

ÉCOLE DES HAUTES ÉTUDES COMMERCIALES DE MONTRÉAL
AFFILIÉE À L'UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

**Les coûts indirects des accidents de travail
dans une entreprise du secteur minier**

**par
Richard Lavoie**

Sciences de la gestion

Mémoire présenté en vue de l'obtention
du grade de maître ès Sciences
(M.Sc.)

Avril 2000
© Richard Lavoie, 2000

École des Hautes Études Commerciales
Affiliée à l'Université de Montréal

Ce mémoire intitulé:

.....

présenté par:

.....

a été évalué par un jury composé
des personnes suivantes:

Mémoire accepté le:

Remerciements

Je tiens d'abord à remercier mon directeur de mémoire, M. Paul Lanoie, pour son aide tout au long de la rédaction. Sa disponibilité malgré un horaire chargé et ses indications claires y auront sans doute été pour beaucoup dans la rapidité avec laquelle ce travail de recherche fut complété.

Je tiens également à remercier les gens de l'entreprise, tout spécialement Messieurs Jean-Roch Maltais, Alain Coulombe, Richard Marcoux, Claude Boulay ainsi que Madame Céline Proulx. Le vif intérêt porté par ces personnes envers l'étude sur les coûts indirects a permis l'inespéré, c'est-à-dire la construction d'une base de données complète en moins de dix semaines.

Sommaire

À en croire les études réalisées sur le sujet, les coûts d'indemnisation des travailleurs accidentés ne constitueraient qu'une part plus ou moins grande des coûts totaux des accidents du travail. Justement, quelle importance ont les coûts réels des accidents du travail et, dans quelle mesure leur ampleur peut-elle influencer le comportement de la firme ? C'est sur cette question que se penche le présent travail de recherche, dans lequel nous avons analysé les coûts indirects des accidents du travail dans une entreprise du secteur minier.

À partir des données colligées sur les accidents du travail de l'entreprise, nous avons fixé trois objectifs à atteindre : 1) Évaluer l'ampleur des coûts indirects de l'échantillon, 2) déterminer les facteurs influençant l'ampleur des coûts indirects à l'aide d'un modèle économétrique multivarié et 3) construire un outil simple d'approximation des coûts indirects pouvant être utilisé par les gestionnaires de l'entreprise.

La base de données se compose de 78 cas d'accidents survenus entre le 5 janvier 1998 et le 10 février 1999. La cueillette des données fut effectuée sur les lieux de l'entreprise à l'aide d'une grille d'analyse. En premier lieu, nous avons calculé les statistiques descriptives de l'échantillon afin de déceler certaines tendances. Nous avons ensuite construit le modèle économétrique multivarié sur les déterminants de l'ampleur des coûts indirects en utilisant des variables générales ainsi que d'autres plus spécifiques à l'entreprise. Finalement, l'estimation du modèle multivarié nous aura permis de construire l'outil d'approximation des coûts indirects pouvant être utilisé par les gestionnaires de l'entreprise.

Nos résultats montrent un ratio moyen [Coûts direct / Coûts indirects] de 2,44, très élevé comparativement à ce qu'on retrouve dans la littérature. Ce ratio serait toutefois sensible à la définition des coûts indirects adoptée. D'autre part, le modèle multivarié donne des résultats très satisfaisants, ses variables étant conjointement significatives ; ce qui nous a permis d'utiliser l'estimateur pour construire un outil relativement précis d'approximation des coûts indirects.

Table des matières

I- Introduction	6
II- Revue de la littérature	8
2.1 Impact des coûts des accidents sur la prise de décision	8
2.1.1 Modèle microéconomique d’Oi (1974)	8
2.1.2 Effet du coût direct sur le risque	11
2.1.3 Effet du coût indirect sur le risque	13
2.2 Études sur l’ampleur des coûts indirects	14
2.2.1 Les premières études	14
2.2.2 Étude majeure : Brody, Létourneau et Poirier (1990)	15
2.2.3 Autre étude récente sur l’ampleur des coûts indirects	16
2.3 Étude sur les déterminants de l’ampleur des coûts indirects	16
III- Modèle empirique	21
IV- Présentation de l’entreprise	23
V- Présentation de la base de données	25
5.1 Description des coûts directs	26
5.2 Description des coûts indirects	27
5.2.1 Coûts salariaux	27
5.2.2 Coûts des pertes matérielles	28
5.2.3 Coûts des pertes de production (productivité)	29
5.2.4 Coûts administratifs	30
5.2.5 Autres coûts	30
VI- Les résultats : Statistiques descriptives	32
6.1 Le ratio [Coûts indirects / Coûts directs]	33
6.2 Coût par jour perdu	34
6.3 Analyse selon les caractéristiques de l’accident	35
6.3.1 Coûts selon le corps de métier	35
6.3.2 Coûts selon l’activité lors de l’accident	37
VII- Modèle économétrique sur les déterminants de l’ampleur des coûts indirects	38
7.1 Variables du modèle	38
7.2 Estimation	43
VIII- Outil d’approximation des coûts indirects	46
IX- Conclusion	48
Bibliographie	50
Annexe 1 : Description des corps de métier	53
Annexe 2 : Facteurs pour le coût d’indemnisation	54
Annexe 3 : Pourcentage du salaire perdu relié aux tâches d’assignation temporaire	55
Annexe 4 : Calcul de la perte de productivité	56
Annexe 5 : Catégories de coûts indirects de l’échantillon	60
Annexe 6 : Statistiques sur les caractéristiques des accidents	61
Annexe 7 : Régression du modèle multivarié	63
Annexe 8 : Régression du modèle multivarié préféré	67
Annexe 9 : Questionnaire de Gareau (1994) sur les coûts indirects des accidents	68

I- Introduction

La santé et la sécurité du travail constituent un élément de nos sociétés modernes dont l'importance relative a cru aussi bien dans l'esprit des dirigeants d'entreprises que dans les postes de dépenses de celles-ci. En 1997, au Québec, les entreprises ont cotisé 1 722 millions \$ à la CSST, le régime d'indemnisation québécois qui doit assurer le remplacement des salaires et le paiement des frais médicaux des accidents du travail et maladies professionnelles.¹ Mais encore, à en croire les études réalisées sur le sujet, les coûts d'indemnisation des travailleurs accidentés ne constitueraient qu'une part plus ou moins grande des coûts totaux des accidents du travail.

Justement, quelle importance ont les coûts réels des accidents du travail et, dans quelle mesure leur ampleur peut-elle influencer le comportement de la firme ? Ce que coûtent les accidents du travail à l'entreprise mérite d'être évalué et mis en évidence pour que les décisions d'investissement en matière de prévention soient rationnelles. Par le passé, plusieurs arguments avancés en faveur d'une diminution du niveau de risque négligeaient le difficile problème d'identification et de mesure des coûts de prévention des accidents. La littérature n'apparaissait pas questionner la croyance que, quelque soit les coûts de prévention, ils devaient nécessairement être inférieurs aux bénéfices engendrés par une diminution des coûts des accidents. Calabresi avait à l'époque argumenté que le but des politiques publiques en matière de santé et sécurité du travail devrait plutôt être la minimisation de la somme des coûts des accidents et des coûts de prévention.²

Coûts directs et coûts indirects

Tout d'abord, il convient de préciser ce que l'on entend par coût des accidents du travail car, si de nombreux éléments de ces coûts peuvent être aisément chiffrés, d'autres sont beaucoup moins faciles à cerner. Si l'on veut, dans le cadre de l'entreprise, procéder à une évaluation des charges que font peser les accidents du travail, il convient de distinguer deux aspects différents, à savoir les coûts directs et les coûts indirects.

Les coûts directs, aussi appelés coûts visibles, représentent les indemnités versées aux accidentés pour le remplacement du revenu, l'assistance médicale, les frais de réadaptation, les

¹ Dans le texte, le terme accident du travail comprend également les maladies professionnelles.

² Tel que cité par Oi (1974) p.670

incapacités permanentes, les dommages corporels et les décès. Au Québec, la Commission de la santé et la sécurité du travail joue le rôle d'assureur public en ce qui a trait aux accidents du travail et aux maladies professionnelles. L'entreprise doit payer des primes d'assurance à la CSST, qui assume elle-même les coûts susmentionnés.

En réalité, ces déboursés ne représentent qu'une partie des coûts supportés par les entreprises et, dans certains cas, ne sont que la pointe de l'iceberg. Les entreprises doivent effectivement considérer les coûts indirects, aussi appelés coûts invisibles ou cachés, c'est-à-dire des pertes qui ne sont pas directement attribuées aux accidents du travail et ce, qu'elles soient intégrées ou non par le système comptable de l'entreprise. Lyon (1997) et Bernard (1987) énumèrent les principales sources de coûts indirects, dont les principales catégories sont : pertes de productivité, coûts d'embauche et de formation de la main-d'œuvre de remplacement, coûts du dommage sur le moral des employés, qualité du produit réduite, coûts administratifs, bris matériels, coûts des retards de production. En considérant que les coûts indirects ne soient pas attribués aux accidents du travail et que ceux-ci puissent avoir une importance non négligeable, la firme pourrait donc être encline à sous-estimer le coût réel des accidents ; et cette sous-estimation des coûts peut mener à une sous allocation des ressources envers la prévention. Dans un tel contexte, une meilleure connaissance des coûts indirects des accidents du travail revêt toute son importance.

L'objectif du présent travail de recherche est complémentaire à celui de l'étude de Brody et al. (1990). Cette dernière étude, qui portait sur un échantillon de 312 cas d'accidents provenant de plusieurs entreprises, fut l'une des premières qui, en plus d'évaluer les coûts indirects reliés aux cas d'accidents étudiés, tentait d'établir les déterminants de ces coûts à l'aide d'un modèle économétrique multivarié. L'étude de Brody et al. sera présentée plus en détail dans la revue de littérature. Le présent travail de recherche porte plutôt sur une entreprise unique du secteur minier où l'on a évalué les coûts indirects résultant de chacun des 78 cas de l'échantillon. L'objet du travail de recherche se décompose en trois parties : On veut comparer l'ampleur des coûts indirects des cas d'accidents de notre échantillon avec ce que l'on retrouve dans la littérature. Subséquemment, on veut construire un modèle économétrique multivarié sur les déterminants de l'ampleur des coûts indirects, en y ajoutant des variables qui tiennent compte des caractéristiques spécifiques à l'entreprise. Finalement, on entend utiliser les résultats de notre régression pour développer un outil d'approximation des coûts indirects pouvant être utilisé par

l'entreprise. Bien entendu, avant d'entrer dans le vif du sujet, il importe de présenter une revue de la littérature sur l'impact des coûts des accidents du travail sur la prise de décision et, plus particulièrement, sur l'ampleur des coûts indirects et leurs déterminants.

II- Revue de la littérature

La revue de littérature comprend trois parties. La partie 1 explore les fondements théoriques de l'impact des coûts des accidents sur la prise de décision (i.e. effet sur le niveau de risque) et les études empiriques s'y rapportant. La partie 2 constitue une revue d'études sur l'ampleur des coûts indirects. Finalement, la partie 3 présente l'étude de Brody et al.(1990) sur les déterminants de l'ampleur des coûts indirects.

2.1 Impact des coûts des accidents sur la prise de décision

Le premier point à aborder quant aux coûts des accidents est à savoir si ceux-ci influencent le comportement de la firme (i.e. ses investissements en prévention). En absence d'influence du coût des accidents sur les décisions d'investissement en prévention de la firme, une meilleure connaissance de ces coûts ne serait guère d'une grande utilité. De là l'importance de savoir si l'ampleur des coûts des accidents influence le niveau d'investissement en prévention de la firme. Or, la revue de littérature qui suit tend à montrer que cette relation existe effectivement.

2.1.1 Modèle microéconomique d'Oi (1974)

Oi (1974) établit un modèle théorique simple, souvent mentionné dans la littérature, pour exprimer le niveau optimal d'investissement de la firme en prévention. La démarche se base implicitement sur le désir de la firme de maximiser ses profits et, de ce fait, son désir de minimiser la somme des coûts de prévention et des coûts des accidents. Il spécifie d'abord une fonction de risque d'accident (π):

Fonction de risque d'accident : $\pi = g(S,L)$

π représente le risque d'accident, S est la dépense en prévention et L est le niveau de main-d'œuvre (i.e. nombre de travailleurs). Le niveau de risque diminuera avec une augmentation

des ressources investies en prévention ($d\pi/dS = g_s < 0$) et augmentera avec le niveau de main-d'œuvre ($d\pi/dL = g_L > 0$).³

La fonction de risque d'accident s'insère dans une fonction de coûts des accidents (C_a):

$$\text{Fonction de coût des accidents : } C_a = [F\pi + W(\pi)]L$$

$$C_a' = dC_a/d\pi = [F + W'(\pi)]L > 0$$

C_a représente le coût des accidents de la firme, F est la somme des coûts matériels et des coûts fixes d'embauche par accident, W est le niveau de salaire. Le coût des accidents augmentera avec le niveau de risque ($dC_a/d\pi > 0$). La relation du salaire W avec le risque d'accident est $W = W(\pi)$, $W'(\pi) > 0$ ⁴, ce qui signifie que, plus le niveau de risque est élevé, plus le différentiel de salaire associé à une prime de risque devra être grand. La dérivée seconde est positive ($d^2C_a/d\pi^2 > 0$), ce qui signifie que, lorsque le niveau de risque augmente, les coûts des accidents augmentent à un rythme croissant.

À noter que Oi ne s'attarde pas sur la composition des coûts des accidents. Il ne fait pas la distinction entre coûts directs et coûts indirects. Le modèle qu'il propose cherche uniquement à déterminer l'impact des coûts des accidents sur le niveau d'investissement en prévention (i.e. niveau de risque).⁵

On peut inverser l'équation de risque $\pi = g(S,L)$ pour obtenir $S = G(\pi,L)$ ce qui amène le coût de prévention à devenir fonction du risque d'accident et du niveau de main-d'œuvre. La dérivée première ($dS/d\pi = G_\pi < 0$) est négative car une augmentation des ressources allouées en prévention provoque une diminution du niveau de risque. La dérivée seconde est

³ Il faut en quelque sorte voir cette dérivée partielle sous l'aspect « risque per capita ». Si l'investissement en prévention reste inchangé et que le nombre de travailleurs augmente, le niveau de risque par travailleur augmentera.

⁴ Cette relation est établie en considérant une information parfaite (différentiel de salaire compensatoire parfait) et qu'il n'existe pas de régime d'indemnisation. Oi affirme que le remplacement de la prime salariale par un régime d'indemnisation couvrant en totalité la perte salariale suite à un accident, et ce avec une tarification parfaite selon l'expérience, donne les mêmes résultats.

⁵ Cela dit, nous n'en sommes encore qu'à l'étape de savoir si l'ampleur des coûts des accidents a réellement un effet sur le niveau d'investissement en prévention, toutes catégories de coûts confondues.

positive ($d^2S/d\pi^2 > 0$), ce qui signifie que l'effet marginal des investissements en prévention sur le niveau de risque est décroissant.

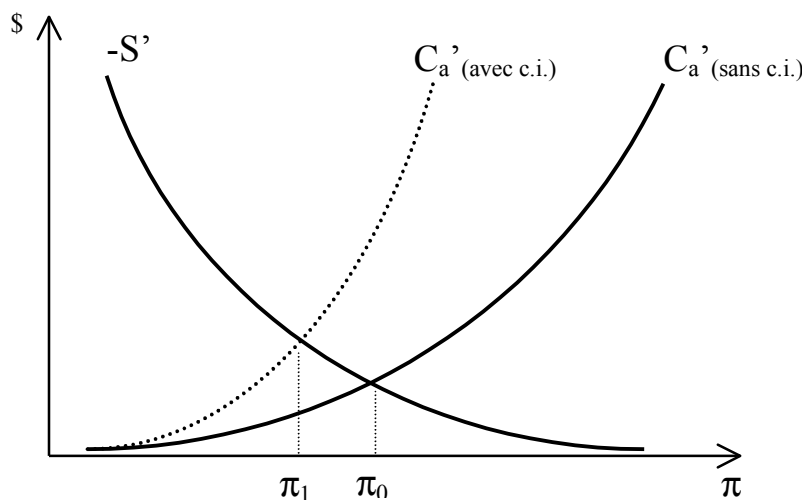
En ayant ainsi exprimé le coût des accidents et le coût de prévention tous deux en fonction du niveau de risque, nous pouvons écrire leur somme :

$$C_a + S = [F\pi + W(\pi)]L + G(\pi, L)$$

C'est cette fonction que nous cherchons à minimiser en fonction de π . Dans le modèle d'Oi, il est présumé que le niveau de main-d'œuvre «L» reste fixe. Le niveau optimal d'investissement en prévention (niveau de risque optimal) sera atteint lorsque le coût marginal de prévention des accidents sera égal au bénéfice marginal de diminution du risque, c'est-à-dire :

$$-S' = C_a' \quad \text{ou encore} \quad G_{\pi}(\pi, L) = [F + W'(\pi)]L$$

Les courbes du coût marginal de prévention et du coût marginal des accidents sont tracées sur le graphique suivant. On peut facilement situer le niveau optimal de risque au point π_0 .



Selon le modèle d'Oi, une augmentation des coûts des accidents supportés par la firme devra nécessairement l'inciter à augmenter ses investissements en prévention. Mais encore, le niveau optimal d'investissement en prévention ne peut être déterminé sans une connaissance

complète des coûts des accidents. Graphiquement, on peut montrer que si, au point π_0 , la firme ignore la partie « coûts indirects » des accidents (représentés par c.i. dans le schéma), la prise en considération de cette catégorie de coûts devrait faire augmenter l'investissement en prévention et faire déplacer l'équilibre vers le point π_1 , qui représente un niveau de risque plus faible. Dans un tel contexte, où on ignore une partie des coûts des accidents (i.e. coûts indirects), le principal apport (théorique) du modèle d'Oi est de montrer qu'une meilleure connaissance de ces coûts aura un impact sur la prise de décision de la firme.

