

Une revue des méthodes d'évaluation de la rentabilité de la prévention des lésions professionnelles

Martin Lebeau

PROJETS
SPÉCIAUX

R-1109



NOS RECHERCHES travaillent pour vous !

Solidement implanté au Québec depuis 1980, l'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSSST) est un organisme de recherche scientifique reconnu internationalement pour la qualité de ses travaux.

Mission

Contribuer, par la recherche, à la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles ainsi qu'à la réadaptation des travailleurs qui en sont victimes;

Assurer la diffusion des connaissances et jouer un rôle de référence scientifique et d'expertise;

Offrir les services de laboratoires et l'expertise nécessaires à l'action du réseau public de prévention en santé et en sécurité du travail.

Doté d'un conseil d'administration paritaire où siègent en nombre égal des représentants des employeurs et des travailleurs, l'IRSSST est financé par la Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail.

Pour en savoir plus

Visitez notre site Web ! Vous y trouverez une information complète et à jour. De plus, toutes les publications éditées par l'IRSSST peuvent être téléchargées gratuitement.

www.irsst.qc.ca

Pour connaître l'actualité de la recherche menée ou financée par l'IRSSST, abonnez-vous gratuitement :

- au magazine *Prévention au travail*, publié conjointement par l'Institut et la CNESST (preventionautravail.com)
- au bulletin électronique InfoIRSSST

Dépôt légal

Bibliothèque et Archives nationales du Québec
2020
ISBN : 978-2-89797-133-5
ISSN : 0820-8395

IRSSST - Direction des communications
et de la valorisation de la recherche
505, boul. De Maisonneuve Ouest
Montréal (Québec)
H3A 3C2
Téléphone : 514 288-1551
publications@irsst.qc.ca
www.irsst.qc.ca

© Institut de recherche Robert-Sauvé
en santé et en sécurité du travail

Octobre 2020

Une revue des méthodes d'évaluation de la rentabilité de la prévention des lésions professionnelles

Martin Lebeau

IRSST

PROJETS
SPÉCIAUX

R-1109



Avis de non-responsabilité

L'IRSST ne donne aucune garantie relative à l'exactitude, la fiabilité ou le caractère exhaustif de l'information contenue dans ce document. En aucun cas l'IRSST ne saurait être tenu responsable pour tout dommage corporel, moral ou matériel résultant de l'utilisation de cette information.

Notez que les contenus des documents sont protégés par les législations canadiennes applicables en matière de propriété intellectuelle.

Cette publication est disponible en version PDF sur le site Web de l'IRSST.

[www.irsst.qc.ca](#)



ÉVALUATION PAR DES PAIRS

Conformément aux politiques de l'IRSST, les résultats des travaux de recherche publiés dans ce document ont fait l'objet d'une évaluation par des pairs.

SOMMAIRE

Les lésions professionnelles entraînent des coûts élevés qui sont assumés par l'ensemble des acteurs économiques de la société (travailleurs, employeurs, assureurs, collectivité). L'investissement dans la prévention des lésions professionnelles peut permettre d'en réduire l'ampleur. Toutefois, l'investissement en vaut-il toujours le coût? Et comment peut-on estimer la rentabilité d'un investissement en prévention?

Cette étude s'inscrit dans la volonté institutionnelle de développer des connaissances et des outils en lien avec le calcul de la rentabilité des investissements en prévention des lésions professionnelles dans les entreprises.

Une recension des plus récentes études sur le sujet, publiées entre 1995 et 2017, a permis de dresser un portrait des principales approches utilisées dans la littérature scientifique pour effectuer ce type d'analyse. Bien que l'analyse coût-bénéfice soit le type d'analyse économique employée dans la grande majorité des études recensées, la revue de la littérature révèle, entre autres, une grande hétérogénéité dans les méthodologies appliquées par les chercheurs. Ces différences sont surtout constatées au niveau des devis d'étude, des durées d'exposition et dans la composition des coûts et des bénéfices des interventions analysées. Des divergences sont également constatées au niveau des résultats obtenus. En effet, bien que les interventions soient rentables dans la majorité des études recensées, certaines interventions se révèlent être très rentables, alors que d'autres ne le sont pas du tout.

En plus de l'hétérogénéité des approches utilisées par les chercheurs, les caractéristiques des interventions ainsi que l'environnement dans lequel se déroulent les études (pendant et après l'intervention) s'avèrent des éléments-clés pouvant grandement influencer la rentabilité des investissements en prévention. Ainsi, il n'est pas recommandé de généraliser les résultats d'une étude à un autre contexte. Chaque analyse de rentabilité est unique et difficilement « transférable », sauf exception.

Puisque la littérature scientifique ne nous permet pas de tirer des conclusions claires quant à la rentabilité des investissements voués à la prévention des lésions professionnelles, une standardisation des pratiques serait souhaitable. Ceci permettrait, entre autres, d'uniformiser le niveau de qualité des études publiées dans la littérature et faciliterait les comparaisons. Une telle standardisation a toutefois ses limites, puisque dans ce type d'étude, les chercheurs n'ont parfois que peu ou pas d'emprise sur certains facteurs pouvant influencer leurs analyses.

Le présent rapport se veut également un document de référence ou un guide, dans la mesure où on y présente et décrit les différents concepts méthodologiques liés à la réalisation d'une analyse de rentabilité portant sur la prévention des lésions professionnelles. De plus, des recommandations sont émises quant aux choix méthodologiques inhérents à la réalisation de ce type d'étude.

