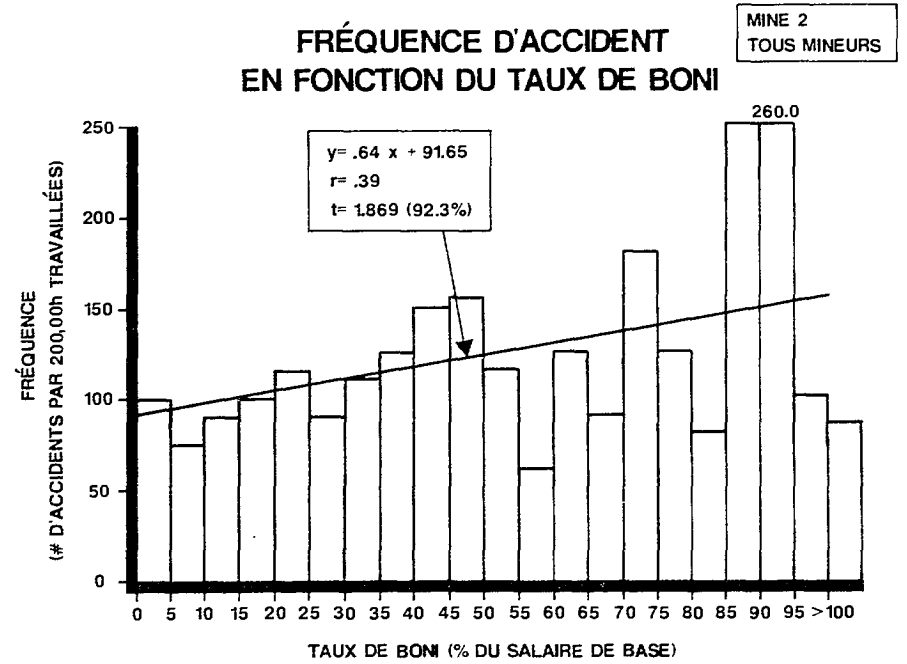
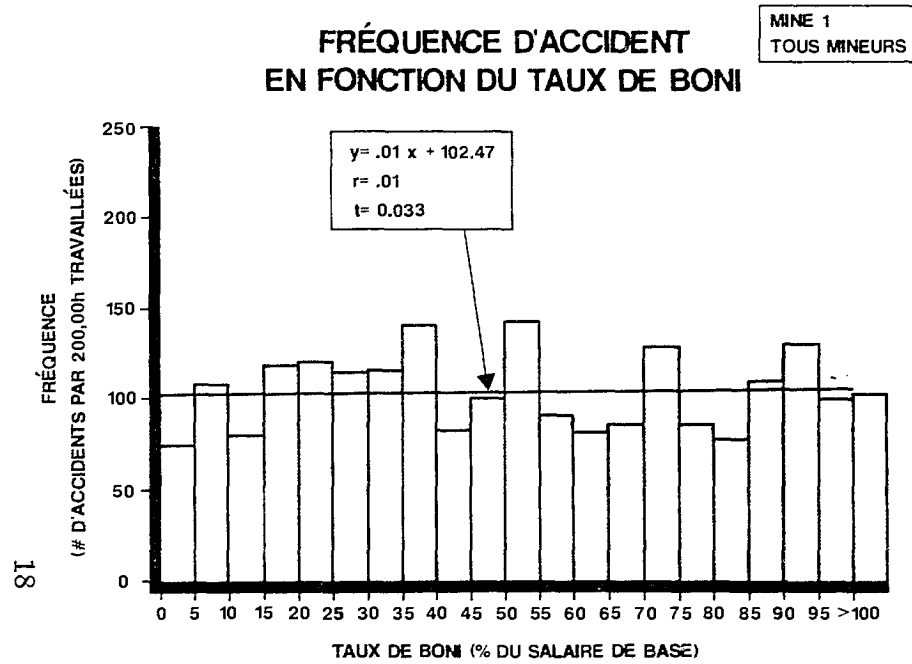


FIGURE 1