2.1.2 Effet du coût direct sur le risque

L'application de modèles théoriques supposant une connaissance parfaite des risques et des coûts associés aux accidents est, dans la réalité, très incertaine. Rea (1981) note l'existence de plusieurs types d'information imparfaite qui peuvent affecter le « marché des accidents du travail » ; qui impliquent le plus souvent une connaissance incomplète des risques de la part des travailleurs, mais aussi des firmes, et l'incapacité à surveiller parfaitement les comportements et les efforts de prévention des travailleurs.⁶ Dans un tel contexte, où il y a présence d'information asymétrique sur les risques d'accidents, la théorie des différentiels de salaire compensatoires peut être difficilement applicable.⁷ C'est là une des principales justifications pour la création de régimes d'indemnisation « sans égard à la faute » (*no fault regimes*). Ces régimes permettent aux travailleurs accidentés d'être indemnisés inconditionnellement à leur responsabilité, agissant ainsi comme palliatif au problème d'information asymétrique. Le financement de ces régimes d'indemnisation est généralement assumé à 100 % par les entreprises. Cette prise en charge des coûts des accidents par les entreprises via les régimes d'indemnisation devrait induire celles-ci à investir en prévention en vue de faire diminuer le niveau de risque et, ainsi, se rapprocher du niveau optimal énoncé par Oi.⁸

⁶ La littérature mentionne aussi deux autres types de problèmes avec les modèles théoriques : la présence d'externalités et la mobilité imparfaite de la main-d'œuvre, bien que la source de problème la plus souvent mentionnée soit l'information asymétrique.

⁷ Lanoie (1990) examine théoriquement les circonstances qui rendent vraisemblable l'existence d'une prime de risque.

⁸ Généralement, en Amérique du Nord, seules les entreprises de grande taille paient des primes d'assurance entièrement selon leur expérience. Théoriquement, les coûts du régime devraient avoir un effet plus important sur les entreprises tarifées selon l'expérience, où la variation du niveau de risque a une influence directe sur les coûts d'assurance.

Si, lors de la section précédente, nous avons montré qu'il existe un impact théorique de l'ampleur des coûts des accidents sur le niveau d'investissement de la firme en prévention, il devient intéressant d'explorer le côté empirique de la littérature. De nombreuses études empiriques portent sur l'impact de la générosité du système d'indemnisation sur le niveau de risque. Rappelons nous que, lorsqu'un régime d'indemnisation est financé en totalité par la firme, une variation de sa générosité aura un effet direct sur le coût supporté par la firme. Afin de minimiser le coût total des accidents (coût de prévention + coût du régime d'indemnisation), la firme sera incitée à augmenter son niveau d'investissement en prévention et, donc, de faire diminuer le niveau de risque.

Une revue de littérature effectuée par Fortin et Lanoie (1998) sur les effets incitatifs des régimes d'indemnisation rapporte les résultats des principales études empiriques qui ont examiné l'effet sur le risque d'une augmentation de la générosité du régime. On utilise le plus souvent le ratio de remplacement de salaire pour les données plus agrégées, tandis que pour les microdonnées, on utilise généralement un bénéfice potentiel calculé pour chaque individu. Presque toutes les études qui utilisent des méthodes de régression conventionnelles montrent que la fréquence d'accident augmente lorsque les bénéfices augmentent. Les élasticités, reflétant l'impact de la générosité des bénéfices sur la fréquence, varient entre 0,4 et 1,0. Ces résultats iraient donc tout à fait à l'encontre des considérations théoriques énoncées précédemment, qui impliqueraient plutôt des élasticités négatives. Viscusi (1979) explique qu'un phénomène de risque moral, causé par une information asymétrique, est probablement à l'origine de ces résultats empiriques.⁹

Cela dit, la plupart des études empiriques n'effectuent pas de distinction entre la réponse de l'employé et celle de l'employeur. La théorie suppose que l'augmentation de la générosité du régime provoque une diminution de l'activité préventive du travailleur, faisant augmenter le risque (risque moral dû à l'incapacité d'observer l'effort), et une augmentation de l'investissement en prévention de la firme, faisant diminuer le risque (due à l'augmentation du coût des accidents). Kaestner et Carroll (1997) proposent un modèle où les réponses de l'employé et de l'employeur sont distinctes. Ils utilisent des données par industrie pour la période 1983-1988. Les résultats concordent avec les études empiriques précédentes, sauf qu'on peut discerner

⁹ Lanoie (1991) a d'ailleurs construit un modèle de jeu non coopératif qui démontre de façon théorique l'effet du risque moral sur les précautions prises par l'employé et l'employeur.

séparément les deux réponses : La réponse de l'employé est positive et significative à 5 % ; la réponse de l'employeur est négative et significative à 14 %, sa magnitude étant environ la moitié de celle de l'employé. Bien que la significativité du second coefficient puisse laisser à désirer, l'aspect intéressant de l'étude est de montrer qu'une variation des bénéfices du régime d'indemnisation provoque une réaction opposée entre les parties (firme, travailleur). Donc, encore là, l'augmentation des coûts des accidents inciterait la firme à augmenter ses investissements en prévention. Si l'étude de Kaestner et Carroll (1997) montre que la réaction de la firme est moindre que la réaction du travailleur, il est important de mettre en lumière que seuls les coûts directs (*income replacement and medical costs*) sont considérés. De par leur nature, les coûts indirects seront le plus souvent ignorés. Il est possible que la réaction de la firme serait plus forte si celle-ci incluait les coûts indirects des accidents dans ses calculs.

2.1.3 Effet du coût indirect sur le risque

Steele (1974) fut l'un des premiers à proposer un modèle pour expliquer le nombre de blessures industrielles. Il utilise des données trimestrielles sur la Grande-Bretagne pour la période 1965-71. Son étude peut être reliée au modèle d'Oi dans le sens où il cherche à déterminer l'influence du coût des accidents sur le niveau de risque. Il utilise une variable « rareté de la main-d'œuvre » pour représenter les coûts d'acquisition de la main-d'œuvre de remplacement suite à une blessure¹⁰, l'hypothèse étant que celle-ci ait un impact négatif sur le nombre de blessures (niveau de risque). L'aspect le plus intéressant de cette variable est sans doute sa relation évidente avec le concept de coût indirect ; bien que Steele n'en ait pas fait la distinction dans son étude. L'intuition est que, plus la main-d'œuvre de remplacement est rare, plus il en sera coûteux de remplacer un travailleur accidenté, ce qui devrait influencer la firme à faire diminuer le niveau de risque. Les résultats empiriques montrent un coefficient négatif et significatif, ce qui implique que la rareté de la main-d'œuvre (i.e. coût d'acquisition) aurait un impact négatif sur le niveau de risque d'accident. Une des conclusions importantes qu'on peut tirer de cette étude est que les coûts indirects des accidents auraient effectivement une influence sur le niveau d'investissement de la firme en prévention. Il en découle qu'une meilleure connaissance de ce type de coût est tout à fait justifiée. Cela dit, on peut se questionner, dans le modèle de Steele, sur

¹⁰ Steele utilise un indice V_{yt}/U_t où V_{yt} est le nombre de postes non comblés pour l'industrie y , et U_t est le nombre de chômeurs (tous les secteurs). Plus la main-d'œuvre est rare, plus élevé sera la valeur de l'indice.

la justesse de l'utilisation d'une variable « rareté de la main-d'œuvre » pour exprimer l'ensemble des coûts des accidents ; cela semble être un estimé très simplificateur.

2.2 Études sur l'ampleur des coûts indirects

2.2.1 Les premières études

Dans la section précédente, on a montré que la firme semble réagir à une variation des coûts des accidents. Il est donc important que celle-ci en ait une bonne connaissance. La partie « coût direct » étant assez facile à définir¹¹, il reste la tâche plus difficile d'évaluer l'ampleur des coûts indirects. Dans la littérature, les auteurs utilisent généralement six catégories pour établir les coûts indirects:

1. Coûts salariaux
2. Coûts liés aux pertes matérielles (équipements et produits finis ou semi-finis)
3. Coûts liés aux pertes de production et/ou de productivité
4. Coûts administratifs
5. Coûts commerciaux¹²
6. Autres coûts, tels coûts de transport de l'accidenté, expertises médicales, poursuites judiciaires, etc.

Heinrich (1931) fut l'un des premiers à s'intéresser à la question des coûts indirects des accidents du travail et à les définir de façon concise. Il établit les coûts directs comme la somme des indemnités de remplacement de revenu versées et des frais médicaux. Les coûts indirects constituent les coûts résultant des accidents, qui peuvent être présents dans le système comptable de l'entreprise, mais qui ne sont pas attribués aux accidents. En se servant de 5000 dossiers d'accidents, il détermine de façon précise l'ampleur des coûts indirects des accidents du travail. Il établit un ratio [Coûts indirects / Coûts directs] de 4:1. Les résultats d'Heinrich auront un impact important sur les recherches ultérieures, malgré certaines faiblesses. En effet, Heinrich utilise des cas d'accidents où il n'y a que des pertes matérielles, ce qui gonfle le ratio [Coût indirects / Coûts directs] du fait que ce type d'accident comporte généralement un coût indirect élevé par rapport

¹¹ Au Québec, les entreprises tarifées selon l'expérience reçoivent un relevé mensuel de la CSST décrivant l'état ainsi que les coûts de indemnisation associés à chaque dossier.

¹² Les coûts commerciaux sont généralement moins fréquents. Un exemple de coût commercial : une pénalité pour retard de livraison dû à un ralentissement de la production suite à un accident.

aux accidents sans pertes matérielles. De plus, aucune analyse de variance n'est faite pour le ratio [Coûts indirects / Coûts directs], alors qu'il est connu que ce ratio est sujet à des variations élevées entre les industries.

Plus tard, Simonds & Grimaldi (1956) proposent une démarche différente de celle d'Heinrich. Ils utilisent une approche de style gestionnaire, facile d'utilisation pour les entreprises qui désirent calculer les coûts de leurs accidents, mais de façon un peu moins précise. Chaque accident est classé dans l'une des quatre catégories suivantes : Accident avec perte de temps, intervention d'un médecin, premiers soins et accident sans perte de temps. Le gestionnaire n'a qu'à multiplier le nombre d'accidents correspondant à chaque catégorie par le coût indirect moyen qui y correspond, et ensuite additionner les coûts directs. Les auteurs ont recueilli plus de 2000 cas d'accidents qui sont survenus durant la période 1950-1954 et 1971-1972¹³. Les accidents du travail sont survenus dans plusieurs secteurs de l'économie américaine dont le transport, la construction, l'acier et les pâtes et papiers. Ils calculent la moyenne des coûts indirects obtenus pour chaque catégorie, en USD de 1982, de la façon suivante :

1. Cas avec perte de temps	465 \$
2. Cas ayant nécessité l'intervention d'un médecin	115 \$
3. Cas ayant nécessité des premiers soins	25 \$
4. Cas sans perte de temps	850 \$ ¹⁴

Bien que l'étude de Simonds et Grimaldi ait spécifié des catégories d'accidents, les auteurs n'ont pas, non plus, tenu compte du secteur d'activité économique de l'entreprise ou de la gravité et du type de lésion.

2.2.2 Étude majeure : Brody, Létourneau et Poirier (1990)

L'une des études les plus souvent citées par la littérature est sans doute celle de Brody et al. (1990). Les auteurs utilisent un échantillon de 312 cas d'accidents provenant de 13 secteurs

¹³ Les données recueillies lors des années 1971-1972 ont été ajoutées à la base de données originale dans les éditions plus récentes de l'ouvrage de Simonds et Grimaldi (*Safety management*), cela en vue de tenir compte des changements organisationnels survenus au cours des années.

¹⁴ Le fait que les cas sans pertes de temps coûtent en moyenne plus chers que les cas avec perte de temps pourrait sembler être une anomalie. Il faut cependant garder à l'esprit qu'il est possible que les cas sans pertes de temps soient généralement reliés à des pertes matérielles, dont la présence est généralement coûteuse.

industriels différents. L'échantillon étudié est constitué de cas d'accidents avec perte de temps.¹⁵ Ils obtiennent un ratio moyen [Coûts indirects / Coûts directs] de 0,83, qui varie de 0,59 à 1,3 selon le secteur d'activité, ce qui est de beaucoup inférieur aux résultats d'Heinrich. Ils expliquent cette différence par le fait que l'étude de Heinrich retenait les accidents sans perte de temps (dont les coûts directs sont faibles) et que l'indemnisation des victimes était beaucoup plus faible à l'époque d'Heinrich. Selon Pérusse (1993), les études effectuées dans divers pays montrent que les coûts indirects représentent généralement entre 1,5 et 6 fois les coûts directs.¹⁶ Bien que l'étude de Brody et al. (1990) en arrive à un ratio plus conservateur de 0,83 fois les coûts directs, ceci représente encore là des sommes non négligeables. S'il est un point sur lequel toutes les études s'entendent, c'est qu'il existe des coûts indirects substantiels et que les employeurs ne peuvent plus ignorer cette réalité. La prise en compte de ces coûts devient un élément primordial dans l'établissement de la rentabilité de l'investissement en prévention.

2.2.3 Autre étude récente sur l'ampleur des coûts indirects

Dans l'analyse coûts-bénéfices d'un programme d'ergonomie participative, Lanoie et Tavenas (1996) ont évalué l'ampleur des coûts indirects des accidents du travail dans un entrepôt de la *Société des Alcools du Québec* afin de chiffrer l'économie de coûts se rapportant aux accidents ayant été évités suite à la mise en place du programme. Leur ratio [Coût indirects / Coût directs] est de 0,87 pour les blessures aux dos et 1,11 pour toutes catégories confondues ; résultats qui sont comparables à ceux de Brody et al. (1990).

2.3 Étude sur les déterminants de l'ampleur des coûts indirects

L'analyse multivariée sur les déterminants des coûts indirects de Brody et al. (1990) est sans aucun doute l'une des contributions majeures des dernières années au domaine de la recherche en santé et sécurité du travail. Les auteurs émettent d'abord la critique que la très grande majorité des études répertoriées traitant du phénomène des coûts indirects avaient comme finalité d'estimer une moyenne générale des coûts indirects sans vraiment s'attarder aux facteurs déterminant leur ampleur. De plus, les échantillons retenus se limitant souvent à des secteurs

¹⁵ C'est-à-dire que tous les accidents retenus ont donné lieu à une indemnisation de la CSST. Les accidents où l'accidenté s'absente pour moins d'une journée (sans perte de temps) sont exclus de la population étudiée.

spécifiques, l'application d'une telle mesure à d'autres populations peut entraîner des biais considérables. Leurs analyses des coûts indirects indiquent que ceux-ci sont très volatiles et que l'utilisation d'une simple moyenne est peu recommandable, d'où la nécessité d'optimiser les utilisations pratiques des résultats en proposant un modèle fiable et simple d'estimation des coûts indirects qui tienne compte de tous les facteurs pouvant influencer leur ampleur.

Brody et al. sont sans doute parmi les premiers à proposer l'utilisation d'un modèle économétrique multivarié d'estimation des coûts indirects. Ils établissent les variables de leur analyse selon les trois catégories suivantes :

1. Caractéristiques de l'entreprise

- Taille de l'établissement : La taille est utilisée pour refléter la complexité de la structure organisationnelle. On suppose que la complexité est proportionnelle au nombre d'employés. On s'attend à ce qu'une structure plus simple donne lieu à un coût indirect moyen plus faible.
- Secteur d'activité économique : Le secteur d'activité est utilisé pour refléter le mode de production des entreprises (chaîne de montage, type de produit, technologie). On s'attend à ce que le coût indirect moyen soit différent selon le mode de production de chaque entreprise.
- Taille du département : On s'attend à ce qu'un accident se produisant dans un département de plus grande taille donne lieu à un coût indirect plus élevé, surtout lorsque l'accident provoque un arrêt de production. Plus le nombre d'employés gênés dans leur travail suite à l'accident est grand, plus le coût indirect qui en résultera sera élevé.
- Pourcentage d'utilisation de la capacité de production : Variable utilisée pour refléter la conjoncture économique. On s'attend à ce que le coût indirect moyen soit plus élevé en conjoncture favorable : stocks plus faibles qui amènent l'utilisation de temps supplémentaire, marché du travail plus serré qui rend plus coûteux l'embauche d'un remplaçant.

¹⁶ Il s'agit évidemment d'une tendance moyenne. L'expérience démontre que les coûts exacts varient d'une entreprise à l'autre, d'un secteur à l'autre. Mais de nombreuses expériences sur le terrain, de même que de nombreux

2. Caractéristiques de l'accidenté

- Âge : L'âge est utilisé pour refléter le degré de formation spécifique du travailleur dans l'entreprise (i.e. expérience). On s'attend à ce que la perte d'un travailleur plus âgé amène un coût indirect moyen plus élevé car son remplacement par un travailleur moins expérimenté amènera une perte de productivité plus grande.
- Formation requise : On utilise une mesure fournie par le guide canadien des professions. On s'attend à ce qu'un accident soit plus coûteux lorsque le travailleur possède une formation d'un niveau élevé, car le remplaçant risque de coûter plus cher.

3. Caractéristiques de l'accident

- Siège, Nature : On s'attend à ce que les caractéristiques intrinsèques de l'accident puissent influencer l'ampleur des coûts indirects. Par exemple, une fracture ou un choc violent, qui représentent des accidents plus spectaculaires, peuvent impliquer l'arrêt de travail de plusieurs travailleurs, tandis qu'un mal de dos rapporté à la fin de la journée sera relié à un coût indirect plus faible.
- Gravité : On utilise le nombre de jours perdus pour exprimer la gravité de la lésion. On s'attend à ce que la gravité de la blessure fasse augmenter le coût indirect.

Les résultats de la régression multivariée (présentés dans le tableau ci-dessous) constituent la partie la plus intéressante de l'étude. Ils laissent voir que la taille de l'établissement et le pourcentage d'utilisation de la capacité de production ont un effet positif et significatif sur les coûts indirects. L'âge du travailleur, qui exprime sa formation spécifique au sein de l'entreprise (i.e. expérience) a un effet positif et significatif. Les jours perdus, qui traduisent la gravité de l'accident, ont également un effet positif et significatif sur les coûts indirects. Outre ces résultats, on observe que certaines variables binaires associées aux secteurs d'activité sont significatives, ce qui signifie que les disparités au niveau des modes de production entre les secteurs impliquent inévitablement des coûts indirects divergents. Par ailleurs, les caractéristiques intrinsèques de la

lésion, autres que la gravité (nombre jours perdus), n'ont pas d'influence significative sur l'ampleur des coûts indirects.