TABLE DES MATIÈRES

SOMMAIRE	i
LISTE DES TABLEAUX.....	v
LISTE DES FIGURES	vii
LISTE DES ACRONYMES	ix
1. INTRODUCTION	1
1.1 L'investissement en prévention	1
1.2 Les obstacles à l'analyse de rentabilité	2
2. OBJECTIFS DE RECHERCHE.....	3
2.1 Objectif principal.....	3
2.2 Objectifs spécifiques	3
3. REVUE DE LA LITTÉRATURE.....	5
3.1 Recherche bibliographique.....	5
3.2 Sélection des études	5
3.3 Synthèse	7
4. CONCEPTS MÉTHODOLOGIQUES	11
4.1 Perspective.....	11
4.2 Horizon temporel.....	11
4.3 Devis d'étude.....	12
4.3.1 Études non expérimentales	13
4.3.2 Études expérimentales	15
4.3.3 Études quasi expérimentales.....	17
4.4 Analyse statistique	19
4.5 Analyse économique	20
4.5.1 Analyse coût-bénéfice	22
4.5.2 Analyse coût-efficacité	24
4.5.3 Analyse coût-utilité.....	29
4.5.4 Analyse coût-conséquence.....	31
4.5.5 Analyse de minimisation des coûts.....	31
4.6 Coûts de l'intervention	32
4.7 Bénéfices de l'intervention	32
4.7.1 Lésions professionnelles évitées	33
4.7.2 Changements dans la productivité.....	34

4.7.3	Autres bénéfiques	36
4.8	Mesures qualitatives.....	36
4.9	Actualisation	37
4.10	Analyse de sensibilité.....	38
5.	RECOMMANDATIONS	41
6.	CONCLUSION.....	45
	BIBLIOGRAPHIE	47
	ANNEXE A : MOTS-CLÉS DE LA RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE.....	55
	ANNEXE B : SYNTHÈSE DES ÉTUDES PORTANT SUR LA RENTABILITÉ DES INVESTISSEMENTS EN PRÉVENTION (1995-2017).....	57
	ANNEXE C : UN EXEMPLE DE CALCUL D'INDICATEURS POUR L'ANALYSE COÛT-BÉNÉFICE	71

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 4.1.	Tests statistiques selon le devis d'étude et la variable mesurant l'effet	20
Tableau 4.2.	Caractéristiques des types d'analyse économique	21
Tableau 4.3.	Les coûts indirects des lésions professionnelles pour l'employeur	34

LISTE DES FIGURES

Figure 1.1.	Niveau optimal de sécurité pour l'employeur.....	1
Figure 3.1.	Organigramme de la revue de la littérature.....	6
Figure 4.1.	Exemple d'un calendrier de coûts et bénéfices associés à un projet ayant une durée de vie estimée de 10 ans.	12
Figure 4.2.	Arbre de décision pour la classification des types de devis d'étude.....	13
Figure 4.3.	Schéma de base des études non expérimentales.....	14
Figure 4.4.	Représentation graphique de l'essai randomisé contrôlé.....	15
Figure 4.5.	Schéma de l'essai randomisé contrôlé (avant-après).	16
Figure 4.6.	Schéma d'une étude avant-après avec groupe contrôle non équivalent.....	17
Figure 4.7.	Schéma de la série chronologique interrompue.	17
Figure 4.8.	Représentation graphique d'une série chronologique interrompue.....	18
Figure 4.9.	Schéma d'une intervention échelonnée (cohorte).....	19
Figure 4.10.	Plan coût-efficacité.	24
Figure 4.11.	Frontière d'acceptabilité.	25
Figure 4.12.	Un exemple de la méthode de rééchantillonnage pour l'analyse coût-efficacité.	26
Figure 4.13.	Courbe d'acceptabilité.....	29
Figure 4.14.	Impact d'une intervention en termes de QALY.....	30
Figure 4.15.	Frontière d'acceptabilité dans les analyses coût-utilité.	31

LISTE DES ACRONYMES

ACB :	Analyse coût-bénéfice
ACC :	Analyse coût-conséquence
ACE :	Analyse coût-efficacité
ACU :	Analyse coût-utilité
AMC :	Analyse de minimisation des coûts
ASD :	Analyse de sensibilité déterministe
ASP :	Analyse de sensibilité probabiliste
BNI :	Bénéfice net incrémentiel
COSC :	Coût d'opportunité social du capital
DALY :	<i>Disability-adjusted life year</i> (espérance de vie corrigée de l'incapacité)
ERC :	Essai randomisé contrôlé
QALY :	<i>Quality-adjusted life year</i> (année de vie pondérée par la qualité)
RCB :	Ratio coût-bénéfice
RCED :	Ratio coût-efficacité différentiel
ROI :	<i>Return-on-investment</i>
RSI :	Retour sur investissement
SST :	Santé et sécurité du travail
TMS :	Trouble musculosquelettique
VAN :	Valeur actuelle nette

1. INTRODUCTION

Les lésions professionnelles sont coûteuses pour l'ensemble de la société (travailleurs, employeurs, assureurs et collectivité). On estime que les lésions qui surviennent chaque année au Québec entraînent des coûts d'environ 4,8 milliards de dollars (Duguay, Boucher, Prud'homme, Busque et Lebeau, 2017). Les employeurs du Québec, qui assument une part non négligeable de ces coûts, peuvent en réduire l'ampleur en investissant dans la prévention des lésions professionnelles. Toutefois, est-ce que ce type d'investissement en vaut toujours le coût? Il s'agit d'une question tout à fait légitime que peuvent se poser les gestionnaires d'entreprises.