Analyse de régression multivariée

Variable	Coefficient	Test-t
<i>Dépendante = Coût indirect</i>		
<i>n=266</i>		
Constante	-167,01	-0,53
Taille de l'établissement	0,32	2,18
Secteur d'activité		
Bâtiments et travaux publics	-707,17	-3,02
Mines et carrières	-314,27	-1,24
Scierie	-876,95	-4,05
Produits en métal	-114,40	-0,52
Bois et meuble	-874,63	-3,57
Caoutchouc et matériaux plastiques	-532,11	-1,87
Équipement de transport	-758,98	-2,84
Première transformation des métaux	-601,31	-2,23
Produit minéraux non métalliques	-436,53	-1,53
Aliments et boissons	-550,19	-2,56
Pâtes et papiers	-304,14	-1,58
Pourcentage d'utilisation de la cap. de prod.	4,83	1,74
Âge	9,62	1,88
Jours perdus	66,45	6,88
(Jours perdus) ²	-0,84	-2,84
R²	50,1	
F[17,249]	10,07	

Source : Brody et al. (1990)

Les résultats obtenus par l'étude de Brody et al. (1990) permettent de corroborer l'hypothèse que les caractéristiques de l'entreprise, du travailleur et de l'accident ont une influence significative sur l'ampleur des coûts indirects. La statistique de Fisher montre que les variables du modèle sont conjointement significatives à 99 %. L'utilisation de ces variables permet d'estimer les coûts indirects de façon beaucoup plus rigoureuse et précise que la simple utilisation d'un ratio [Coûts indirects / Coûts directs].

En complément au modèle de Brody et al.(1990), Sénéchal (1998) avait repris les mêmes données en apportant certains changements au modèle, dont les deux principaux sont l'inclusion d'une variable dichotomique, qui indique si le travailleur est syndiqué ou non, et d'une variable qui indique son salaire horaire. De plus, la forme fonctionnelle a été changée pour une log-

linéaire. Les résultats montrent que la variable syndicat n'a pas d'impact significatif sur les coûts indirects. Toutefois, il faut souligner que la proportion de travailleurs syndiqués dans l'échantillon n'est que de 13,1 %. À l'inverse, le salaire horaire du travailleur accidenté a un impact positif et significatif, ce qui peut sans doute être expliqué par la proportion non négligeable du coût indirect qui dépend du niveau des salaires.

Finalement, il est intéressant de mentionner l'étude de Gareau (1994), développée en grande partie sur la base de l'étude de Brody et al.(1990), mais qui porte plutôt sur une entreprise unique. Il développe un questionnaire relativement élaboré dont il se sert pour estimer l'ampleur des coûts indirects dans différentes succursales canadiennes du Groupe Twinpack, une entreprise d'emballage (plastique, papier). Son ratio [Coûts indirects / Coût directs] de 1,06 va dans le même sens que les plus récentes études. Il développe également un modèle économétrique sur les déterminants de l'ampleur des coûts indirects. Le nombre de jours perdus est la seule variable qui soit vraiment significative (coefficient positif). Les autres variables du modèle n'ayant pas de pouvoir explicatif sont : taille de l'entreprise, âge, quart de soir, quart de nuit et pourcentage d'utilisation de la capacité de production.

III- Modèle empirique

Le présent travail de recherche reprend en quelque sorte la démarche de Brody et al. (1990) à la différence que la méthodologie sera appliquée à l'échelle d'une entreprise unique du secteur minier. Dans leur étude, Brody et al. utilisent un échantillon de 312 cas d'accidents provenant de plusieurs entreprises afin d'estimer les coûts indirects de chaque accident. Son apport est d'être l'une des premières études à avoir construit un modèle économétrique sur les déterminants de l'ampleur des coûts indirects. La littérature s'entend sur le fait que les différences entre les secteurs d'activité et entre les caractéristiques des entreprises peuvent expliquer une partie appréciable de la variation de l'ampleur des coûts indirects (i.e. mode de production, organisation du travail, autres caractéristiques spécifiques à l'entreprise). On suppose donc qu'une étude à l'échelle d'une entreprise unique devrait permettre d'estimer un modèle sur les déterminants des coûts indirects avec une précision supérieure. Dans cet ordre d'idées, le présent travail de recherche se penche sur des cas d'accidents provenant d'une entreprise du secteur minier ayant un nombre relativement élevé d'accidents.

La démarche de notre étude est quelque peu différente. Tandis que Brody et al. effectuent leur collecte de données à l'aide de questionnaires postaux, notre collecte de données a été effectuée au moyen d'une enquête sur les lieux de l'entreprise (grille d'analyse, qui sera présentée plus loin). On peut établir trois principaux objectifs de ce travail de recherche :

1. À partir des données colligées sur les coûts indirects, évaluer leur ampleur. Subséquemment, établir la relation existant entre les coûts directs et les coûts indirects en établissant le ratio [Coûts indirects / Coûts directs].
2. Déterminer les facteurs influençant l'ampleur des coûts indirects à l'aide d'une analyse économétrique multivariée, en utilisant les trois classes de caractéristiques suivantes : Caractéristiques de l'accidenté (âge, métier), caractéristiques de l'entreprise (prix de l'once d'or)¹⁷, caractéristiques de l'accident (nombre de jours perdus en assignation temporaire, quart de nuit, pertes de productivité, remplacement).

¹⁷ En incluant le prix de l'or dans le modèle, on cherche à savoir si la conjoncture dans laquelle évolue l'entreprise peut avoir un impact sur l'ampleur des coûts indirects. Nous expliquerons plus loin la pertinence théorique de cette variable.

Voici le modèle économétrique multivarié qui sera estimé :

Coût Indirect $_i =$

$$\begin{aligned} & \beta_0 + \beta_1[\text{Nombre Jours Assignment Temporaire}]_i \\ & + \beta_2[\text{Nombre Jours Assignment Temp.}]^2_i + \beta_3[\text{Nombre Jours Remplaçant}]_i \\ & + \beta_4[\text{Quart de Nuit}]_i + \beta_5[\text{Âge}]_i + \beta_6[\text{Prix de l'once d'or}]_i \\ & + \beta_7[\text{Nombre Jours Production}]_i + \beta_8 [\text{Nombre Jours Production}]^2_i \\ & + \beta_9[\text{Activité Forage}]_i + \beta_{10}[\text{Activité Déplacement Matériel}]_i \\ & + \beta_{11}[\text{Activité Écaillage}]_i + \epsilon_i \end{aligned}$$

Les variables comprises dans ce modèle seront expliquées plus loin, lors de la présentation en détails du modèle.

3. Suite à l'analyse multivariée, établir un modèle de prédiction des coûts indirects dans une optique de style gestionnaire, similaire à l'approche de Simons et Grimaldi (1956). C'est là une contribution non négligeable de ce travail de recherche. L'estimation du modèle nous permettra de développer un outil pour l'entreprise, avec lequel les gestionnaires pourront faire des approximations de coûts indirects se rapportant aux futurs accidents du travail. C'est en quelque sorte un outil d'approximation linéaire pouvant être utilisé par les entreprises du secteur minier dont les méthodes d'extraction sont semblables à celle de la firme en question.

IV- Présentation de l'entreprise

Pour des raisons de confidentialité, la vraie identité de l'entreprise ne sera pas dévoilée. Nous utiliserons un nom fictif : *Mine Goldpit*. Les lignes qui suivent renferment une brève description de l'entreprise. La mine Goldpit est considérée par plusieurs comme l'un des joyaux du milieu minier au Québec. L'exploitation du gisement a commencé dans les années 50, mais l'entreprise actuelle n'en est propriétaire que depuis les années 80. La nature du dépôt, sa teneur, sa continuité verticale et horizontale, comparativement à la faible épaisseur de la minéralisation, sont autant de critères qui caractérisent ce dépôt. Le minerai extrait de la mine Goldpit est constitué de cuivre et d'or. Le minerai est transformé à l'usine de traitement localisée non loin des lieux d'extraction (quelques dizaines de km). Le traitement effectué à l'usine permet de produire un concentré de cuivre, dont l'affinage est confié à une raffinerie externe, ainsi que des briques d'or qui sont expédiées à la Monnaie Royale Canadienne pour le traitement final. Outre ces deux métaux, il y a également un peu d'argent qui se retrouve en quantité mineure dans les deux produits déjà cités. Au moment de l'étude, la mine elle-même et l'usine de traitement comptent environ 300 employés.

Pour la période couverte par l'étude, les méthodes d'extraction utilisées sont plutôt traditionnelles. Celles-ci sont simples mais relativement intensives en main-d'œuvre. La plus grande ombre au tableau est la piètre performance de l'entreprise en matière de santé et sécurité du travail. La mine Goldpit détient une des pires performances du secteur minier québécois en ce qui a trait à la fréquence d'accidents avec perte de temps. Cette situation devient un fardeau extrêmement pénible à supporter, ternit l'image de l'entreprise, démobilise une portion de la main-d'œuvre, diminue le sentiment d'appartenance et hypothèque de façon appréciable le niveau de rentabilité et, par conséquent, les perspectives d'avenir.

La main-d'œuvre de l'entreprise est répartie en quatre groupes, un groupe de cadres et trois groupes de syndiqués : travailleurs de la mine, travailleurs de l'usine de traitement et infirmiers. Dans une entreprise minière qui opère avec des méthodes traditionnelles, comme c'est le cas pour la mine Goldpit, la plus grande proportion des travailleurs est constituée de mineurs. Les autres métiers qui sont indispensables au bon fonctionnement sont les métiers de support (mécanicien, électricien, menuisier, plombier, soudeur et opérateur de machinerie lourde) et les métiers considérés comme plus techniques tels arpenteurs, ingénieurs et géologues. Enfin, il y a

le support administratif qui comprend le management et la comptabilité. L'annexe 1 décrit plus en détails les corps de métiers présents dans l'échantillon. À noter que la plupart des travailleurs de la mine Goldpit sont appelés à exercer leur métier sous terre la majorité du temps. Les risques d'accidents sont beaucoup plus élevés sous terre que partout ailleurs, ce qui tendra à sur-représenter les travailleurs sous terre dans les statistiques d'accidents. En effet, toutes choses étant égales par ailleurs, un corps de métier impliquant un niveau de risque supérieur à la moyenne de l'entreprise se verra attribué une plus grande proportion des accidents que la proportion qu'il représente dans l'ensemble des corps de métiers de l'entreprise. Nous pourrons nous rendre compte de ce phénomène plus loin, à la sous-section 6.3.1, sur les statistiques descriptives.

V- Présentation de la base de données

La base de données se compose de 78 cas d'accidents survenus entre le 5 janvier 1998 et le 10 février 1999. La définition d'un accident du travail qui sera utilisée dans cette étude correspond sensiblement à celle de Brody et al.¹⁸, c'est-à-dire, tout accident du travail qui résulte en un minimum d'un jour perdu (arrêt de travail ou assignation temporaire). On n'impose aucune limite sur le nombre de jours perdus afin d'amasser le plus grand nombre d'observations possible. La collecte des données s'est faite sur les lieux de l'entreprise, sur la base du questionnaire utilisé par Gareau (1994) qu'on présente à l'annexe 9, mais de façon quelque peu différente. Au lieu d'envoyer les questionnaires aux différentes succursales de production de l'entreprise, j'ai moi-même effectué cette collecte de données sur place à l'aide d'une grille d'analyse. Cette façon de procéder permet de s'assurer que la collecte de données soit effectuée de façon rigoureuse et, surtout, uniforme. La grille est remplie de la même manière pour tous les cas, sans ambiguïtés. De plus, la présence de l'enquêteur sur les lieux de l'entreprise permet de recueillir plus facilement l'avis de certains intervenants clefs (ingénieurs, gestionnaires, contremaîtres, comptable, etc.), très utile pour estimer certains coûts difficiles à mesurer.

Les cas antérieurs à 1998 n'ont pas été retenus car les dossiers d'enquête pré-1998 sont moins complets et la mémoire des intervenants se fait de moins en moins précise à mesure que l'on remonte dans le temps. On remarquera que l'échantillon chevauche deux années différentes. Une légère difficulté se pose en ce qui a trait au calcul des coûts directs. En effet, la CSST utilise des méthodes actuarielles sensiblement différentes pour 1998 et 1999. Pour éviter l'utilisation de deux méthodes dans le travail de recherche, les calculs actuariels des coûts directs seront ramenés sur la base de 1999. L'objectif est d'uniformiser les calculs. L'altération possible des résultats n'en est, de toute façon, que très minime.

¹⁸ Il existe un débat sur la notion même d'accident du travail. La première école de pensée, celle à laquelle nous adhérons dans ce travail de recherche, ne considère comme accident que ce qui produit une lésion indemnifiable, tandis que la seconde considère tout événement indésirable, involontaire et hors de contrôle qui entraîne soit des blessures et/ou des dommages matériels. (Pérusse 1993)

5.1 Description des coûts directs

Bien que l'objet de l'étude porte sur les coûts indirects des accidents, il est également nécessaire de calculer le coût direct de chaque cas d'accident. La raison en est simple ; il est utile de pouvoir comparer l'importance des coûts indirects par rapport aux coûts directs. Tel que vu précédemment dans la revue de littérature, plusieurs auteurs d'études sur les coûts indirects utilisent un ratio [Coûts indirects / Coûts directs]. Il sera intéressant de comparer le ratio obtenu pour la mine Goldpit avec ceux de la littérature récente, plus particulièrement ceux de Brody et al. (1990), de Gareau (1994), et de Lanoie et Tavenas (1996).

Pour la mine Goldpit, il est relativement aisé d'obtenir les coûts directs reliés à un accident du travail. La raison en est simple, la CSST fait parvenir à l'entreprise un relevé mensuel de tous les cas d'accidents et des coûts qui y sont imputés. La mine Goldpit fait partie de la catégorie d'entreprises qui, à cause de leurs coûts d'assurance élevés, sont tarifées selon l'expérience. Pour faire partie de ce régime rétrospectif en 1999, le produit des salaires assurables versés en 1997 et du taux selon le risque de l'unité en 1997 (5,5560 pour une mine d'or) doit dépasser 310 000 \$. Selon le régime rétrospectif, on doit appliquer un multiplicateur aux coûts d'un accident qui figurent sur le relevé mensuel pour obtenir le montant total que l'entreprise devra payer à la CSST. Le multiplicateur, que la CSST appelle « facteur de chargement », dépend de la nature de la réclamation (accident, soins médicaux, soins de réadaptation, décès, dommages permanents) et de la durée de la période d'indemnisation de l'accidenté. Plus la période d'indemnisation est longue, plus élevé sera le facteur de chargement.

Pour les accidents de l'échantillon, le facteur de chargement utilisé est de 1,815. Bien que le facteur de chargement mentionné le plus souvent par les intervenants de la mine Goldpit soit plutôt de 3,00, on justifie le 1,815 par le fait que la quasi totalité des accidents de l'échantillon aient entraîné une période d'indemnisation inférieure à 100 jours. Les cas d'accidents dont la période d'indemnisation est de longue durée, qui sont plus rares, auront tendance à faire augmenter le facteur de chargement moyen. Mais notre échantillon ne contient aucun de ces cas d'accidents de longue durée.¹⁹ Voici comment on procède au calcul du facteur de chargement :

¹⁹ Rappelons-nous que, pour être inclus dans l'échantillon, le dossier du cas d'accident doit être inactif (fermé). Pour les cas de longue durée, le dossier sera le plus souvent encore actif au moment de la collecte de données.

$$\text{Facteur de chargement} = \text{Facteur pour les dépenses non imputées à l'employeur} \\ \times \text{Facteur pour coût d'indemnisation}$$

Le facteur pour les dépenses non imputées à l'employeur est en quelque sorte un facteur de base qui s'applique à toutes les réclamations. Selon le guide de l'employeur, il est de 1,65 pour l'année 1999. Le facteur pour le coût d'indemnisation qui sera utilisé est de 1,10, ce qui correspond aux accidents dont la période d'indemnisation est de moins de 100 jours après la date d'accident. (voir l'annexe 2 pour une description plus en détails) Le produit de la multiplication donne 1,815. Une fois le facteur de chargement à notre disposition, le coût direct se calcule comme suit :

<p style="margin: 0;">Indemnités de remplacement de revenu</p> <p style="text-align: center; margin: 0;">+</p> <p style="margin: 0;">Prestations d'assistance médicale et frais de réadaptation, à l'exclusion des frais d'adaptation de poste de travail</p> <p style="text-align: center; margin: 0;">+</p> <p style="margin: 0;">Indemnités de décès</p>	x	Facteur de chargement	+	<p style="margin: 0;">Indemnités forfaitaires pour dommages corporels et frais d'adaptation de poste de travail</p>
---	---	--------------------------	---	---

Source : CSST, Ajustement rétrospectif de la cotisation de 1999, Guide de l'employeur

5.2 Description des coûts indirects

Pour faire un estimé précis des coûts indirects d'un accident, il est indiqué de constituer une grille dans laquelle on sépare les principales composantes. Il y a cinq catégories majeures²⁰ :

5.2.1 Coûts salariaux

- ◆ Coûts des heures perdues par le travailleur accidenté lors de l'accident
- ◆ Coût des heures perdues par les travailleurs ayant interrompu leur travail pour porter assistance au travailleur accidenté

- ◆ Coût des heures perdues par les travailleurs dont la tâche dépend de celle du travailleur accidenté
- ◆ Coût des heures perdues par les superviseurs qui ont dû consacrer du temps à l'accident
- ◆ Coût salarial engendré par le fait de placer un travailleur en assignation temporaire, où son travail a une plus faible valeur que son travail habituel. On fait référence à la notion de productivité marginale du travail.²¹ Une grille, qui indique le pourcentage de salaire perdu qui correspond à chaque tâche d'assignation temporaire, a été établie avec l'aide du directeur de la SST et des directeurs des départements concernés par les assignations temporaires. Cette grille se situe à l'annexe 3. Le « Registre des assignations temporaires », situé à l'infirmierie, permet de savoir avec précision les tâches effectuées par les travailleurs en assignation temporaire.
- ◆ Coût salarial perdu suite aux visites médicales (physiothérapie, consultation avec le médecin) durant les heures où le travailleur accidenté serait normalement présent dans l'entreprise soit en assignation temporaire, soit à son travail normal.
- ◆ Coût salarial du remplaçant. À noter que ce type de coût n'a lieu seulement que si on doit effectivement payer un salaire qui n'existerait pas s'il n'y avait pas eu d'accident. La mine Goldpit utilise très peu le remplacement. Habituellement, la tâche sera, soit répartie parmi les travailleurs restants, soit que l'on comblera le poste en déplaçant un travailleur d'un autre endroit moins essentiel, ou encore que le poste restera non comblé.

5.2.2 Coûts des pertes matérielles

Les cas d'accidents de la mine Goldpit ne donnent pratiquement jamais lieu à des pertes matérielles. L'équipement utilisé par les travailleurs est très robuste et ne sera que très rarement endommagé. Les dommages matériels aux produits finis ou semi-finis sont inexistantes. En effet, par nature, le minerai n'est pas sujet à être endommagé. Ces deux raisons expliquent que, mis à part le coût du matériel médical de l'infirmierie, les pertes

²⁰ Nous avons retiré la catégorie « coûts commerciaux » parce que l'échantillon ne comporte aucun coût de cette nature.

²¹ L'hypothèse implicite est que, dans son travail habituel, le salaire du travailleur est fonction de sa productivité marginale. En assignation temporaire, la productivité marginale du travailleur ne représente qu'une fraction de la productivité marginale de son travail habituel tandis que le salaire ne diminue pas. Une partie du salaire est donc improductive, ce qui représente la perte salariale.

matérielles sont inexistantes dans la quasi totalité des cas d'accidents. Nous avons quand même enquêté sur ces pertes pour chaque cas, en voici les principales catégories :

- ◆ Coût des médicaments et du matériel médical
- ◆ Coût des réparations sur machinerie et équipement
- ◆ Coût de remplacement de l'équipement
- ◆ Autres coûts matériels (nettoyage, location d'équipement, etc.)

5.2.3 Coûts des pertes de production (productivité)

L'un des principaux coûts indirects des accidents du travail de la mine Goldpit se présente sous forme de pertes de production ou, plus exactement, de pertes de productivité. Les pertes de production s'appliquent surtout lorsque le travailleur accidenté fait partie d'un corps de métier de production sous terre.²² Tel que déjà mentionné, la mine Goldpit ne remplace pas les travailleurs accidentés. Un vide est créé par l'absence du travailleur accidenté ou par le déplacement d'un travailleur provenant d'un autre endroit de production sous terre ; dans ce cas, la perte de production se situe à l'endroit d'où provient le travailleur déplacé. Pour les autres corps de métiers, les travailleurs restants combleront généralement la tâche du travailleur accidenté sans que ne surviennent de pertes de production. À la mine Goldpit, la majorité des accidents ont lieu sous terre et impliquent des corps de métiers de production sous terre, ce qui donnera généralement lieu à des pertes de production.

Le calcul des pertes de production pose l'un des plus grands défis de cette étude. Dans une mine, il est très difficile de mesurer ce type de perte étant donné la nature hétéroclite des divers endroits de production sous terre. De plus, la composition de la roche extraite varie grandement, allant de totalement stérile à une forte teneur en minerai. Finalement, la réserve de minerai sous terre restera inchangée qu'il y ait accident ou non, on ne fait que reporter son extraction à plus tard sans accuser de perte réelle de ce minerai. En consultation avec les gestionnaires de la mine, il fut établi qu'il n'était pas faisable de quantifier les pertes de production. Nous devons adopter une méthode alternative, soit estimer les pertes de productivité reliées à l'endroit de travail sous terre où avait eu lieu l'accident. Avec l'aide du directeur de la mine et du surintendant à la prévention, un système fut établi qui calculait la perte monétaire de productivité. C'est d'ailleurs là une

²² Corps de métier de mineurs ainsi que boiseur et préposé au transport du minerai

des contributions de notre étude qui pourrait être reproduite dans d'autres entreprises du secteur minier utilisant des méthodes d'extraction semblables.

Le principe de cette méthode alternative est relativement simple et permet d'estimer la perte de productivité avec une précision tout à fait acceptable. En se servant des feuilles d'arpentage, qui décrivent la situation de chaque endroit de production sous terre, on peut extrapoler la perte de pieds d'avance ou de tonnes cassées résultant de l'absence du travailleur. En connaissant cette perte, on peut calculer les taux de productivité de l'endroit de travail avec et sans accident, pour finalement calculer la perte de productivité de l'endroit de travail engendrée par l'accident. L'annexe 4 explique le calcul de la perte de productivité en détails.

5.2.4 Coûts administratifs

- ◆ Personnes affectées à l'analyse de l'accident, généralement les responsables de la prévention, le travailleur accidenté et le représentant des travailleurs.
- ◆ Personne affectée à l'administration reliée à l'accident. À la mine Goldpit, une personne est affectée à temps plein sur l'administration des dossiers de CSST.

5.2.5 Autres coûts

- ◆ Coûts de transport de l'accidenté payés par l'entreprise, généralement pour fin d'expertise médicale.
- ◆ Coûts médicaux payés par l'entreprise, généralement des coûts d'expertise médicale.
- ◆ Autres coûts, tels frais d'hébergement pour expertise médicale, frais juridiques pour contestation des réclamations, etc.

Outre ces cinq catégories de coûts indirects, la grille contient également une section sur les informations préliminaires relatives à l'accidenté ainsi que les informations relatives aux caractéristiques de l'accident et à ses suites. Ces informations nous seront utiles aussi bien pour calculer les coûts indirects que lors de l'élaboration du modèle économétrique sur les déterminants de l'ampleur des coûts indirects :

- ◆ Nom, âge, département, poste occupé, niveau d'expérience, heures/semaine

- ◆ Salaire du travailleur : On utilise le coût salarial déboursé par l'entreprise, c'est-à-dire le salaire du travailleur majoré de 30 % pour inclure les avantages sociaux. Ce pourcentage moyen a été établi à l'aide du comptable de l'entreprise.
- ◆ Date et heure de l'événement, nombre de jours en arrêt de travail indemnisé, nombre de jours en assignation temporaire
- ◆ Caractéristiques de l'accident : Genre, nature de la blessure, siège, activité lors de l'accident, agent causal

Comparativement à l'étude de Brody et al. (1990), certaines catégories de coûts ont été retirées de l'échantillon. Par exemple, on a retiré tous les coûts relatifs aux soins dispensés par le personnel infirmier ainsi que les coûts reliés à la possession d'une ambulance sur les lieux de la mine. Au Québec, la loi exige la présence d'un infirmier sur les lieux de la mine lorsqu'il y a 21 personnes et plus sous terre. Ce coût sera donc présent en tout temps, qu'il y ait occurrence d'accident ou non. Pour l'ambulance, l'explication est similaire. La mine possède un véhicule d'urgence qu'elle garde en permanence sur les lieux de la mine, qu'il y ait accident ou non. La logique de la présente étude est de ne prendre en considération que les coûts qui n'auraient pas eu lieu si l'accident n'était pas survenu.

VI- Les résultats : Statistiques descriptives

La section suivante présente les statistiques descriptives relatives aux coûts directs et indirects de l'échantillon. Le tableau 1 présente les statistiques globales de l'échantillon. C'est sur ces statistiques que nous nous attarderons. Pour une description plus détaillée des principales catégories incluses dans le calcul des coûts indirects, se référer à l'annexe 5.

Tableau 1 : Statistiques globales de l'échantillon		
Variable	Valeur	Écart-type
Nombre d'observations	78 cas	
Nombre total de jours perdus	1576 jours	
Gravité moyenne	20,2 jours	33,5 jours
Âge moyen	40,4 années	8,2 années
Pourcentage des accidents survenus sur le quart de nuit	24,4 %	
Coût direct total	242 744,16 \$	
Coût direct moyen par accident	3 112,10 \$	8 391,97 \$
Coût direct moyen par jour perdu	154,03 \$	259,64 \$
Coût indirect total	592 742,01 \$	
Coût indirect moyen par accident	7 599,26 \$	10 802,33 \$
Coût indirect moyen par jour perdu	376,11 \$	227,15 \$
Coût total	835 486,17 \$	
Coût total moyen par accident	10 711,36 \$	15 617,92 \$
Coût total moyen par jour perdu	530,13 \$	309,54 \$
Ratio [Coûts indirects / Coûts totaux]	0,71	
Ratio [Coûts indirects / Coûts directs]	2,44	

La critique de Brody et al.(1990) sur la grande volatilité des coûts des accidents se confirme également avec notre échantillon. Remarquons les valeurs élevées des écart-types associés aux coûts tant directs que indirects. On remarque aussi la grande volatilité du nombre de jours perdus suite à un accident. Une seconde caractéristique de l'échantillon qui ressort de façon

moins évidente est l'asymétrie de la distribution des coûts des accidents. Le coefficient d'asymétrie²³ est de 2,70. Quelques cas très coûteux se retrouvent dans l'échantillon, et ces valeurs extrêmes ont tendance à faire augmenter la moyenne et l'écart-type des coûts (directs, indirects et totaux).

6.1 Le ratio [Coûts indirects / Coûts directs]

C'est en gardant à l'esprit que la seule utilisation d'une moyenne peut donner une vision simpliste des coûts indirects que nous avons construit le ratio [Coûts indirects / Coûts directs]. Cela dit, ce ratio reste utile à des fins de comparaison avec les ratios obtenus dans la littérature récente. Comparé au ratio moyen de 0,83 obtenu par Brody et al.(1990) (0,68 pour le secteur « mines et carrières »), de 1,11 obtenu par Lanoie et Tavenas (1995) et de 1,06 obtenu par Gareau (1994), le ratio de 2,44 obtenu avec notre échantillon semble très élevé.

Il existe une explication tout à fait vraisemblable à ce ratio élevé : la forte utilisation de l'assignation temporaire par rapport à l'arrêt de travail. En effet, sur 1576 jours perdus dans l'échantillon, 1250 jours l'on été en assignation temporaire, soit 79,3 % des jours perdus. C'est là qu'apparaît la différence majeure : Le coût d'indemnisation d'un travailleur en arrêt de travail apparaît sur le relevé des coûts de CSST, et est donc considéré comme un coût direct. À l'inverse, le coût salarial d'un travailleur en assignation temporaire apparaît comme un coût indirect du fait qu'il ne soit pas (nécessairement) attribué aux accidents.

Dans la logique des gestionnaires de la mine, cette situation s'explique facilement. Si un travailleur est indemnisé par la CSST (placé en arrêt de travail), l'importance des coûts de cotisation payés à la CSST est telle qu'il en revient à peu près au même coût de placer le travailleur accidenté en assignation temporaire, même si sa tâche a une faible valeur.²⁴ Le directeur des ressources humaines a d'ailleurs confirmé que la différence de coût entre l'arrêt de travail (indemnisation par la CSST) et l'assignation temporaire, où le salaire normal continue d'être déboursé par l'entreprise, est plutôt faible. Par ailleurs, plusieurs gestionnaires ont exprimé l'opinion qu'il est préférable de garder un travailleur accidenté en assignation temporaire plutôt que celui-ci reste à la maison, ceci afin que ce dernier conserve le rythme du lieu de travail. Dans

²³ Pour une distribution asymétrique, le coefficient d'asymétrie sera positif si la « longue queue » est à droite.

²⁴ De toute façon, l'entreprise n'a souvent pas le choix puisque l'assignation temporaire est prescrite par le médecin.

cette optique, on peut expliquer que le ratio [Coûts indirects / Coûts directs] soit élevé comparativement à la littérature récente.

En complément, on pourrait se questionner à savoir s'il ne serait pas préférable de considérer le coût salarial d'un travailleur en assignation temporaire comme un coût direct au lieu d'un coût indirect. Il est tout à fait vraisemblable de croire que, avec la sophistication des systèmes de comptabilité informatisés, les coûts salariaux de l'assignation temporaire puissent facilement être comptabilisés par l'entreprise dans une catégorie spécifique, ce qui permettrait de distinguer ceux-ci du reste des coûts salariaux. Ainsi, en devenant visible, cette catégorie de coûts tend à s'éloigner de la définition des coûts indirects, qui sont des coûts « cachés ». Les résultats pourraient en être complètement retournés vu l'importance des pertes salariales résultant de l'assignation temporaire. En effet, le ratio [Coûts indirects / Coûts directs] passerait de 2,44 à 0,54 ; ce qui se rapproche davantage du ratio de 0,68 obtenu par Brody et al.(1990) pour le secteur « mines et carrières ». L'utilisation intensive de l'assignation temporaire semble donc être en bonne partie à l'origine de la différence. Toutefois, l'objet de ce travail de recherche n'est pas de remettre en cause la définition des coûts indirects telle qu'énoncée précédemment. La comparaison entre nos résultats et ceux de la littérature n'en deviendrait que plus ardue.

6.2 Coût par jour perdu

Plus haut, nous avons mentionné que certains cas d'accidents très coûteux ont tendance à faire augmenter la moyenne et l'écart-type de la distribution des coûts. Une mesure qui aide grandement à pallier au problème causé par les valeurs extrêmes est le coût par jour perdu. En effet, le nombre de jours perdus semble être très déterminant dans les coûts indirects. Le coefficient de corrélation entre les coûts directs et le nombre de jours perdus est de 0,5364, et celui entre les coûts indirects et le nombre de jours perdus est de 0,9360. Le fait de constituer une moyenne des coûts par jour devrait aider à diminuer la volatilité des valeurs. C'est d'ailleurs ce qu'on constate en regardant les écart-types des coûts moyens par jour perdu dans le tableau 1 (directs, indirects et totaux).

Il existe une autre raison pour l'utilisation des coûts par jour perdu. Il est utile pour les gestionnaires de l'entreprise d'avoir une idée non seulement des coûts moyens des accidents du

travail, mais encore, l'utilisation du coût par jour perdu contribue à exposer la situation de façon plus claire, de par sa comparabilité.²⁵

6.3 Analyse selon les caractéristiques de l'accident

Ayant jeté un coup d'œil sur les statistiques globales de l'échantillon, nous passons maintenant à une brève analyse des caractéristiques des accidents. On retrouve les tableaux statistiques relatifs à cette section à l'annexe 6. Comme nous pouvons le constater, il y a plusieurs caractéristiques associées à un accident : corps de métier, genre d'accident, nature de la blessure, siège de la blessure, activité lors de l'accident et agent causal.

Pour les fins de la présente étude, nous ne retiendrons que les caractéristiques de l'accident qui apparaissent avoir un lien relativement clair avec l'ampleur des coûts indirects, c'est-à-dire le corps de métier et l'activité lors de l'accident. Pour ce qui est des autres caractéristiques, elles n'ont pas été retenues dans l'analyse afin d'éviter d'alourdir l'étude inutilement. En effet, il est plus difficile d'établir une relation claire entre les caractéristiques n'ayant pas été retenues et l'ampleur des coûts indirects. D'ailleurs, dans le modèle sur les déterminants de l'ampleur des coûts indirects de Brody et al. (1990), les variables représentant la nature et le siège de la lésion ne ressortaient pas comme statistiquement significatives.

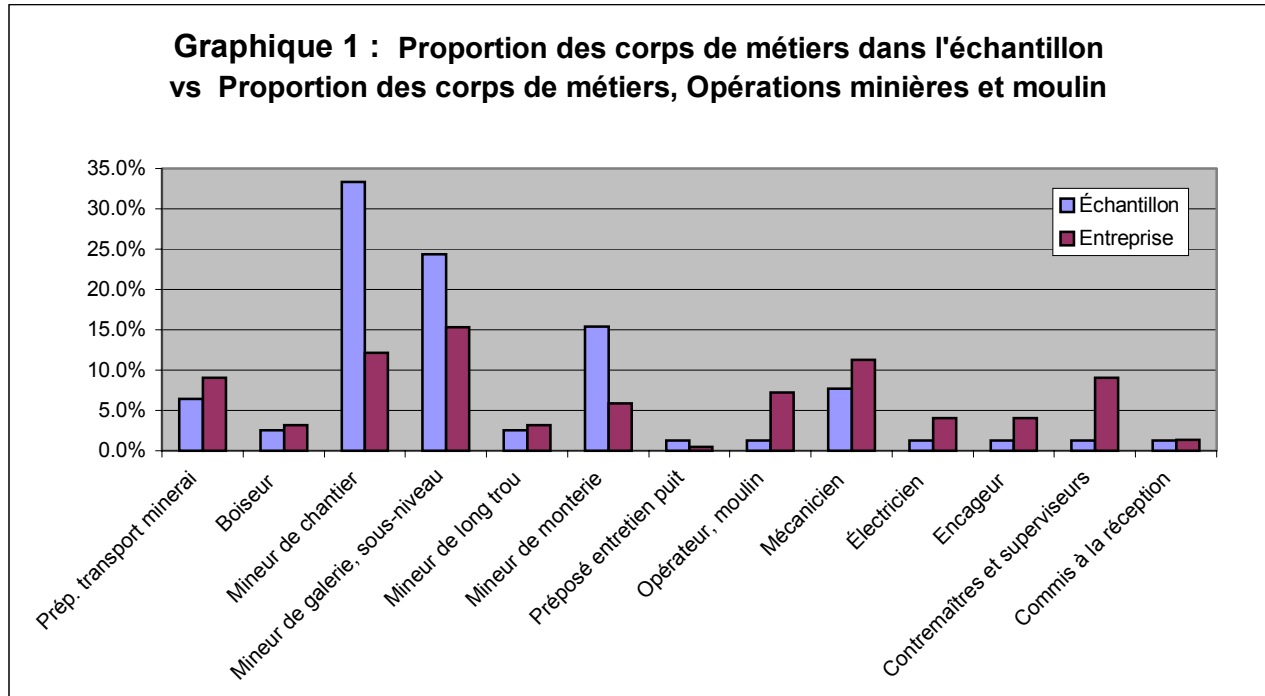
6.3.1 Coûts selon le corps de métier

Pour ce qui est des corps de métiers, on remarque tout de suite que les métiers de mineurs représentent la majeure partie des accidents du travail de l'échantillon. La plupart des accidents sont reliés avec des métiers de production sous terre, ceux-ci comptent pour 84,6 % des cas d'accidents et 83,3 % des jours perdus.

Logiquement, la majeure partie des coûts indirects se retrouvera dans ces mêmes corps de métier. Leur coût indirect par jour perdu élevé reflète la présence de fréquentes pertes de productivité associées à ces accidents.

²⁵ Lorsque les résultats préliminaires de l'étude ont été présentés aux gestionnaires de la mine Goldpit, les coûts moyens par jour perdu avaient d'ailleurs suscité beaucoup d'intérêt.

Un autre aspect qui est certes intéressant de mentionner est la proportion que représente chaque corps de métier dans notre échantillon comparativement à la proportion que représente chaque corps de métier dans l'entreprise (graphique 1 ci-dessous).



On remarque que les proportions des accidents de l'échantillon attribués aux métiers de « mineur de chantier », « mineur de galerie et sous niveau » et « mineur de monterie » sont très élevées comparativement à l'importance de ces corps de métiers dans l'entreprise. On sait qu'à niveau de risque égal, la proportion d'un corps de métier dans l'échantillon devrait correspondre à peu près à la proportion qu'il occupe dans la main-d'œuvre de l'entreprise. Cela dit, les trois métiers susmentionnés comportent un niveau de risque plus élevé que la moyenne, mais la disproportion reste quand même assez difficile à justifier par le seul facteur risque. D'autres corps de métiers sous terre ne représentent pas un nombre disproportionné par rapport à leur importance, tels « boiseurs », « préposés au transport du minéral » et « mineurs de long trou ».²⁶

²⁶ Lorsque ces résultats ont été présentés, certains gestionnaires nous ont fait part que de mauvaises habitudes de travail pourraient être en partie à l'origine de cette disproportion.