1.1 L'investissement en prévention

La pérennité d'une entreprise ne peut être assurée sans un équilibre entre ses revenus et ses charges. Tôt ou tard, une entreprise qui ne génère aucun profit ou des profits insuffisants sera vouée à disparaître. Pour éviter une telle situation, les entreprises tentent donc à la fois de réduire les coûts de production et d'augmenter les revenus. La diminution du nombre de lésions professionnelles constitue une des options permettant de réduire les coûts.¹

De façon théorique, on peut avancer qu'il existe un niveau optimal de sécurité propre à chaque entreprise. L'atteinte de ce niveau optimal permet de réduire au minimum les coûts liés à la santé et la sécurité du travail (SST). Un graphique, inspiré de Cagno, Micheli, Masi et Jacinto (2013), permet de démontrer ce raisonnement intuitif (Figure 1.1).

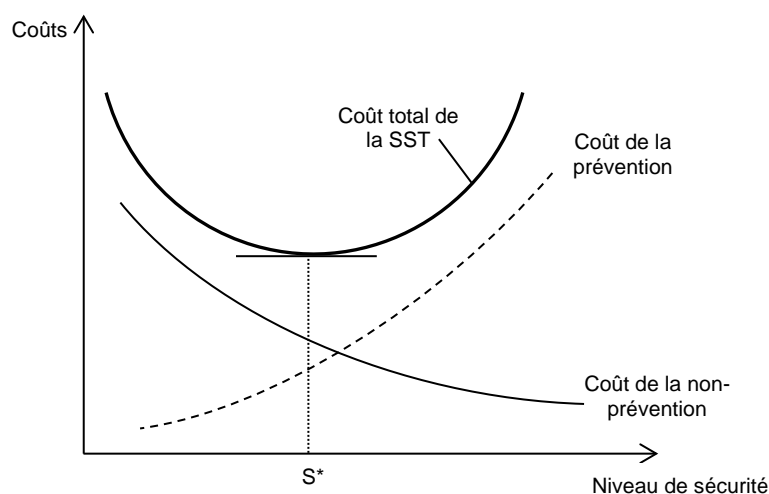


Figure 1.1. Niveau optimal de sécurité pour l'employeur.

Dans ce graphique, on constate que le niveau optimal de sécurité (S^*) se situe au point le plus bas de la courbe « Coût total de la SST », qui correspond à la somme des coûts de la prévention et des conséquences de la non-prévention. Ainsi, c'est au point S^* que l'entreprise réduit au

¹ Ceci est d'autant plus vrai dans un contexte de pénurie de main-d'œuvre, où les coûts de recrutement sont plus élevés.

minimum les coûts reliés à la SST. On peut donc affirmer que, toute chose étant égale par ailleurs, une entreprise pour laquelle le niveau de sécurité est faible (moins élevé que S*) a intérêt à investir en prévention afin de réduire les coûts associés à la SST.

Ce graphique révèle un autre point intéressant. Selon le niveau de sécurité initial, le ratio coût-bénéfice de la prévention ne sera pas le même, et ce, en raison de la pente des courbes « Coût de la prévention » et « Coût de la non-prévention » qui varient selon le niveau de sécurité. Les bénéfiques peuvent ainsi grandement surpasser les coûts pour un niveau de sécurité initial faible. À l'opposé, les coûts peuvent grandement surpasser les bénéfiques à un niveau de sécurité initial élevé.

Dans certaines publications, on tente de vanter la rentabilité de la prévention en SST par des phrases accrocheuses du type « Un dollar investi en prévention en rapporte quatre ». Dans la réalité, ces ratios dépendent de plusieurs éléments, dont le niveau de sécurité initial dans l'entreprise, le type d'intervention, les paramètres de l'analyse coût-bénéfice, etc. Ainsi, aucun ratio ne peut être appliqué de façon universelle.

1.2 Les obstacles à l'analyse de rentabilité

L'investissement en prévention doit être considéré comme tout autre investissement au sein de l'entreprise (p. ex. : acquisition, agrandissement, changements de fournisseurs, publicité) et c'est par l'entremise d'une analyse économique qu'il sera possible de déterminer si non seulement les investissements dans les activités de prévention sont efficaces, mais aussi rentables. Ce type d'analyse s'avère toutefois difficile à réaliser, et ce, pour plusieurs raisons. Notons l'accès souvent difficile à des données de qualité concernant les coûts des lésions professionnelles dans les entreprises; le fait que les coûts des lésions et les bénéfiques de la prévention soient assumés par différentes parties prenantes (p. ex. : travailleur, employeur, assureur, société); l'environnement parfois complexe dans lequel évolue l'entreprise; les ressources nécessaires à de telles analyses (temps, argent, etc.).² Il n'est donc pas surprenant de constater que ce type d'analyse est rarement effectué par les entreprises.

Dans la littérature scientifique, on retrouve plusieurs études de cas portant sur l'analyse de rentabilité de l'investissement en prévention des lésions professionnelles. Toutefois, elles utilisent une variété de démarches et il peut être difficile de s'y retrouver. Des revues de la littérature et des recueils théoriques ont également été publiés. Par contre, tout comme les études de cas, ces documents sont habituellement rédigés en anglais, ce qui les rend moins accessibles aux différentes parties prenantes de la SST au Québec.

Le plan quinquennal de production scientifique et technique 2018-2022 de l'IRSST s'appuie, entre autres, sur les besoins exprimés par ses différents partenaires sociaux et la communauté scientifique. Parmi ces besoins, fut clairement formulé celui de développer des connaissances et des outils en lien avec le calcul de la rentabilité des investissements en prévention. L'IRSST entend donc mener des travaux sur le sujet et le présent rapport en constitue le premier jalon.

² Voir Tompa, Dolinschi, de Oliveira et Irvin (2009) ainsi que Cagno *et al.* (2013) pour d'autres exemples.