6.3.2 Coûts selon l'activité lors de l'accident

En regardant le tableau, on remarque que les activités de forage (départ d'un trou, forage, sortie de l'acier du trou, boulonnage) représentent 26,9% des cas d'accidents et 19,7% des jours perdus. Les activités de déplacement de matériel représentent 19,2% des cas d'accidents et 22,9% des jours perdus. Ensemble, ces deux activités représentent près de la moitié des coûts indirects, soit 49,5%, et 46,2% des coûts totaux.

L'activité lors de l'accident est la seconde caractéristique qui a été retenue comme ayant un lien possible avec l'ampleur des coûts indirects. Par contre, il faudra faire attention lors de l'estimation du modèle économétrique. Une activité donnée sera souvent étroitement reliée à certains corps de métiers. Par exemple, le forage sera relié avec les métiers de mineurs. Il faudra porter attention au chevauchement possible de pouvoir explicatif entre la variable « corps de métier » et la variable « activité lors de l'accident ».

VII- Modèle économétrique sur les déterminants de l'ampleur des coûts indirects

L'utilisation de statistiques descriptives nous a permis de dresser un tableau assez général des coûts indirects des cas d'accidents de l'échantillon. Or, la seule utilisation de ces statistiques descriptives peut éclipser des relations plus subtiles entre l'ampleur des coûts indirects et les caractéristiques des accidents. C'est là que nous faisons appel à des méthodes économétriques pour analyser plus en profondeur les déterminants de l'ampleur des coûts indirects. Rappelons-nous brièvement l'objectif de l'étude qui se rapporte à cette section: Déterminer les facteurs influençant l'ampleur des coûts indirects à l'aide d'une analyse économétrique multivariée.

7.1 Variables du modèle

En premier lieu, il importe d'établir théoriquement quels sont les facteurs qui déterminent l'ampleur des coûts indirects. La littérature existante présente des pistes utiles, particulièrement l'étude de Brody et al. (1990) et celle de Gareau (1994). L'autre source dont on dispose est l'observation du fonctionnement de l'organisation sur les lieux de l'entreprise. Il y a trois catégories de facteurs déterminants, soit les caractéristiques de l'accidenté, de l'accident et de l'entreprise. Voici une description de chacune des variables qui ont été utilisées dans le modèle multivarié.

➤ Nombre de jours d'assignation temporaire

Caractéristique de l'accident

Cette variable sert à représenter la gravité de l'accident. L'utilisation du nombre de jours d'assignation temporaire au lieu du nombre total de jours perdus s'explique par le fait que le coût salarial relié à l'assignation temporaire du travailleur accidenté est considéré comme un coût indirect tandis que le coût salarial des jours d'arrêt de travail est considéré dans les coûts directs. Étant donné que la mine Goldpit utilise beaucoup l'assignation temporaire pour ses travailleurs accidentés, cette variable permet donc d'augmenter significativement la précision de l'estimateur. Le signe attendu du coefficient est positif.

➤ **(Nombre de jours d'assignation temporaire)²**

Caractéristique de l'accident

Étant donné la variance relativement élevée de la variable « Nombre de jours en assignation temporaire » (existence de certaines valeurs extrêmes), il peut être utile de vérifier la linéarité de la relation entre le nombre de jours perdus et l'ampleur des coûts indirects reliés à la perte salariale. Le signe attendu est incertain.

➤ **Nombre de jours du travailleur remplaçant**

Caractéristique de l'accident

Cette variable sert à capter l'ampleur des coûts indirects causés par le coût salarial du remplaçant. Bien qu'en théorie, l'utilisation de cette variable semble très appropriée, son utilité est amoindrie pour ce qui est de l'échantillon en cause. En effet, la mine Goldpit n'utilise le remplacement qu'exceptionnellement. Comme nous l'avons vu, lorsqu'un travailleur accidenté est remplacé, le remplaçant provient le plus souvent d'un autre endroit de la mine, cela n'entraînant aucun coût salarial supplémentaire pour l'entreprise, mais plutôt une perte de productivité pour l'endroit d'où provient le travailleur remplaçant. Il n'y a qu'un seul cas dans l'échantillon où l'utilisation d'un remplaçant ait véritablement eu lieu. La variable en cause capte plutôt l'effet fixe de cette observation que l'effet du remplacement sur les coûts indirects. Le signe attendu est positif.

➤ **Quart de nuit**

Caractéristique de l'accident

Il est possible que la supervision sur le quart de nuit soit plus relâchée, ce qui peut induire le travailleur à adopter des comportements plus imprudents, et donc augmenter le risque et la gravité des accidents potentiels. De plus, il est possible que certains travailleurs puissent être mécontents de se retrouver sur le quart de nuit, ce qui mine leur moral. À l'inverse, cet horaire peut plaire davantage à d'autres travailleurs pour diverses raisons, dont la faible présence de supervision. Finalement, il est probable que les travailleurs du quart de nuit souffrent plus souvent de manque de sommeil, ce qui peut vraisemblablement avoir un effet sur le risque et la gravité des accidents. Il s'agit d'une variable binaire. Le signe attendu est positif.

➤ **Âge**

Caractéristique de l'accidenté

L'âge d'un travailleur accidenté peut servir à capter l'effet de son expérience de travail. Généralement, plus le travailleur est expérimenté, plus sa productivité marginale sera élevée. Un travailleur plus âgé qui se blesse devrait entraîner des coûts indirects plus élevés. De plus, la période de guérison tendra à se rallonger avec l'âge. Cela dit, il est possible que les travailleurs plus âgés soient plus prudents, ce qui pourrait non seulement diminuer le risque, mais aussi la gravité de l'accident. Le signe attendu est incertain.

➤ **Prix de l'or**

Caractéristique de l'entreprise

L'étude de Brody et al. (1990) utilise le pourcentage de capacité de production pour refléter l'effet de la conjoncture économique. Dans une mine, il n'existe pas de capacité de production comme on l'entend généralement. On n'est pas nécessairement limité par un espace de production ou un nombre donné de machines. Il faut donc trouver une variable alternative. Le prix de l'or sert à capter l'effet de la conjoncture dans laquelle évolue l'entreprise sur les coûts indirects des accidents, bien que la relation puisse être ambivalente. Lorsque le prix de l'or est élevé, il est possible que l'entreprise augmente le rythme de production afin d'augmenter ses revenus. À l'inverse, un prix de l'once d'or faible peut pousser l'entreprise à augmenter le rythme de production afin d'augmenter le volume et ainsi éviter des pertes trop importantes. C'est spécifiquement cet effet du prix de l'or sur le rythme de production qui nous intéresse. Il est possible qu'un rythme de production plus rapide fasse augmenter le risque et la gravité des accidents. En lisant ces lignes, on constate que l'effet conjoncturel est théoriquement assez difficile à capter. Pour l'instant, le signe attendu reste incertain.

➤ **Nombre de jours perdus, métier de production sous terre**

Caractéristique de l'accident et de l'accidenté

Les accidents qui impliquent des corps de métiers de production sous terre résultent généralement en des pertes de productivité à l'endroit de travail en cause (chantier, galerie, sous-niveau, monterie, transport minéral). L'explication de ce phénomène a déjà été fournie lors de la description des différentes catégories de coûts indirects. Évidemment, la perte de productivité gagne en importance lorsque le nombre de jours

perdus augmente. En fait, cette variable est le produit de la variable « nombre de jours perdus » et d'une variable binaire dont la valeur est 1 lorsque le travailleur accidenté provient d'un métier de production sous terre. Le signe attendu est positif.

➤ **(Nombre de jours perdus, métiers de production sous terre)²**

Caractéristique de l'accident et de l'accidenté

Étant donné la variance élevée de la variable (existence de certaines valeurs extrêmes pour les jours perdus sous terre), il peut être utile de vérifier la linéarité de la relation entre les pertes de productivité et l'ampleur des coûts indirects. Les pertes de productivité les plus importantes surviennent généralement à l'intérieur du mois suivant l'accident. Il est plus difficile de réorganiser le travail dans un court délai sans entraîner un tel type de pertes. Sur une période plus longue, les pertes de productivité devraient être plus faibles du fait que la réorganisation du travail ait généralement eu lieu. Le signe attendu est négatif.

➤ **Activité lors de l'accident**

Caractéristique de l'accident

Nous avons ajouté trois variables binaires qui correspondent à l'activité lors de l'accident. Tel que mentionné précédemment, il est difficile de déceler des relations entre les caractéristiques de l'accident et l'ampleur du coût indirect (i.e. genre, nature, siège, agent causal). La seule caractéristique qui semble avoir un certain pouvoir explicatif potentiel est l'activité lors de l'accident. Nous avons établi trois grandes catégories qui correspondent ensemble à 53,6 % des cas d'accident. Il est vraisemblable de croire que ces trois grandes catégories puissent donner lieu à des coûts indirects d'ampleurs différentes.

- **Forage**

Renferme les activités reliées au forage (forage, départ d'un trou, sortie de l'acier du trou, boulonnage). Il s'agit d'une variable binaire.

- **Déplacement de matériel**

Le matériel minier est souvent relativement lourd. Il est fréquent que des accidents se produisent lors du déplacement de matériel. Il s'agit d'une variable binaire.

- **Écaillage**

L'écaillage consiste à enlever les roches branlantes des parois rocheuses sous terre, qui risquent de frapper les travailleurs soit en tombant, soit en surgissant des parois sous l'effet de la pression. Il s'agit d'une variable binaire.

7.2 Estimation

Maintenant que chacune des variables du modèle a été décrite, nous en sommes à l'étape de l'estimation du modèle sur les déterminants de l'ampleur des coûts indirects. L'annexe 7 reprend en détails les étapes de l'estimation du modèle multivarié : recherche de la spécification la plus appropriée pour l'équation, estimation du modèle choisi et vérification de la présence d'hétéroscédasticité. Voici les résultats obtenus à partir modèle original :

Tableau 2 : Modèle multivarié

Variable	<u>Modèle original</u>		<u>Modèle préféré</u>	
	Coefficient	Test-t	Coefficient	Test-t
Dépendante = Coût indirect (N=78)				
Constante	4513,80	0,5941	858,30	2,965*
Nombre jours assignation temporaire	203,41	3,9210*	230,38	7,648*
(Nombre jours assignation temporaire)²	0,48	1,0500		
Quart de nuit	1209,50	2,5920**	1126,70	2,639*
Nombre jours remplaçant	227,87	10,4800*	219,47	10,410*
Âge	-16,82	-0,7076		
Prix once d'or	-10,78	-0,4107		
Nombre jours production sous terre	144,28	3,2320*	130,81	4,967*
(Nombre jours production sous terre)²	-0,31	-0,9013		
Activité forage	1283,20	2,8750*	991,59	2,526**
Activité déplacement de matériel	763,47	1,3190		
Activité écaillage	636,67	0,6516		
	R²	0,9813	R²	0,9799
	F[11,66]	314,085*	F[5,72]	701,020*

* Significatif à 99 %

** Significatif à 95 %

Le R² de la régression est beaucoup plus élevé que ce à quoi on s'attendait. Le fait d'avoir fait une étude à l'échelle d'une seule entreprise y est sans doute pour quelque chose. En effet, on a pu utiliser des variables très spécifiques à l'entreprise, ce qui permet d'augmenter la précision de notre estimateur. La statistique de Fisher montre que les variables utilisées dans le modèle sont conjointement significatives.

Les résultats de la régression linéaire originale nous permettent de faire des constatations intéressantes. Premièrement, les coefficients des variables (**Nombre de jours assignation temporaire**)² et (**Nombre de jours production sous terre**)² ne sont pas significativement différents de zéro, ce qui semble mettre de côté la non linéarité pour les deux variables en cause. En second lieu, le coefficient de la variable « **Nombre de jours en assignation temporaire** » est positif et significatif, tel qu'attendu ; le contraire aurait été très étonnant. Dans la même ligne, le coefficient de la variable « **Nombre de jours production sous terre** » est aussi positif et significatif. Le coefficient de la variable binaire « **Quart de nuit** » est positif et significatif, ce qui indique que les accidents ayant eu lieu sur le quart de nuit engendrent des coûts indirects plus élevés. Les variables « **Âge** » et « **Prix de l'once d'or** » ne semblent pas posséder de pouvoir explicatif, ce qui est moins surprenant étant donné l'incertitude exprimée quant aux signes attendus. Du côté des variables binaires reliées à l'activité lors de l'accident, seule l'activité « **Forage** » fait une différence, résultant en des coûts indirects significativement plus élevés. Finalement, tel qu'on s'y attendait, le coefficient de la variable « **Nombre de jours remplaçant** » est positif et significatif. Toutefois, il faut se rappeler que ce coefficient ne fait que capturer l'effet fixe d'une observation, parce que le remplacement n'a été utilisé qu'une seule fois dans tous les cas de l'échantillon.

Sachant maintenant quelles variables sont moins pertinentes à l'équation des coûts indirects, on a refait la régression en retirant les variables dont le coefficient n'est pas significatif. Les détails de la régression se retrouvent à l'annexe 8. Les résultats du modèle multivarié « préféré » ont été exposés dans le tableau 2 plus haut.

Encore une fois, le R^2 de la régression est très élevé comparativement à nos attentes originales. La statistique de Fisher montre que les variables utilisées dans le modèle sont conjointement très significatives.

Les résultats de la régression linéaire montrent que tous les coefficients sont significatifs. De plus, on voit que la valeur de chaque coefficient du modèle préféré n'a que peu changé par rapport au modèle original. En fait, le modèle est relativement robuste. Les autres spécifications de la forme fonctionnelle n'influencent pas non plus les résultats. Quelque soit la spécification fonctionnelle (log-lin, lin-log, Box-Cox, etc.), les coefficients qui sont significatifs dans la

spécification linéaire restent significatifs, et vice versa pour les coefficients qui ne sont pas significatifs.

VIII- Outil d'approximation des coûts indirects

Le modèle multivarié préféré peut être utilisé pour estimer les coûts indirects des futurs accidents du travail qui surviendront à la mine Goldpit. Il est relativement aisé pour les gestionnaires de l'entreprise d'obtenir les valeurs des variables utilisées dans le modèle multivarié préféré. La plupart des données sont déjà disponibles dans l'entreprise, principalement à partir de deux sources : rapports d'enquête sur les accidents et registres de l'infirmerie. C'est donc dire que, à l'instar de Simonds & Grimaldi (1956), l'étude peut servir à une approche de style gestionnaire qui vise à calculer des approximations de coûts indirects. L'entreprise possédant déjà l'information sur la valeur de ses coûts directs, elle peut ainsi obtenir un portrait juste du coût total des accidents du travail. On a donc créé un outil d'approximation des coûts indirects :

$$\begin{aligned} \text{Coût indirect} &= 858,30 + 230,38 * [\text{Nombre jours assignation temporaire}] \\ &+ 1126,70 * [\text{Quart de nuit}] + 219,47 * [\text{Nombre jours remplaçant}] \\ &+ 130,81 * [\text{Nombre jours production sous terre}] + 991,59 * [\text{Activité forage}] \end{aligned}$$

Pour voir comment cet outil d'approximation des coûts indirects peut être utilisé, nous avons pris l'exemple d'un cas d'accident typique pour l'entreprise.

Métier : Mineur de chantier → Production sous terre

Nombre de jours perdus : 20

Nombre de jours en assignation temporaire²⁷ : 15

Nombre de jours en arrêt de travail : 5

Nombre de jours perdus, métier de production sous terre : 20

Nombre de jours remplaçant : 0

Quart de travail lors de l'accident : Jour

Activité lors de l'accident : Forage

²⁷ Le lecteur averti sera sans doute surpris par le nombre élevé de jours en assignation temporaire comparativement au nombre de jours en arrêt de travail. Rappelons-nous l'explication donnée dans la section « statistiques descriptives », sur la raison de l'utilisation intensive de l'assignation temporaire par l'entreprise.

Le coût indirect approximatif de cet accident est :

$$\begin{aligned} \text{Coût indirect} &= 858,30 \\ &+ 230,38 \times 15 \\ &+ 1126,70 \times 0 \\ &+ 219,47 \times 0 \\ &+ 130,81 \times 20 \\ &+ 991,59 \times 1 \\ &= \underline{7\,921,79 \$} \end{aligned}$$

Pour compléter, on pourrait calculer un coût direct fictif. Les chiffres qui sont donnés sont des moyennes approximatives qui ont été établies selon les dossiers étudiés dans l'échantillon :

Consultation médicale : 2 fois 100,00 \$	200,00 \$
Physiothérapie : 10 fois 70,00 \$	700,00 \$
Remplacement de salaire : 5 jours à 120,00 \$	<u>600,00 \$</u>
	1 500,00 \$
x Facteur de chargement	1,815
= Coût direct	2 722,50 \$

On obtient le coût total de cet accident en additionnant le coût direct et le coût indirect, ce qui donne un total de 10 644,29 \$. En reportant ce coût sur une base journalière, on obtient un coût de 532,22 \$ par jour perdu. (très près de la moyenne de l'échantillon de 530,13 \$). Nous avons donc développé un outil simple d'utilisation par les gestionnaires pour faire des approximations des coûts indirects des futurs accidents de travail.

IX- Conclusion

Dans ce travail de recherche, nous avons effectué une analyse des coûts indirects des accidents du travail à l'échelle d'une entreprise du secteur minier québécois. La revue de littérature sur les coûts indirects nous a d'abord démontré que l'ampleur des coûts des accidents influence effectivement la décision d'investissement de la firme en prévention, de là l'importance de posséder une bonne connaissance de ceux-ci. Nous avons vu que les coûts des accidents se séparent en deux catégories, soit les coûts directs et les coûts indirects. Ces derniers n'étant pas attribués aux accidents du travail par la firme, leur prise en compte fera vraisemblablement augmenter le niveau d'investissement en prévention. Plusieurs études ont tenté de définir l'ampleur des coûts indirects. La plus importante, celle de Brody et al.(1990), en arrive à un ratio moyen [Coûts directs / Coûts indirects] de 0,83. Or, la forte variabilité des coûts des accidents du travail rend ce ratio peu recommandable, d'où l'utilité de construire un modèle multivarié sur les déterminants de l'ampleur des coûts indirects.

Nous avons établi trois objectifs en concordance avec notre analyse des coûts indirects. Le premier était de déterminer l'ampleur de ce type de coût et d'établir un ratio [Coûts directs / Coûts indirects]. Le coût indirect moyen par jour perdu de l'échantillon est de 376,11 \$, ce qui représente 2,44 fois le coût direct moyen par jour perdu. Comparativement à la littérature récente, le ratio obtenu est très élevé, ce qui peut s'expliquer en grande partie par l'utilisation intensive de l'assignation temporaire par l'entreprise.

Le second objectif était de déterminer les facteurs influençant l'ampleur des coûts indirects à l'aide d'un modèle économétrique multivarié. Nous avons construit le modèle sur la base de celui de Brody et al.(1990). Les variables qui ont le plus grand pouvoir explicatif et un effet positif sont: le « nombre jours perdus en assignation temporaire », le « nombre de jours perdus en production sous terre », le « quart de nuit », et l'activité lors de l'accident « forage ». D'autre part, la précision de l'estimateur a été beaucoup plus élevée que ce à quoi on s'attendait. L'étude des coûts indirects à l'échelle d'une entreprise unique a permis de prendre en compte des caractéristiques spécifiques à celle-ci.

Le troisième objectif était d'établir un modèle simple d'estimation des coûts indirects (futurs) dans l'optique de style gestionnaire de Simonds & Grimaldi (1956). Nous avons construit

un exemple pour montrer que l'application d'un tel modèle peut être faite avec aise, d'où son utilité pour aider les gestionnaires de l'entreprise à acquérir une meilleure connaissance des coûts indirects. Cet outil est intéressant dans la mesure où il peut être utilisé pour estimer les coûts indirects des accidents de travail dans des entreprises du secteur minier utilisant des méthodes d'extraction semblables (i.e. classiques) à celle de la mine Goldpit.

Cela dit, notre analyse suggère d'autres avenues qui, bien que situées hors du présent cadre de recherche, seraient intéressantes à explorer. L'une d'entre elles porte sans doute sur la définition des coûts indirects qui fut utilisée. Si on avait considéré le coût salarial de l'assignation temporaire comme un coût direct au lieu d'un coût indirect, le ratio [Coûts indirects / Coûts directs] serait passé de 2,44 à 0,54 ; un revirement spectaculaire de la situation! Dans cette optique, il pourrait être intéressant de revoir la place du coût salarial de l'assignation temporaire dans les coûts des accidents du travail : direct ou indirect ?

En conclusion, l'apport principal de ce travail de recherche est d'avoir exploré les facteurs qui déterminent l'ampleur des coûts indirects. Mais en plus d'avoir effectué une analyse quantitative, ce travail de recherche aura aussi permis, nous l'espérons, de sensibiliser davantage les gestionnaires envers l'importance de considérer les coûts indirects dans la rentabilité des investissements en prévention.

Bibliographie

Bernard, C. P. (1987) ; « Évaluation économique de la sécurité au travail », *Dossiers permanents E.H.S.*, Marseilles

Boivin, R. ; Coulombe, A. ; Jobin, G. ; Marcoux, R. (1997); « Le dossier de santé et sécurité du travail avec analyse spécifique du mineur de chantier », *Travail présenté dans le cadre du cours de Gestion de la santé et sécurité du travail*, UQAT

Brody, B. ; Létourneau, Y. ; Poirier, A. (1990) ; « Les coûts indirects des accidents du travail », *Rapport de recherche*, Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec, Montréal

Chiang, Alpha C. (1984), *Fundamental methods of mathematical economics*, 3rd edition, McGraw Hill, New York

Commission de la Santé et Sécurité du Travail, *Ajustement rétrospectif de la cotisation 1998, Guide de l'entreprise*, 1998

Commission de la Santé et Sécurité du Travail, *Ajustement rétrospectif de la cotisation de 1999, Guide de l'employeur*, 1999

Commission de la santé et sécurité du Travail, *Rapport annuel d'activité*, 1997

Commission de la Santé et Sécurité du Travail, *Tarification 1999, Rapport actuariel*, 1999

Fortin, B. ; Lanoie, P. (1998) ; « Incentive effects of workers' indemnisation : A survey », *Document pédagogique no DOC-98-01*, École des Hautes Études Commerciales, Montréal

Gareau, S. (1994) ; *Coûts imputables mais non attribués aux accidents du travail avec lésion chez Twinpack*, Travail dirigé, Université de Montréal, Montréal

Greene, William H. (1997) ; *Econometric analysis*, 3rd edition, Prentice Hall, New Jersey

Heinrich, H.W. (1931), *Industrial accident prevention : a scientific approach*, McGraw-Hill, New York

Kaestner, R. ; Carroll, A. (1997) ; « New estimates of the labor market effect of workers' indemnisation insurance », *Southern Economic Journal* 63, pp. 635-651

Lanoie, P. (1990) ; « The case of risk premia for risky jobs revisited », *Economics Letters* 32, pp. 181-185

Lanoie, P. (1991) ; « Occupational safety and health : a problem of double or single moral » hazard, *Journal of Risk and Insurance* 58, pp. 80-100

Lanoie, P ; Tavenas, S. (1996) ; « Costs and benefits of preventing workplace accidents : The case of participatory ergonomics », *Safety Science* 24, pp. 181-196

Lyon, B.K. (1997) ; « Benefits/Cost analysis : Communicating the value of enhancements », *Professional Safety*, March

Oi, W.Y. (1974) ; « On the economics of industrial safety », *Law and Contemporary Problems* 38, pp. 669-699

Pérusse, M. (1993), « Gérer la prévention, c'est rentable ! », *Travail et Santé* 9, pp. 9-14

Rea, S. Jr. (1981), « Workmen's indemnisation and occupational safety under imperfect information », *American Economic Review* 70, pp. 80-93

Sénéchal, C. (1998) ; « Les coûts indirects des accidents du travail au Québec dans les secteurs primaires et secondaires à risque élevé », *Travail dirigé*, Université de Montréal, Montréal

Simonds, R.H. ; Grimaldi, J.V. (1956) ; *Safety management, Fourth edition*, Richard D. Irwin Inc., Homewood, Illinois

Steele, G. R. (1974) ; « Industrial accidents : an economic interpretation », *Applied Economics* 6,
pp. 143-155

Annexe 1

Description des corps de métiers

Métier	Description
Mineur de galerie	Construit les galeries horizontales à chaque niveau ainsi que les « sous-niveaux », galeries horizontales situées entre deux niveaux.
Mineur de monterie	Construit les passages verticaux.
Mineur de chantier	L'exploitation d'une zone aurifère est appelée chantier. La taille du chantier peut varier selon la taille de la zone aurifère. La forme du chantier suit généralement celle de la veine d'or.
Mineur de long trou	Opère la foreuse de long trou sous terre et effectue le dynamitage.
Préposé au transport du minerai	Soutire la roche aux points de soutirage et se charge de son transport vers les endroits où elle est remontée à la surface.
Mécanicien (plombier)	Se charge de la mise en place et de l'entretien des divers équipements et machineries de la mine.
Boiseur	Construit de structures de bois, souvent pour donner l'accès aux chantiers.
Encageur	Se charge d'opérer la cage (ascenseur) et d'acheminer les matériaux aux différents niveaux.
Électricien	Se charge de la mise en place et de l'entretien des installations électriques.
Préposé à l'entretien du puit	Effectue l'entretien et les réparations nécessaires dans le puits. (assurer la sécurité de l'ascenseur)
Opérateur, moulin	Opère l'équipement de traitement du minerai à l'usine de traitement.
Commis à la réception	S'occupe des diverses commissions et arrivages de matériel pour la mine.
Contremaître sous terre	Supervise les divers endroits de travail sous terre. En charge d'un nombre donné de niveaux.

Annexe 2

Facteurs pour le coût d'indemnisation

Il existe trois catégories pour les dossiers de lésion :

1. Décès : Décès à la suite d'une lésion professionnelle avant la fin de la quatrième année de référence.
2. Dossier inactif : Aucun versement d'indemnités de remplacement de revenu (IRR) pour les troisième et quatrième années.
3. Dossier actif : Versement d'IRR pour au moins un trimestre, les troisième et quatrième années.

Catégorie de dossier de lésion	Facteurs pour le coût d'indemnisation
Décès	1,150
Dossier inactif	1,100
Dossier actif	
Nombre de trimestres avec IRR	
1	1,275
2	1,450
3	1,625
4	1,800
5	1,975
6	2,150
7	2,325
8	2,500

Source : CSST, Ajustement rétrospectif de la cotisation de 1999, Guide de l'employeur

Annexe 3

Pourcentage du salaire perdu relié aux tâches d'assignation temporaire

Tâche d'assignation temporaire	Part improductive du salaire
Affichage divers	50 %
Affichage point de chute	50 %
Aide-boisage	25 %
Aide-soutirage, moteur	85 %
Atelier électrique	70 %
Atelier mécanique	60 %
Barrière	50 %
Carothèque (atelier d'analyse des carottes de roches)	100 %
Coloriage (géologie)	100 %
Commissionnaire	25 %
Confection d'acier	50 %
Confection et réparation des casques	50 %
Aplatir plaques de boulons d'encrage	50 %
Dessin de plans	100 %
Entrepôt, classement	75 %
Entretien ménager	100 %
Formation	0 %
Formation (observation machinerie long trou ou « long tom »)	75 %
Inspection, chambres à explosifs et chambres à détonateurs	25 %
Inventaire	75 %
Marteau (opération du concasseur de roche)	50 %
Menuiserie	70 %
Peinture	75 %
Photocopies et paperasse	100 %
Plein d'essence de véhicules	100 %
Sauvetage minier (entraînement)	0 %
Sous terre, travail léger (nettoyage, affichage, etc.)	75 %
Surface, travaux légers divers	100 %
Travail habituel – léger	20 %

Annexe 4

Calcul de la perte de productivité

On considère le coût de la perte de productivité pour un mois donné. Si les pertes de productivité s'étalent sur plus d'un mois, on calcule la perte pour chaque mois séparément, ceci en vue d'améliorer la précision des calculs. À l'aide des feuilles d'arpentage qui décrivent la situation détaillée de chaque endroit de travail, on extrapole soit la perte de pieds d'avance, soit la perte de tonnage. Grâce à cette extrapolation, on recalcule le rendement d'un endroit de travail donné en l'absence d'accident, ce qui nous permet de savoir combien de temps aurait été nécessaire pour réaliser la même quantité de travail sans accident.

Une hypothèse importante lorsqu'on calcule les pertes de productivité est que l'on considère que tous les travailleurs fournissent un rendement égal. Aussi, tel que confirmé par le surintendant des opérations sous terre et le capitaine de la mine, on doit considérer que, pour les métiers de boiseur et de préposé au transport du minerai, les travailleurs accidentés doivent être remplacés par des mineurs, le métier de référence étant « mineur de chantier ». De ce fait, même si les deux corps de métiers concernés ne sont pas impliqués directement dans l'extraction, un accident qui les touche engendrera une perte de productivité parce qu'on doit déplacer un mineur pour remplacer le travailleur accidenté.

Lorsqu'on ne peut situer un travailleur à un endroit donné, on utilise la moyenne mensuelle de tous les endroits correspondant au corps de métier en cause. On ajoute un pourcentage au rendement sans accident pour les quarts perdus, afin de refléter la perte de productivité, tel que discuté avec le directeur de la mine. On utilise des pourcentages moyens calculés sur dix sept mois, de janvier 1998 à mai 1999.²⁸

Pour faciliter la compréhension, voici deux exemples de calcul de la perte de productivité. Selon le métier du travailleur, on aura soit une perte de pieds d'avance (galeries, sous niveaux, monteries) soit une perte de tonnes cassées (chantiers)²⁹ :

²⁸ Calculé selon chaque corps de métier : 15,50 % pour chantiers, 16,29 % pour monteries, 14,96 % pour sous niveaux, 19,23 % pour galeries.

²⁹ Toutes les pertes de pieds d'avance et de tonnes cassées ont été établies en utilisant les feuilles d'arpentage, qui décrivent en détails l'état de chaque endroit de production sous terre. L'utilisation de ces feuilles d'arpentage augmente la précision des estimés de pertes de façon appréciable.

Exemple avec pieds d'avance

Avec les feuilles d'arpentage, on obtient :

Perte d'avance :	14 pieds	(Tirée des feuilles d'arpentage)
+ Avance ce mois-ci :	110 pieds	
= Avance sans accident :	124 pieds	
Quarts ce mois-ci :	50 quarts	(Un quart dure 8 heures).
Quarts sans accident :	53 quarts	

Avec ces données, on calcule le rendement avec accident et le rendement sans accident.

Rendement avec accident : $110 \text{ pi} / 50 \text{ quarts} = 2,20 \text{ pi/quart}$

Rendement sans accident : $124 \text{ pi} / 53 \text{ quarts} = 2,40 \text{ pi/quart}$

Avec le rendement sans accident, on calcule le nombre de quarts qui auraient été nécessaires pour obtenir la même avance (110 pieds).

$$110 \text{ pi} / 2,40 \text{ pi/quart} = 45,83 \text{ quarts}$$

Sans accident, 45,83 quarts auraient été nécessaires pour obtenir une avance de 110 pieds.

Avec accident, 50 quarts furent nécessaires. La perte de temps fut donc de :

$$50 \text{ quarts} - 45,83 \text{ quarts} = 4,17 \text{ quarts}$$

Avec l'accident, les pertes de productivité ont coûté l'équivalent de 4,17 quarts supplémentaires. Il reste une dernière étape : transformer le chiffre obtenu en des unités sur lesquelles nous disposons des estimés de coûts précis. Afin de planifier sa production, la mine Goldpit utilise des estimés des coûts de production passés et futurs (budgétisés) pour chaque département de la mine. Ces estimés nous sont d'une très grande utilité car ils convertissent les coûts de production sous terre en « Coût par pied d'avance » et « Coût par tonne cassée » selon le type d'endroit de production (galerie, monterie, sous niveau, chantier, etc.).³⁰ Dans notre exemple, supposons que le coût par pied d'avance est de 200,00 \$. Il ne reste qu'à convertir les 4,17 quarts en pieds d'avance pour savoir combien aura coûté la perte de productivité.

³⁰ Voici les estimés établis par la direction de la mine : Chantier 37,91 \$/tonne, Chantier long trou 43,12 \$/tonne, Galerie 222,13 \$/pied, Monterie 211,92 \$/pied, Sous niveau 229,02 \$/pied

Quarts perdus : 4,17 quarts
Rendement par quart : 2,40 pi/quart

Conversion en pieds d'avance :

$$4,17 \text{ quarts} \times 2,40 \text{ pi/quart} = 10,008 \text{ pieds d'avance}$$

Coût par pied d'avance : 200,00 \$/pi

Coût de la perte de productivité :

$$10,008 \text{ pi} \times 200,00 \text{ \$/pi} = 2001,60 \text{ \$}$$

Exemple avec tonnes cassées

Perte de tonnage : 140 tonnes (Tirée des feuilles d'arpentage)
+ Avance ce mois-ci : 1000 tonnes
= Avance sans accident : 1140 tonnes

Quarts ce mois-ci : 50 quarts (Un quart dure 8 heures.)
Quarts sans accident : 54 quarts

Avec ces données, on calcule le rendement avec accident et le rendement sans accident.

$$\text{Rendement avec accident : } 1000 \text{ t} / 50 \text{ quarts} = 20,00 \text{ t/quart}$$

$$\text{Rendement sans accident : } 1140 \text{ t} / 54 \text{ quarts} = 21,11 \text{ t/quart}$$

Avec le rendement sans accident, on calcule le nombre de quarts qui auraient été nécessaires pour obtenir le même tonnage (1000 tonnes).

$$1000 \text{ t} / 21,11 \text{ t/quart} = 47,37 \text{ quarts}$$

Sans accident, 47,37 quarts auraient été nécessaires pour obtenir un tonnage cassé de 1000 tonnes. Avec accident, 50 quarts furent nécessaires. La perte de temps fut donc de :

$$50 \text{ quarts} - 47,37 \text{ quarts} = 2,63 \text{ quarts}$$

Avec accident, les pertes de productivité ont coûté l'équivalent de 2,63 quarts supplémentaires. Dans notre exemple, supposons que le coût par tonne cassée est de 40,00 \$. Il ne reste qu'à convertir les 2,63 quarts en tonnes cassées pour savoir combien aura coûté la perte de productivité.

Quarts perdus : 2,63 quarts
Rendement par quart : 21,11 t/quart

Conversion en tonnes cassées :

$$2,63 \text{ quarts} \times 21,11 \text{ t/quart} = 55,56 \text{ tonnes cassées}$$

Coût par tonne cassée : 40,00 \$/t

Coût de la perte de productivité :

$$55,56 \text{ t} \times 40,00 \text{ \$/t} = 2220,77 \text{ \$}$$

Annexe 5

Catégories de coûts indirects de l'échantillon

N=78	Catégorie	Coût total (\$)	Coût moyen (\$)	% du coût total	Fréquence (%) ⁺
Coûts salariaux					
	➤ Temps perdu le jour de l'accident par le travailleur accidenté	11 240,31	144,11	1,9	78,2
	➤ Temps perdu par les travailleurs interrompus pour assistance et/ou par dépendance	4 878,41	62,54	0,8	24,4
	➤ Superviseurs ayant consacré du temps suite à l'accident	7 050,61	90,39	1,2	100,0
	➤ Coût du temps improductif en assignation temporaire	303 382,40	3 889,52	51,2	92,3
	➤ Coût salarial du remplaçant *	17 049,03	218,58	2,9	1,3
Coûts des pertes matérielles					
	➤ Coût des médicaments et du matériel médical	814,32	10,44	0,1	100,0
	➤ Autres coûts matériels †	50,00	0,64	0,0	1,3
Coûts administratifs					
	➤ Personnes affectées à l'analyse de l'accident	15 114,94	193,78	2,6	100,0
	➤ Personnes affectées à l'administration des dossiers d'accident	35 276,28	452,26	6,0	100,0
Coûts des pertes de productivité		166 863,93	2 139,28	28,2	75,6
Autres coûts					
	➤ Transport	12 169,58	156,02	2,1	62,8
	➤ Médical	7 925,00	101,60	1,3	10,3
	➤ Autres	7 857,55	100,74	1,3	9,0
Total ‡		592 742,01	7 599,26	100,0	

⁺ La fréquence représente la proportion des cas de l'échantillon dans lesquels on retrouve le type de coût.

* Le coût salarial du remplaçant n'apparaît que dans un seul cas sur 78 étant donné la politique de l'entreprise de ne pas remplacer les travailleurs accidentés (sauf si vraiment nécessaire).

† Les dommages matériels sont quasi inexistantes. Seule une chaise fut brisée lors d'un accident.