2. OBJECTIFS DE RECHERCHE

2.1 Objectif principal

La présente étude vise à dresser un portrait actuel de l'état des connaissances en ce qui concerne les méthodes d'évaluation de la rentabilité des investissements dans la prévention des lésions professionnelles.

2.2 Objectifs spécifiques

- Effectuer une recension des plus récentes analyses de rentabilité en lien avec la prévention des lésions professionnelles publiées dans la littérature scientifique;
- Présenter une synthèse des méthodologies et des résultats obtenus dans les études recensées;
- Définir les concepts inhérents à la réalisation d'une analyse de rentabilité d'un investissement en prévention;
- Formuler des recommandations quant aux choix méthodologiques à privilégier lors de la réalisation de telles analyses.

3. REVUE DE LA LITTÉRATURE

Depuis les travaux d'Heinrich (1931), plusieurs chercheurs se sont intéressés à l'estimation des coûts des lésions professionnelles ainsi qu'à la rentabilité des investissements en prévention. La présente revue de la littérature a pour objectif de répertorier les principales analyses de rentabilité en lien avec des investissements en SST publiées dans la littérature scientifique depuis 1995 jusqu'à 2017. Elle permettra de dresser un portrait détaillé des caractéristiques méthodologiques de ces études et d'en dégager certains constats.³

3.1 Recherche bibliographique

Une recherche bibliographique a été réalisée par mots-clés dans différentes bases de données par l'entremise du centre de documentation de l'IRSST. Celle-ci se limite aux études ayant été publiées depuis 2006. Une revue systématique de la littérature, couvrant la période 1990-2006, ayant déjà été effectuée par Tompa, Dolinschi, de Oliveira, *et al.* (2009), nous utiliserons les études recensées dans cet article pour compléter la recherche bibliographique. Les bases consultées sont les suivantes : PubMed ABI/Inform, Social sciences full text, OSH Update, CCHST, ScienceDirect, PAIS International, EconLit, BIOSIS, Ergonomics abstracts, Google Scholar, ISST ainsi que certains blogues en SST. Trois catégories de mots-clés en français et en anglais ont été utilisées. La première catégorie cible le type d'analyse économique (p. ex. : *cost-benefit analysis*, *economic analysis*, rentabilité, etc.). La deuxième catégorie identifie le sujet (p. ex. : *ergonomic intervention*, prévention, *safety management*, etc.). La dernière catégorie définit le milieu d'étude, soit le travail (p. ex. : travail, *occupational*, *workplace*, etc.). La liste complète des mots-clés utilisés est présentée à l'annexe A. Cette recherche bibliographique est complétée à l'aide de moteurs de recherche présents sur Internet, ainsi que par la bibliographie de certains travaux recueillis.⁴

3.2 Sélection des études

Le processus de sélection des études s'est fait en 3 étapes (Figure 3.1) et la recherche bibliographique représente la première. Celle-ci a permis d'identifier 282 études, à partir des mots-clés présentés à l'annexe A. La deuxième étape vise à écarter les documents qui ne portent pas sur le sujet d'étude, c'est-à-dire qui n'effectuent pas une analyse économique d'un investissement en prévention des lésions professionnelles.⁵ Les études qui n'ont pas été évaluées par les pairs ainsi que les doublons sont également éliminés à cette étape. La lecture des résumés a permis de supprimer 256 études qui ne répondaient pas à ces critères. La troisième étape a nécessité la lecture exhaustive des 26 études restantes. À cette dernière étape, ont été supprimées les études dont les interventions sont effectuées à l'extérieur de l'entreprise (p. ex. : dans une clinique), qui sont incomplètes (p. ex. : protocoles de recherche), dont les

³ Il ne s'agit pas d'une revue systématique de la littérature, dans la mesure où il n'y a pas d'évaluation critique de la qualité des études retenues. Il est toutefois à noter que plusieurs des études recensées ont été identifiées via des revues systématiques de la littérature.

⁴ Parmi ceux-ci, notons particulièrement les revues de la littérature effectuées par Sultan-Taïeb *et al.* (2017) et Grimani *et al.* (2018).

⁵ Les études portant sur la réadaptation des travailleurs accidentés ont également été retenues.

analyses sont partielles⁶, qui sont effectuées dans des pays en développement⁷, qui analysent un scénario plutôt que de réels investissements, dans lesquelles les auteurs ont procédé au calcul des coûts indirects par l'entremise d'un simple multiplicateur⁸ ou dont l'intervention consiste uniquement à faire la promotion d'une meilleure hygiène de vie (p. ex. : drogue, alcool, nutrition)⁹. Cette dernière étape a entraîné le retrait de 16 études supplémentaires. On obtient donc un total de 10 études, dans lesquelles on retrouve 13 analyses de rentabilité.