‡ Les totaux peuvent ne pas tout à fait correspondre à la sommation à cause des arrondissements.

Annexe 6

Statistiques sur les caractéristiques des accidents

Analyse des coûts indirects des accidents de travail

Mine Goldpit Inc.

du 5 janvier 1998 au 10 février 1999

**Tableau 1:
Coûts, Corps
de métier**

	<i>Nombre</i>	<i>Jrs perdus</i>	<i>Proportion</i>	<i>Gravité moy.</i>	<i>Direct</i>	<i>Direct moy.</i>	<i>Direct/Jour</i>	<i>Indirect</i>	<i>Indirect moy.</i>	<i>Ind./Jour</i>	<i>Total</i>	<i>Total moy.</i>	<i>Total/Jour</i>
Prép. transport minéral	5	145	9.2%	29.0	\$ 49,614.25	\$ 9,922.85	\$ 342.17	\$ 57,938.70	\$ 11,587.74	\$ 399.58	\$ 107,552.95	\$ 21,510.59	\$ 741.74
Boiseur	2	14	0.9%	7.0	\$ 621.54	\$ 310.77	\$ 44.40	\$ 5,852.50	\$ 2,926.25	\$ 418.04	\$ 6,474.04	\$ 3,237.02	\$ 462.43
Mineur de chantier	26	604	38.3%	23.2	\$ 46,460.96	\$ 1,786.96	\$ 76.92	\$ 247,523.38	\$ 9,520.13	\$ 409.81	\$ 293,984.34	\$ 11,307.09	\$ 486.73
Mineur de galerie, sous-niveau	19	214	13.6%	11.3	\$ 27,072.72	\$ 1,424.88	\$ 126.51	\$ 100,587.14	\$ 5,294.06	\$ 470.03	\$ 127,659.86	\$ 6,718.94	\$ 596.54
Mineur de long trou	2	29	1.8%	14.5	\$ 1,903.78	\$ 951.89	\$ 65.65	\$ 10,747.84	\$ 5,373.92	\$ 370.62	\$ 12,651.62	\$ 6,325.81	\$ 436.26
Mineur de monterie	12	307	19.5%	25.6	\$ 32,552.64	\$ 2,712.72	\$ 106.03	\$ 126,276.96	\$ 10,523.08	\$ 411.33	\$ 158,829.60	\$ 13,235.80	\$ 517.36
Préposé entretien puit	1	21	1.3%	21.0	\$ 287.04	\$ 287.04	\$ 13.67	\$ 4,452.07	\$ 4,452.07	\$ 212.00	\$ 4,739.11	\$ 4,739.11	\$ 225.67
Opérateur, moulin	1	12	0.8%	12.0	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 3,196.28	\$ 3,196.28	\$ 266.36	\$ 3,196.28	\$ 3,196.28	\$ 266.36
Mécanicien	6	125	7.9%	20.8	\$ 52,063.80	\$ 8,677.30	\$ 416.51	\$ 13,128.66	\$ 2,188.11	\$ 105.03	\$ 65,192.46	\$ 10,865.41	\$ 521.54
Électricien	1	87	5.5%	87.0	\$ 28,920.06	\$ 28,920.06	\$ 332.41	\$ 20,061.58	\$ 20,061.58	\$ 230.59	\$ 48,981.64	\$ 48,981.64	\$ 563.01
Encageur	1	4	0.3%	4.0	\$ 371.33	\$ 371.33	\$ 92.83	\$ 1,234.53	\$ 1,234.53	\$ 308.63	\$ 1,605.86	\$ 1,605.86	\$ 401.47
Contremaître	1	2	0.1%	2.0	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 961.88	\$ 961.88	\$ 480.94	\$ 961.88	\$ 961.88	\$ 480.94

Commis à la réception	1	12	0.8%	12.0	\$ 2,875.96	\$ 2,875.96	\$ 239.66	\$ 780.48	\$ 780.48	\$ 65.04	\$ 3,656.44	\$ 3,656.44	\$ 304.70
Total (ou moyenne)	78	1576	100.0%	20.2	\$ 242,744.16	\$ 3,112.10	\$ 154.03	\$ 592,742.01	\$ 7,599.26	\$ 376.11	\$ 835,486.17	\$ 10,711.36	\$ 530.13
Écart-type				33.5		\$ 8,391.97	\$ 259.64		\$ 10,802.33	\$ 227.15		\$ 15,617.92	\$ 309.54

**Tableau 2:
Coûts, Genre
des accidents**

	<i>Nombre</i>	<i>Jrs perdus</i>	<i>Proportion</i>	<i>Grav. moy.</i>	<i>Direct</i>	<i>Direct moy.</i>	<i>Direct/Jour</i>	<i>Indirect</i>	<i>Indirect moy.</i>	<i>Indirect/Jour</i>	<i>Total</i>	<i>Total moy.</i>	<i>Total/Jour</i>
Frappé par	25	478	30.3%	19.1	\$ 45,648.88	\$ 1,825.96	\$ 95.50	\$ 192,101.22	\$ 7,684.05	\$ 401.89	\$ 237,750.10	\$ 9,510.00	\$ 497.39
Coincé entre/dans	8	159	10.1%	19.9	\$ 30,907.80	\$ 3,863.48	\$ 194.39	\$ 50,042.35	\$ 6,255.29	\$ 314.73	\$ 80,950.15	\$ 10,118.77	\$ 509.12
Effort physique, torsion	30	663	42.1%	22.1	\$ 92,929.51	\$ 3,097.65	\$ 140.17	\$ 271,493.11	\$ 9,049.77	\$ 409.49	\$ 364,422.62	\$ 12,147.42	\$ 549.66
Heurté contre	3	27	1.7%	9.0	\$ 2,593.56	\$ 864.52	\$ 96.06	\$ 11,330.26	\$ 3,776.75	\$ 419.64	\$ 13,923.82	\$ 4,641.27	\$ 515.70
Chute au même niveau	6	183	11.6%	30.5	\$ 58,305.15	\$ 9,717.53	\$ 318.61	\$ 39,993.97	\$ 6,665.66	\$ 218.55	\$ 98,299.12	\$ 16,383.19	\$ 537.15
Contact pouss./gaz/vapeur	3	6	0.4%	2.0	\$ 1,699.91	\$ 566.64	\$ 283.32	\$ 5,363.30	\$ 1,787.77	\$ 893.88	\$ 7,063.21	\$ 2,354.40	\$ 1,177.20
Contact avec liquides/solides	2	30	1.9%	15.0	\$ 7,730.63	\$ 3,865.32	\$ 257.69	\$ 8,780.37	\$ 4,390.19	\$ 292.68	\$ 16,511.00	\$ 8,255.50	\$ 550.37
Chute niveau inférieur	1	30	1.9%	30.0	\$ 2,928.72	\$ 2,928.72	\$ 97.62	\$ 13,637.43	\$ 13,637.43	\$ 454.58	\$ 16,566.15	\$ 16,566.15	\$ 552.21
Total (ou moyenne)	78	1576	100.0%	20.2	\$ 242,744.16	\$ 3,112.10	\$ 154.03	\$ 592,742.01	\$ 7,599.26	\$ 376.11	\$ 835,486.17	\$ 10,711.36	\$ 530.13
Écart-type				33.5		\$ 8,391.97	\$ 259.64		\$ 10,802.33	\$ 227.15		\$ 15,617.92	\$ 309.54

**Tableau 3:
Coûts, Nature
des accidents**

	<i>Nombre</i>	<i>Jrs perdus</i>	<i>Proportion</i>	<i>Grav. moy.</i>	<i>Direct</i>	<i>Direct moy.</i>	<i>Direct/Jour</i>	<i>Indirect</i>	<i>Indirect moy.</i>	<i>Indirect/Jour</i>	<i>Total</i>	<i>Total moy.</i>	<i>Total/Jour</i>
Douleur	34	1028	65.2%	30.2	\$ 160,414.51	\$ 4,718.07	\$ 156.05	\$ 366,565.06	\$ 10,781.33	\$ 356.58	\$ 526,979.57	\$ 15,499.40	\$ 512.63
Contusion	26	416	26.4%	16.0	\$ 64,379.79	\$ 2,476.15	\$ 154.76	\$ 155,209.22	\$ 5,969.59	\$ 373.10	\$ 219,589.01	\$ 8,445.73	\$ 527.86
Lacération	7	62	3.9%	8.9	\$ 9,156.24	\$ 1,308.03	\$ 147.68	\$ 23,814.40	\$ 3,402.06	\$ 384.10	\$ 32,970.64	\$ 4,710.09	\$ 531.78
Corps étranger	4	8	0.5%	2.0	\$ 1,350.72	\$ 337.68	\$ 168.84	\$ 8,977.86	\$ 2,244.47	\$ 1,122.23	\$ 10,328.58	\$ 2,582.15	\$ 1,291.07
Entorse	4	54	3.4%	13.5	\$ 6,115.73	\$ 1,528.93	\$ 113.25	\$ 27,898.66	\$ 6,974.67	\$ 516.64	\$ 34,014.39	\$ 8,503.60	\$ 629.90
Coupure profonde	2	6	0.4%	3.0	\$ 355.83	\$ 177.92	\$ 59.31	\$ 9,095.31	\$ 4,547.66	\$ 1,515.89	\$ 9,451.14	\$ 4,725.57	\$ 1,575.19
Inflammation	1	2	0.1%	2.0	\$ 971.33	\$ 971.33	\$ 485.67	\$ 1,181.50	\$ 1,181.50	\$ 590.75	\$ 2,152.83	\$ 2,152.83	\$ 1,076.42
Total (ou moyenne)	78	1576	100.0%	20.2	\$ 242,744.15	\$ 3,112.10	\$ 154.03	\$ 592,742.01	\$ 7,599.26	\$ 376.11	\$ 835,486.16	\$ 10,711.36	\$ 530.13
Écart-type				33.5		\$ 8,391.97	\$ 259.64		\$ 10,802.33	\$ 227.15		\$ 15,617.92	\$ 309.54

Analyse des coûts indirects des accidents de travail

Mine Goldpit Inc.

du 5 janvier 1998 au 10 février 1999

**Tableau 4:
Coûts, Siège
des blessures**

	<i>Nb</i>	<i>Jrs perdus</i>	<i>Proportion</i>	<i>Grav. moy.</i>	<i>Direct</i>	<i>Direct moy.</i>	<i>Direct/Jour</i>	<i>Indirect</i>	<i>Indirect moy.</i>	<i>Indirect/Jour</i>	<i>Total</i>	<i>Total moy.</i>	<i>Total/Jour</i>
Avant-bras	3	99	6.3%	33.0	\$ 6,746.25	\$ 2,248.75	\$ 68.14	\$ 39,580.26	\$ 13,193.42	\$ 399.80	\$ 46,326.51	\$ 15,442.17	\$ 467.94
Colonne cervicale	3	312	19.8%	104.0	\$ 64,886.94	\$ 21,628.98	\$ 207.97	\$ 79,724.47	\$ 26,574.82	\$ 255.53	\$ 144,611.41	\$ 48,203.80	\$ 463.50
Colonne dorsale	4	52	3.3%	13.0	\$ 4,251.73	\$ 1,062.93	\$ 81.76	\$ 23,079.30	\$ 5,769.83	\$ 443.83	\$ 27,331.03	\$ 6,832.76	\$ 525.60
Colonne lombaire	13	203	12.9%	15.6	\$ 64,253.05	\$ 4,942.54	\$ 316.52	\$ 83,800.35	\$ 6,446.18	\$ 412.81	\$ 148,053.40	\$ 11,388.72	\$ 729.33

Doigt	8	85	5.4%	10.6	\$ 2,132.03	\$ 266.50	\$ 25.08	\$ 29,969.58	\$ 3,746.20	\$ 352.58	\$ 32,101.61	\$ 4,012.70	\$ 377.67
Épaule	8	292	18.5%	36.5	\$ 31,252.47	\$ 3,906.56	\$ 107.03	\$ 112,674.43	\$ 14,084.30	\$ 385.87	\$ 143,926.90	\$ 17,990.86	\$ 492.90
Genou	8	77	4.9%	9.6	\$ 4,699.04	\$ 587.38	\$ 61.03	\$ 40,744.68	\$ 5,093.09	\$ 529.15	\$ 45,443.72	\$ 5,680.47	\$ 590.18
Main	4	48	3.0%	12.0	\$ 8,179.88	\$ 2,044.97	\$ 170.41	\$ 21,311.55	\$ 5,327.89	\$ 443.99	\$ 29,491.43	\$ 7,372.86	\$ 614.40
Œil	6	12	0.8%	2.0	\$ 3,082.09	\$ 513.68	\$ 256.84	\$ 11,038.17	\$ 1,839.70	\$ 919.85	\$ 14,120.26	\$ 2,353.38	\$ 1,176.69
Pied	4	27	1.7%	6.8	\$ 875.23	\$ 218.81	\$ 32.42	\$ 12,950.29	\$ 3,237.57	\$ 479.64	\$ 13,825.52	\$ 3,456.38	\$ 512.06
Autres	17	369	23.4%	21.7	\$ 52,385.44	\$ 3,081.50	\$ 141.97	\$ 137,868.93	\$ 8,109.94	\$ 373.63	\$ 190,254.37	\$ 11,191.43	\$ 515.59
Total (ou moyenne)	78	1576	100.0%	20.2	\$ 242,744.15	\$ 3,112.10	\$ 154.03	\$ 592,742.01	\$ 7,599.26	\$ 376.11	\$ 835,486.16	\$ 10,711.36	\$ 530.13
Écart-type				33.5		\$ 8,391.97	\$ 259.64		\$ 10,802.33	\$ 227.15		\$ 15,617.92	\$ 309.54

**Tableau 5:
Coûts, Activité
lors de
l'accident**

	<i>Nb</i>	<i>Jrs perdus</i>	<i>Proportion</i>	<i>Grav. moy.</i>	<i>Direct</i>	<i>Direct moy.</i>	<i>Direct/Jour</i>	<i>Indirect</i>	<i>Indirect moy.</i>	<i>Indirect/Jour</i>	<i>Total</i>	<i>Total moy.</i>	<i>Total/Jour</i>
Forage	9	158	10.0%	17.6	\$ 12,932.53	\$ 1,436.95	\$ 81.85	\$ 77,933.69	\$ 8,659.30	\$ 493.25	\$ 90,866.22	\$ 10,096.25	\$ 575.10
Départ d'un trou	4	18	1.1%	4.5	\$ 1,331.81	\$ 332.95	\$ 73.99	\$ 14,303.27	\$ 3,575.82	\$ 794.63	\$ 15,635.08	\$ 3,908.77	\$ 868.62
Sortie de l'acier du trou	8	135	8.6%	16.9	\$ 10,329.60	\$ 1,291.20	\$ 76.52	\$ 59,143.61	\$ 7,392.95	\$ 438.10	\$ 69,473.21	\$ 8,684.15	\$ 514.62
Déplacement matériel	15	361	22.9%	24.1	\$ 68,072.36	\$ 4,538.16	\$ 188.57	\$ 142,112.74	\$ 9,474.18	\$ 393.66	\$ 210,185.10	\$ 14,012.34	\$ 582.23
Écaillage	3	23	1.5%	7.7	\$ 749.16	\$ 249.72	\$ 32.57	\$ 12,658.81	\$ 4,219.60	\$ 550.38	\$ 13,407.97	\$ 4,469.32	\$ 582.96
Boulonnage	7	150	9.5%	21.4	\$ 17,160.57	\$ 2,451.51	\$ 114.40	\$ 53,921.05	\$ 7,703.01	\$ 359.47	\$ 71,081.62	\$ 10,154.52	\$ 473.88
Autres	32	731	46.4%	22.8	\$ 132,168.12	\$ 4,130.25	\$ 180.80	\$ 232,668.84	\$ 7,270.90	\$ 318.29	\$ 364,836.96	\$ 11,401.16	\$ 499.09
Total (ou moyenne)	78	1576	100.0%	20.2	\$ 242,744.15	\$ 3,112.10	\$ 154.03	\$ 592,742.01	\$ 7,599.26	\$ 376.11	\$ 835,486.16	\$ 10,711.36	\$ 530.13
Écart-type				33.5		\$ 8,391.97	\$ 259.64		\$ 10,802.33	\$ 227.15		\$ 15,617.92	\$ 309.54

**Tableau 6 :
Coûts, Agent
causal**

	<i>Nb</i>	<i>Jrs perdus</i>	<i>Proportion</i>	<i>Grav. moy.</i>	<i>Direct</i>	<i>Direct moy.</i>	<i>Direct/Jour</i>	<i>Indirect</i>	<i>Indirect moy.</i>	<i>Indirect/Jour</i>	<i>Total</i>	<i>Total moy.</i>	<i>Total/Jour</i>
Espace restreint	3	250	16%	83.3	\$ 14,526.52	\$ 4,842.17	\$ 58.11	\$ 82,852.05	\$ 27,617.35	\$ 331.41	\$ 97,378.57	\$ 32,459.52	\$ 389.51
Matériel défectueux	3	120	8%	40.0	\$ 52,550.33	\$ 17,516.78	\$ 437.92	\$ 14,822.50	\$ 4,940.83	\$ 123.52	\$ 67,372.83	\$ 22,457.61	\$ 561.44
Mauvaise pratique	10	126	8%	12.6	\$ 10,112.89	\$ 1,011.29	\$ 80.26	\$ 45,338.93	\$ 4,533.89	\$ 359.83	\$ 55,451.82	\$ 5,545.18	\$ 440.09
Objet en chute	16	298	19%	18.6	\$ 58,642.52	\$ 3,665.16	\$ 196.79	\$ 111,372.33	\$ 6,960.77	\$ 373.73	\$ 170,014.85	\$ 10,625.93	\$ 570.52
Objet lourd déplacé	10	194	12%	19.4	\$ 52,566.28	\$ 5,256.63	\$ 270.96	\$ 89,725.19	\$ 8,972.52	\$ 462.50	\$ 142,291.47	\$ 14,229.15	\$ 733.46
Objet lourd soulevé	7	216	14%	30.9	\$ 25,598.56	\$ 3,656.94	\$ 118.51	\$ 73,481.78	\$ 10,497.40	\$ 340.19	\$ 99,080.34	\$ 14,154.33	\$ 458.71
Outil (foreuse)	13	144	9%	11.1	\$ 6,060.05	\$ 466.16	\$ 42.08	\$ 77,001.46	\$ 5,923.19	\$ 534.73	\$ 83,061.51	\$ 6,389.35	\$ 576.82
Autres	16	228	14%	14.3	\$ 22,687.00	\$ 1,417.94	\$ 99.50	\$ 98,147.77	\$ 6,134.24	\$ 430.47	\$ 120,834.77	\$ 7,552.17	\$ 529.98
Total (ou moyenne)	78	1576	100%	20.2	\$ 242,744.15	\$ 3,112.10	\$ 154.03	\$ 592,742.01	\$ 7,599.26	\$ 376.11	\$ 835,486.16	\$ 10,711.36	\$ 530.13
Écart-type				33.5		\$ 8,391.97	\$ 259.64		\$ 10,802.33	\$ 227.15		\$ 15,617.92	\$ 309.54

Annexe 7

Régression du modèle multivarié

Coût indirect =

f [Nombre jours assignation temporaire, (Nombre jours assignation temporaire)², Nombre jours remplaçant, Quart de nuit, Âge, Prix de l'once d'or, Nombre jours production sous terre, (Nombre jours production sous terre)², Activité forage, Activité déplacement matériel, Activité écaillage]

Avant tout, nous avons tenté de savoir quelle spécification colle le mieux aux données. Dans ce cas-ci, on a le choix entre quatre spécifications différentes :

	<u>Variable dépendante</u>	<u>Variables indépendantes</u>
1.	Linéaire	Linéaire
2.	Linéaire	Logarithmique
3.	Logarithmique	Linéaire
4.	Logarithmique	Logarithmique

En ajout à ces quatre spécifications, nous avons également utilisé la transformation Box-Cox.³¹ La transformation Box-Cox d'une variable s'écrit ainsi :

$$x^{(\lambda)} = (x^\lambda - 1)/\lambda$$

Dans la plupart des cas, on s'attend à ce que la valeur de λ se situe entre -2 et 2 . Si λ est égal à 1 , on considère la forme comme tendant vers la linéarité. Si λ est égal à 0 , on peut trouver à l'aide de la règle de L'Hôpital³² que $x^{(\lambda)} = \ln x$; c'est logarithmique. Prenons l'exemple d'un modèle Box-Cox simple où les variables indépendantes sont transformées :

$$y = \alpha + \sum_k \beta_k x_k^{(\lambda)} + \varepsilon$$

Selon la spécification, on transforme soit la variable dépendante, soit les variables indépendantes, ou encore la variable dépendante et les variables indépendantes. Mis à part la

³¹ Pour des explications plus détaillées sur la transformation Box-Cox, voir Greene (1997), pp.479-487.