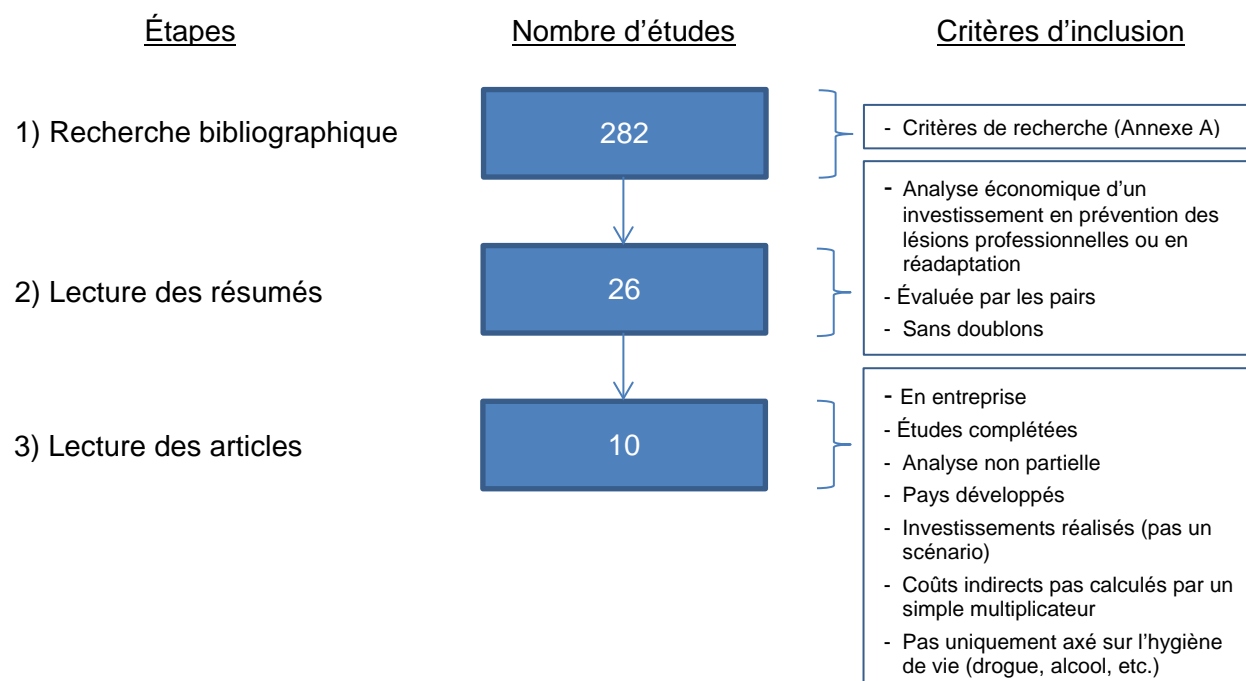


Figure 3.1. Organigramme de la revue de la littérature.

À ces 13 analyses s'en ajoutent 20 (dans 18 études) provenant de Tompa, Dolinschi, de Oliveira, *et al.* (2009). Il s'agit uniquement des études publiées depuis 1995, qui respectent également les critères illustrés à la figure 3.1.¹⁰ Trois autres analyses ont été identifiées grâce aux revues de la littérature effectuées par Grimani *et al.* (2018) et Sultan-Taïeb *et al.* (2017). Ce qui porte le total à 36 analyses provenant de 31 études.

⁶ Les études partielles sont celles qui estiment uniquement les coûts ou uniquement les bénéfices des interventions.

⁷ Selon l'hypothèse que les problématiques de SST varient grandement entre les pays développés et ceux en développement (Tompa, Dolinschi, de Oliveira, *et al.*, 2009). Les pays développés sont identifiés selon les critères du Fonds monétaire international et de la Banque mondiale.

⁸ L'utilisation d'un multiplicateur (p. ex. : ratio coûts indirects/directs de 4/1) pour le calcul des coûts indirects n'est généralement pas considérée comme approche appropriée (Oxenburgh et Marlow, 2005).

⁹ Les études portant uniquement sur la promotion d'une meilleure hygiène de vie, sans l'inclusion d'un programme visant une problématique de SST dans l'entreprise, n'ont pas été retenues pour la principale raison qu'il ne s'agit pas d'un sujet d'étude en lien avec un champ de recherche de l'IRSST.

¹⁰ Cagno *et al.* (2013) stipulent que les approches les plus contemporaines n'ont été développées qu'à partir de la fin des années 90. Il a donc été décidé de ne pas garder les études publiées dans la première moitié de la décennie 90.

3.3 Synthèse

Une synthèse des analyses recensées dans la revue de la littérature est présentée à l'annexe B. Les analyses sont répertoriées en ordre décroissant d'année de publication ainsi que par grandes thématiques de recherche définies comme étant prioritaires par l'IRSST. Ces quatre thématiques de recherche sont les suivantes :

- Prévention durable en SST et environnement de travail : les facteurs sociaux, démographiques, organisationnels et technologiques ayant une incidence sur la survenue de lésions professionnelles dans une perspective de prévention durable de la SST afin de favoriser le maintien en santé au travail (p. ex. : violence, santé psychologique, TMS);
- Prévention des risques chimiques et biologiques : les risques associés à l'exposition à des substances chimiques et à des agents biologiques;
- Prévention des risques mécaniques et physiques : les risques mécaniques englobent la coupure, la lacération ou la piqûre; l'écrasement; le contact avec des machines; les chutes de hauteur; les glissades, trébuchements et chutes de même niveau ainsi que l'effondrement des sols dans les tranchées. Ils incluent également le bruit, les vibrations main-bras et globales du corps ainsi que les contraintes thermiques;
- Réadaptation : les risques d'incapacité prolongée ainsi que les modes d'intervention visant la réadaptation et la réinsertion professionnelle des travailleurs.

Les caractéristiques des analyses de rentabilité sont détaillées à l'annexe B. On y retrouve notamment le type d'analyse économique (analyse coût-bénéfice, analyse coût-efficacité, etc.), le devis d'étude (essai randomisé contrôlé, avant-après sans groupe contrôle, etc.), l'industrie, la profession, les coûts et les bénéfices considérés, la durée d'exposition¹¹ ainsi que le résultat obtenu de l'analyse de rentabilité.

On constate, par ce tableau-synthèse, une surreprésentation d'analyses dans le domaine de la prévention durable en SST et environnement de travail (25 analyses sur 36). Celles-ci portent généralement sur des programmes d'intervention ergonomique, dont le dos est le siège de lésion habituellement ciblé. On remarque également que plus de la moitié des interventions ont été effectuées dans les industries de la fabrication (9) et des soins de santé et assistance sociale (11). L'analyse du tableau-synthèse permet également de constater l'hétérogénéité des méthodologies utilisées par les chercheurs. Celle-ci se situe surtout au niveau des devis d'étude, de la durée d'exposition ainsi que des éléments de coûts et de bénéfices estimés.

En termes de résultats, les interventions se sont révélées rentables dans la majorité des études recensées, soit pour le 2/3 des analyses.¹² Toutefois, des divergences sont constatées dans les résultats obtenus; certaines interventions se révèlent très rentables, d'autres pas du tout.

¹¹ La durée d'exposition correspond à la période de temps entre l'intervention en SST et la mesure de ses effets.

¹² Comme le soulignent Gahan, Sievewright et Evans (2014), un tel constat n'est pas surprenant compte tenu du biais de publication en faveur des études de rentabilité qui obtiennent un résultat positif.

Il y a trois facteurs clés pouvant influencer le résultat des analyses de rentabilité d'interventions en SST : la méthodologie utilisée par les chercheurs, les caractéristiques de l'intervention et l'environnement dans lequel se fait l'intervention.

Par les choix méthodologiques, les chercheurs influencent le résultat de leurs analyses. Par exemple, l'omission de certains coûts liés à l'intervention peut influencer favorablement la rentabilité estimée de celle-ci. L'omission de certains bénéfices aura l'effet contraire. C'est ce que l'on constate dans l'étude de Tompa, Dolinschi, Alamgir, Sarnocinska-Hart et Guzman (2016). Les auteurs concluent leur article en spécifiant que si les bénéfices de l'intervention avaient été mieux mesurés (de façon plus complète), le ratio coût-bénéfice aurait été supérieur à celui estimé et aurait donc pu afficher une rentabilité.

L'hétérogénéité des approches utilisées par les chercheurs ne peut cependant expliquer en totalité la divergence des résultats obtenus dans la littérature. L'étude de Lahiri, Low et Barry (2011) peut être citée en exemple pour soutenir ce point. Les auteurs comparent la rentabilité de quatre investissements, dans quatre entreprises différentes. Et malgré l'utilisation d'une méthodologie similaire pour l'analyse de rentabilité, les auteurs obtiennent des résultats qui divergent grandement. L'intervention la moins rentable engendre un ratio coût-bénéfice de 0,5; elle génère des coûts environ deux fois plus élevés que les bénéfices. L'intervention la plus rentable engendre, quant à elle, un ratio de 13,2; ce qui correspond à des bénéfices environ treize fois plus élevés que les coûts.¹³ Pour les auteurs, ces écarts s'expliquent par les différences dans les interventions analysées. Bien que ces dernières aient toutes pour objectif la réduction du bruit en milieu de travail, certaines interventions nécessitent un investissement initial plus élevé que d'autres. De plus, certaines améliorent la productivité, tandis que d'autres non. Ces différences, qui se situent au niveau des caractéristiques des interventions, ont un impact important sur le résultat de l'analyse de rentabilité.

Enfin, l'environnement dans lequel est réalisée l'étude peut également affecter la rentabilité d'un investissement en prévention. Par environnement, on entend la situation initiale dans l'entreprise, mais également les changements durant l'intervention. Une même intervention évaluée à l'aide d'une même méthodologie peut donc ne pas donner le même résultat dans deux environnements différents. À titre d'exemple, dans Kjellén, Boe et Hagen (1997) les auteurs concluent leur article en suggérant que l'intervention n'a pas été rentable principalement en raison des coûts de SST qui étaient initialement bas dans l'entreprise. La même intervention effectuée dans une autre entreprise aurait donc pu donner un résultat différent.¹⁴

Comme le souligne Grimani *et al.* (2018), la littérature scientifique ne nous permet pas de tirer des conclusions claires quant à la rentabilité des investissements en prévention. Ceci étant principalement dû aux différences observées au niveau de la qualité des études, des approches utilisées, des interventions et des résultats obtenus, le tout combiné au faible nombre d'études publiées. Considérant que l'objectif des auteurs de ces études est justement de démontrer la rentabilité de ces investissements et de sensibiliser les différentes parties prenantes quant à l'importance de la prévention, un tel constat est préoccupant.

¹³ Voir la section 4.5.1 pour une présentation détaillée du ratio coût-bénéfice.

¹⁴ Le contexte culturel dans lequel se déroule l'intervention fait également partie des caractéristiques de l'environnement pouvant influencer les résultats. Ce contexte culturel peut d'ailleurs varier considérablement d'un pays à l'autre, et ce, même entre pays développés.

Tompa, Dolinski, de Oliveira, *et al.* (2009) ainsi que Uegaki *et al.* (2010) concluent leurs revues de la littérature en affirmant qu'il y a nettement place à amélioration au niveau de la qualité des études réalisées dans ce domaine. Il semble incontournable que l'atteinte de cet objectif passe par une standardisation des pratiques.

4. CONCEPTS MÉTHODOLOGIQUES

Les études recensées ainsi que plusieurs documents de référence seront utilisés dans ce chapitre afin de présenter les différents concepts méthodologiques des analyses de rentabilité des investissements dans la prévention des lésions professionnelles.¹⁵

4.1 Perspective

La perspective correspond au niveau d'analyse ou au point de vue choisi pour estimer l'impact de la prévention. Le choix d'une perspective est directement lié à l'objectif de l'étude et influencera les éléments de coûts et de bénéfices à considérer.