³² Voir Chiang (1984), pp. 429-430

complexité des calculs, en principe, chaque variable peut être transformée par une valeur différente de λ . Ici, nous utiliserons le même λ pour toutes les variables transformées. De par sa non linéarité, on estime le modèle par maximum de vraisemblance.

Avec le modèle, nous n'avons pas pu utiliser la transformation Box-Cox de façon intensive. Plusieurs observations de variables explicatives comportent des valeurs de zéro. Par construction, la transformation Box-Cox ne peut être utilisée lorsque les variables ont une valeur de zéro car λ serait restreint à des valeurs strictement positives. La seule forme viable de Box-Cox est la transformation de la seule variable dépendante.

Nous avons aussi effectué la régression avec chacune des spécifications énumérées ci-dessus. À noter que, lorsque les variables indépendantes sont mises en logarithme, les variables binaires ne sont pas transformées. Voici les résultats :

Spécification des variables		λ	$\ln L$
Dépendante	Indépendantes		
Linéaire	Linéaire		-679,504
Linéaire	Logarithmique		-679,442
Logarithmique	Linéaire		-702,255
Logarithmique	Logarithmique		-702,116
Box-Cox – Dépendante transformée		0,750	-673,410

n=78

Pour déterminer quelle spécification est la meilleure, nous pouvons faire des tests de rapport de vraisemblance :

$$RV = -2[\ln L(\text{modèle a}) - \ln L(\text{modèle b})] \sim \chi^2(1)$$

Voici les résultats des test de rapport de vraisemblance :

$\ln L$, Spécification « a »	$\ln L$, Spécification « b »	Rapport vraisemblance
Linéaire-linéaire	Box-Cox – Dépendante	12,188
Linéaire-logarithmique	Box-Cox – Dépendante	12,064
Linéaire-linéaire	Linéaire-logarithmique	0,124
$\alpha_{\chi^2(1)95\%}$	3,84	

Les tests de rapport de vraisemblance montrent que la spécification Box-Cox – dépendante transformée – est légèrement supérieure aux spécifications lin-lin et lin-log. Quoique significative, la différence est plutôt mince, et c’est pour des raisons de simplicité qu’on abandonnera la transformation Box-Cox. Il nous reste les spécifications lin-lin et lin-log. Comme on peut le constater en faisant le test de ratio de vraisemblance, la spécification lin-log n’est pas significativement meilleure que la spécification lin-lin. Nous conserverons la spécification la plus simple, c’est-à-dire la forme linéaire. Pour faire la régression, nous avons utilisé la méthode des moindres carrés ordinaires (MCO).

Nous avons finalement vérifié la présence d’hétéroscédasticité de la variance des résidus. Pour tester la présence d’un tel problème, nous avons utilisé le test du multiplicateur de Lagrange de Breusch-Pagan-Godfrey version corrigée Koenker et Basset (1982).³³

Posons le modèle suivant : $\sigma^2_i = \sigma^2 f(\alpha_0 + \boldsymbol{\alpha}'\mathbf{z}_i)$

où \mathbf{z}_i est la matrice des variables explicatives de la variance, en l’occurrence toutes les variables explicatives utilisées dans le modèle.

Les hypothèses sont :

$H_0 : \boldsymbol{\alpha}' = \mathbf{0}$ homoscélasticité

$H_1 : \boldsymbol{\alpha}' \neq \mathbf{0}$ hétéroscélasticité

Nous calculons ensuite la statistique du multiplicateur de Lagrange B-P-G version K-B :

$$LM = [1/V] (\mathbf{u} - E(\mathbf{u})\mathbf{i})' \mathbf{Z}(\mathbf{Z}'\mathbf{Z})^{-1} \mathbf{Z}' (\mathbf{u} - E(\mathbf{u})\mathbf{i})$$

où $V = 1/n \sum_i [e_i^2 - \mathbf{e}'\mathbf{e}/n]^2$ (estimateur de la variance de e_i^2)

$\mathbf{u} = (e_1^2, e_2^2, e_3^2, \dots, e_n^2)$ (vecteur des résidus au carré)

$E(\mathbf{u}) = \mathbf{e}'\mathbf{e} / n$ (estimateur de la variance de e_i)

$\mathbf{Z} =$ matrice des variables explicatives de σ^2_i , en l’occurrence
[1, jours perdus, ..., activité écaillage]

³³ Voir Greene (1997) pp. 551-553

La statistique obtenue est $LM = 18,358$ qui suit une $\chi^2(11)$, dont la valeur critique à 95 % est de 19,675. Bien que nous soyons près de la valeur critique, nous ne rejetons pas l'hypothèse nulle. Il n'y a donc pas présence d'hétéroscédasticité de la variance des résidus.

Annexe 8

Régression du modèle multivarié préféré

$$\begin{aligned}\text{Coût indirect}_i &= \beta_0 + \beta_1[\text{Nombre jours assignation temporaire}_i] \\ &+ \beta_2[\text{Quart de nuit}_i] + \beta_3[\text{Nombre jours remplaçant}_i] \\ &+ \beta_4[\text{Nombre jours production sous terre}_i] \\ &+ \beta_5[\text{Activité forage}_i] + e_i\end{aligned}$$

Nous avons conservé la même spécification (linéaire) que le modèle multivarié original pour faciliter la comparaison. La régression a été faite à l'aide de l'estimateur des moindres carrés ordinaires (MCO).

Nous avons vérifié la présence d'hétéroscédasticité de la variance des résidus à l'aide du test du multiplicateur de Lagrange de Breusch-Pagan-Godfrey version corrigée Koencker et Basset (1982), tel que décrit à l'annexe 7.

H_0 : Homoscédasticité

H_1 : Hétéroscédasticité

La valeur de la statistique obtenue est 9,225 qui suit une $\chi^2(5)$, dont la valeur critique à 95% est 11,071. Nous ne rejetons pas l'hypothèse nulle d'homoscédasticité.

Annexe 9

Questionnaire de Gareau (1994) sur les coûts indirects des accidents

I – INFORMATIONS PRÉLIMINAIRES

1. Numéro du questionnaire : _____

2. Nom de l'accidenté : _____

3. Caractéristiques de l'accidenté :

Sexe : Masculin _____ Féminin _____
Âge : _____ Années
Nombre d'années d'expérience au poste occupé lors de l'événement:
_____ Années _____ Mois

4. Poste occupé par l'accidenté au moment de l'événement: _____

- Salaire de l'employé : _____ \$/heure
Nombre d'heures/semaine normalement travaillées : _____ Heures

5. Âge de l'accidenté au moment de l'accident : _____ ans

6. Date de l'accident : Jour _____ Mois _____ Année _____
Heure _____ Minutes _____

7. Date de retour au travail : Jour _____ Mois _____ Année _____
Heure _____ Minutes _____

8. Nombre de jours indemnisés par la CSST : _____ Jours

9. Nombre de jours d'assignation temporaire : _____ Jours

10. Description de l'événement

a) Genre d'accident (chute au même niveau, collision, chute d'objet,...) :

b) Nature de la blessure (Fracture, étirement, coupure,...) :

c) Siège de la blessure (dos, tête, main,...) :

d) Activité du travailleur lors de l'accident :

e) Agent causal (environnement, objet en chute, outil,...) :

II – COÛTS SALARIAUX

11. Temps perdu par l'accidenté le jour de l'accident :
Heures _____ Minutes _____
12. Indemnités complémentaires, s'il y a lieu, versées par l'employeur (et non remboursées par la CSST) pendant la période d'absence qui suit le jour de l'accident : _____ \$
13. Nombre de travailleurs ayant interrompu le travail pour assister la victime, pour commenter l'accident ou par curiosité : _____
Temps moyen pour un travailleur : Heures _____ Minutes _____
Salaire moyen de ces travailleurs : _____ \$/heure
14. Nombre de travailleurs ayant interrompu leur travail en raison de leur dépendance à l'égard du travailleur accidenté ou du matériel endommagé : _____

Temps moyen perdu par un travailleur : Heures _____ Minutes _____
Salaires moyen de ces travailleurs : _____ \$/heure
15. Nombre de contremaîtres, superviseurs, directeurs ayant consacré du temps au moment de l'accident : _____

Temps moyen consacré : Heures _____ Minutes _____
Salaire moyen de ces personnes : _____ \$/heure

16. Temps consacré à la victime au moment de la survenance de l'accident par les infirmiers, médecins, secouristes, de l'entreprise :

Nombre de personnes impliquées : _____

Temps consacré : Heures _____ Minutes _____

Salaire moyen de ces personnes : _____

17. Dans l'éventualité où d'autres personnes que celles déjà mentionnées ont été impliquées de près ou de loin au moment de l'accident, veuillez le déclarer ici (ne pas inclure les employés de bureau et les assistants administratifs) :

17.1 Titre : _____

Nature de la participation : _____

Temps consacré : Heures _____ Minutes _____

Salaire : _____\$/heure

17.2 Titre : _____

Nature de la participation : _____

Temps consacré : Heures _____ Minutes _____

Salaire : _____\$/heure

17.3 Titre : _____

Nature de la participation : _____

Temps consacré : Heures _____ Minutes _____

Salaire : _____\$/heure

18. Si le travailleur accidenté a été remplacé pendant la durée de son absence, répondez à la question 19 au complet ; sinon passez à la question 20.

18.1 Le jour de l'accident, le travailleur accidenté a-t-il été remplacé par un travailleur ne travaillant pas normalement cette journée ?

OUI _____ NON _____

Si oui, indiquez le temps travaillé par le remplaçant le jour de l'accident :

Heures _____ Minutes _____

Salaire : _____\$/heure

18.2 Le travailleur accidenté a-t-il été remplacé pendant son assignation temporaire ? OUI _____ NON _____

Si le travailleur remplaçant provient d'un autre poste, indiquez :

Le nombre d'heures travaillées par le remplaçant :

Heures _____ Minutes _____

Le salaire du remplaçant pendant l'assignation : _____\$/heure

Le salaire régulier du remplaçant : _____\$/heure

La baisse de productivité du remplaçant : _____%

(mesurée par l'écart en pourcentage entre le niveau d'activité normale et celui du remplaçant)

Si le travailleur remplaçant provient d'une liste de rappel, précisez :

Le salaire de la personne chargée du rappel de l'employé :

_____\$/heure

Le temps consacré au rappel : Heures _____ Minutes _____

Le nombre d'heures travaillées par le remplaçant :

Heures _____ Minutes _____

Le salaire du remplaçant pendant l'assignation : _____\$/heure

La baisse de productivité du remplaçant : _____%

(mesurée par l'écart en pourcentage entre le niveau d'activité normale et celui du remplaçant)

Veillez décrire brièvement l'emploi assigné temporairement (ou les modifications apportées au poste du travailleur) : _____

Indiquez le nombre d'heures durant lesquelles l'employé accidenté a occupé un emploi temporairement assigné :

Heures _____ Minutes _____

18.3 Si le travailleur accidenté a été remplacé par un autre travailleur durant son absence, précisez :

Si le remplaçant provient (cochez une seule réponse) :

D'une liste de rappel : _____

D'un autre poste : _____

Si le travailleur provient d'un autre poste, indiquez :

Le nombre d'heures travaillées par le remplaçant :

Heures _____ Minutes _____

Le salaire du remplaçant durant la période d'absence de l'accidenté :

_____\$/heure

Le salaire régulier du remplaçant : _____\$/heure

La baisse de productivité du remplaçant : _____%

(mesurée par l'écart en pourcentage entre le niveau d'activité normale et celui du remplaçant).

Si le travailleur remplaçant provient d'une liste de rappel, précisez : Le salaire de la personne chargée du rappel de l'employé :

_____\$/heures

Le temps consacré au rappel : Heures _____ Minutes _____

Le salaire du remplaçant pendant le période d'absence de l'accidenté :

_____\$/heure

Le salaire régulier du remplaçant : _____\$/heure

La baisse de productivité du remplaçant : _____%

(mesurée par l'écart en pourcentage entre le niveau d'activité normale et celui du remplaçant)

III – COÛTS DES PERTES MATÉRIELLES

19. Réparation de la machinerie ou de l'équipement endommagé :
- a) Si les réparations ont été effectuées par des employés de l'entreprise, indiquez :
- le coût des pièces de rechange : _____ \$
- le coût des équipements loués pour la réparation : _____ \$
- le nombre de personnes affectées à la réparation : _____
- le temps moyen consacré par chaque travailleur :
- Heures _____ Minutes _____
- le salaire moyen de ces travailleurs : _____ \$/heure
- b) Si la réparation a été confiée à des intervenants extérieurs, précisez le coût total de la réparation : _____ \$
20. Si la machinerie ou l'équipement a été intégralement remplacé, précisez le coût total de ce remplacement : _____ \$
21. Dans l'éventualité où des équipements ou des machines ont été provisoirement loués en remplacement de ceux qui ont été endommagés, indiquez le coût total de la location : _____ \$
22. Coût de dommages causés à la marchandise : _____ \$
23. Coût des médicaments et du matériel de premiers soins utilisés : _____ \$

24. Autres coûts matériels (Frais de nettoyage, dommages causés aux équipements de protection individuelle,...) : _____ \$

IV – COÛTS LIÉS À LA PRODUCTION

25. Dans l'éventualité où des retards consécutifs à l'accident du travail ont été comblés par des heures supplémentaires, le jour de l'accident, précisez :

Le nombre total d'heures supplémentaires effectuées par les employés :

Heures _____ Minutes _____

Le salaire horaire moyen payé pendant les heures supplémentaires :

_____ \$/heure

26. Dans le cas où des heures supplémentaires ont été effectuées par le travailleur remplaçant pendant l'assignation temporaire ou pendant la période d'absence du travailleur accidenté, précisez :

Le nombre total d'heures supplémentaires effectuées par le remplaçant :

Heures _____ Minutes _____

Le salaire horaire payé pendant les heures supplémentaires :

_____ \$/heure.

27. Afin d'évaluer la productivité (rendement) de l'accidenté à son retour au travail, indiquez :

Le nombre de jours pour lesquels son niveau de productivité était inférieur au niveau de productivité normal : _____ Jours

L'écart en pourcentage entre le niveau normal de productivité et celui observé au retour au travail : _____ %

28. Afin d'évaluer la productivité (rendement) des travailleurs (autres que l'accidenté) à la reprise du travail, indiquez :

Le nombre d'heures pendant lesquelles la productivité était inférieure au taux normal : Heures _____ Minutes _____

Le nombre d'employés dont la productivité est inférieure au taux normal : _____

Leur salaire horaire moyen : _____\$/heure

L'écart en pourcentage entre le niveau normal de productivité et celui observé au retour au travail : _____ %

29. Temps total perdu par l'accidenté à son retour au travail pour des visites médicales, participation à l'enquête ou autre :

Heures _____ Minutes _____

30. Temps total perdu par les travailleurs autres que l'accidenté pour participer à l'enquête ou autre :

Heures _____ Minutes _____

Salaire : _____\$/heure

V – COÛTS ADMINISTRATIFS

31. Le nombre de personnes affectées à l'enquête et analyse de l'accident (autres que les personnes interrogées) : _____

Le nombre d'heures consacrées : Heures _____ Minutes _____

Le salaire moyen de ces personnes : _____\$/heure

32. Nombre de personnes ayant eu charge des tâches administratives liées à l'accident (formules requises par la CSST, réorganisation du travail...) :

Nombre d'heures consacrées : Heures _____ Minutes _____

Salaire moyen de ces employés : _____\$/heure

VI – AUTRES COÛTS

33. Coût du transport de l'accidenté de son lieu de travail à un hôpital ou à un centre de secours : _____\$

(Il convient de tenir compte du coût du ou des accompagnateurs, si ce dernier coût n'a pas été pris en compte précédemment.)

34. Coût total des contestations et poursuites légales (avocats, frais juridiques, expertises,...) : _____\$

35. Coût total des contestations et expertises médicales : _____\$

36. Indemnités supplémentaires versées (à la famille de l'accidenté ou autre) :
_____ \$

37. Autres coûts :

Coûts fixes (chauffage, loyer, etc...) supportés par l'entreprise pendant la période durant laquelle l'activité est interrompue (si cet arrêt est imputable à l'accident) : _____ \$

Montant pour pénalité de retard de livraison : _____ \$