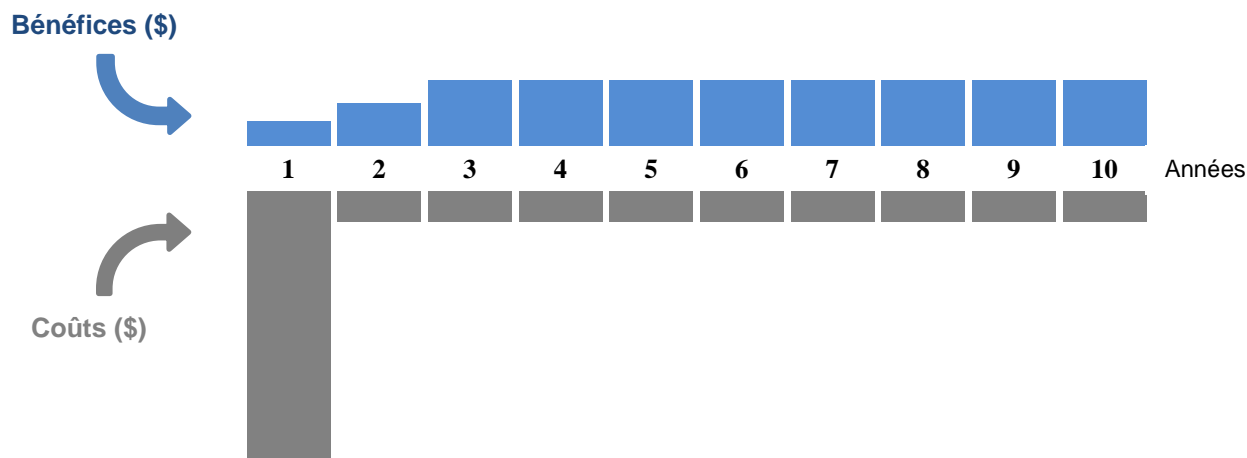
On distingue quatre points de vue possibles, celui des travailleurs, des employeurs, des assureurs et de la société. La perspective de l'employeur est généralement celle choisie dans les études recensées. Toutefois, en se limitant au seul point de vue de l'employeur, une intervention peut ne pas être considérée comme rentable, bien qu'elle puisse l'être sous une perspective plus large. Quelques auteurs vont ajouter à leur analyse une perspective sociétale, en plus de la perspective de l'employeur, c'est le cas, de Driessen *et al.* (2012), Spekle *et al.* (2010) ainsi que van der Meer *et al.* (2016). L'étude de Tompa *et al.* (2016) est la seule parmi les études recensées à considérer plus de deux perspectives, soit celle de l'employeur, du travailleur et de l'assureur. Les analyses portant sur des interventions en lien avec le champ Réadaptation au travail se distinguent par le fait qu'elles ne considèrent pas la perspective de l'employeur, mais plutôt celle de l'assureur ou de la société. Ceci peut s'expliquer par le fait que les interventions en réadaptation visent habituellement à réduire les risques d'incapacité prolongée et que celles-ci entraînent des coûts particulièrement élevés pour les assureurs et l'ensemble de la société.

Il est à noter que certains coûts peuvent être présents selon une certaine perspective et absents sous une autre perspective. Par exemple, les indemnités de remplacement du revenu versées au travailleur sont un coût pour l'assureur (ou l'employeur), mais ne sont qu'un transfert d'argent selon la perspective de la société.

4.2 Horizon temporel

Un investissement dans la prévention des lésions professionnelles peut avoir des conséquences, en termes de coûts et de bénéfices, pendant plusieurs années. Pour certains projets, souvent les moins coûteux, il est possible qu'une analyse de rentabilité effectuée sur une courte période de temps soit appropriée. Par contre, pour certains investissements dont les coûts initiaux sont élevés, il se peut qu'un horizon plus éloigné soit nécessaire. La figure 4.1 permet de visualiser l'impact que peut avoir le choix de l'horizon temporel sur les résultats obtenus d'une analyse de rentabilité. On constate qu'une analyse effectuée après seulement deux années n'arrivera probablement pas aux mêmes conclusions qu'une analyse réalisée sur la durée de vie totale du projet, soit dix années.

¹⁵ Les principaux documents de référence utilisés pour enrichir le contenu de la présente section sont les travaux de Robson, Shannon, Goldenhar et Hale (2001), Tompa, Culyer et Dolinschi (2008) ainsi que Drummond, Sculpher, Claxton, Stoddart et Torrance (2015).



Source : Inspiré de Meunier et Marsden (2009)

Figure 4.1. Exemple d'un calendrier de coûts et bénéfices associés à un projet ayant une durée de vie estimée de 10 ans.

De plus, certaines interventions nécessitent parfois un certain délai « *lag time* », avant que les effets de l'intervention soient pleinement effectifs. Dans l'exemple illustré à la figure 4.1, ceci semble se produire à la troisième année suivant l'intervention.

De façon théorique, l'horizon temporel à utiliser est celui qui est suffisamment long pour permettre d'identifier toutes les différences possibles entre les coûts et les effets de l'intervention (Canadian Agency for Drugs Technologies in Health, 2017).¹⁶ Dans la réalité, l'horizon temporel est souvent limité pour des raisons techniques ou budgétaires.

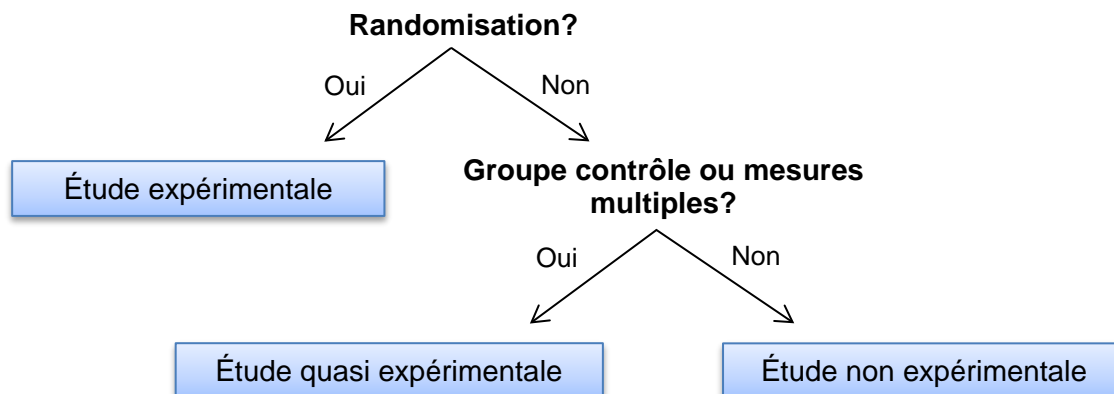
Dans certaines circonstances, il peut être nécessaire de faire des projections. C'est souvent le cas lorsque le but est d'évaluer l'impact d'une politique publique sur la santé d'une population. Une modélisation peut être réalisée, via l'utilisation d'un modèle de Markov ou d'arbres de décision (O'Mahony, Newall et van Rosmalen, 2015). Au niveau des études en entreprise, il s'agit d'un exercice qui n'est que très rarement effectué par les chercheurs. Parmi ceux-ci, Lanoie et Tavenas (1996) projettent l'impact d'un programme ergonomique pour les cinq années suivant l'année de la dernière mesure.

4.3 Devis d'étude

Le devis d'étude correspond à la procédure utilisée afin de collecter et analyser les données. On distingue trois types de devis d'étude : les études non expérimentales, les études expérimentales et les études quasi expérimentales. Trochim (2006) illustre de façon simple et rapide ce qui les différencie (Figure 4.2). D'abord, l'utilisation d'une randomisation (répartition aléatoire des participants de l'étude dans les différents groupes) signifie que l'on est en présence d'une étude expérimentale. Pour les études qui ne procèdent pas par randomisation, l'utilisation soit d'un groupe contrôle ou de mesures multiples (avant et après l'intervention) signifie qu'il s'agit d'une

¹⁶ Il est également important d'utiliser le même horizon temporel pour les coûts et les bénéfices.

étude quasi expérimentale.¹⁷ Si les chercheurs n'utilisent ni randomisation, ni groupe contrôle, ni mesures multiples, alors il s'agit d'une étude non expérimentale.



Source : Trochim (2006)

Figure 4.2. Arbre de décision pour la classification des types de devis d'étude.

Chaque type d'étude présente des avantages et des inconvénients. Parmi les 36 analyses répertoriées à la section 3, on en retrouve le même nombre dans chacune des trois catégories d'étude (Annexe B). Toutefois, depuis les années 2000, les études non expérimentales se font plus rares, à l'exception des travaux de Lahiri (Lahiri, Gold et Levenstein, 2005; Lahiri, Latif et Punnett, 2013; Lahiri *et al.*, 2011).

4.3.1 Études non expérimentales

Une étude est dite non expérimentale lorsque l'on ne fait que décrire une situation telle qu'elle est, sans aucune manipulation de variables ou utilisation d'un groupe contrôle formé de façon aléatoire. Dans un tel contexte, une relation de cause à effet ne peut être établie. Cela ne veut pas dire que ce type d'étude n'est d'aucune utilité. Comme le soulignent Robson *et al.* (2001), l'analyse de rentabilité d'une activité de prévention via une étude non expérimentale est une option préférable à celle de ne pas faire d'analyse du tout. Cependant, il est important de bien comprendre les nombreuses limites associées à ce type d'étude.

Dans la littérature recensée, les études non expérimentales prennent la forme d'analyses avant-après sans groupe contrôle.¹⁸ Comme illustré à la figure 4.3, le modèle de base consiste à comparer les observations effectuées avant et après une intervention d'un seul groupe de travailleurs, soit le groupe expérimental. Les « O » représentent les observations (ou les mesures), le « X » représente l'intervention.

¹⁷ Le groupe contrôle est un groupe d'individus qui ne bénéficie pas des effets d'un traitement ou d'une intervention, contrairement au groupe expérimental qui lui en bénéficie. Le groupe contrôle est comparé au groupe expérimental, afin de valider l'efficacité de l'intervention.

¹⁸ Il existe d'autres variantes possibles d'études non expérimentales, mais puisque la recherche bibliographique n'en a recensée aucune, elles ne seront pas présentées dans ce rapport.

Groupe	Préintervention	Intervention	Postintervention
Expérimental	O	X	O

O : Observations, X : Intervention

Figure 4.3. Schéma de base des études non expérimentales.

Robson *et al.* (2001), aidés des travaux de Cook et Campbell (1979), identifient plusieurs limites (ou menaces) des études non expérimentales. L'une d'elles, et peut-être la plus commune, concerne les changements pouvant survenir dans l'entreprise durant la période à l'étude et ayant le potentiel d'influencer les résultats de l'analyse. Ces changements peuvent provenir de l'intérieur ou de l'extérieur de l'entreprise. Par exemple, à l'intérieur, des changements peuvent survenir au niveau organisationnel, comme une restructuration. Il pourrait y avoir également des changements technologiques, comme une modernisation des équipements et des infrastructures. Encore plus problématique, la direction pourrait décider de démarrer une nouvelle activité de prévention afin de réduire les lésions professionnelles, qui agirait de façon parallèle avec l'activité de prévention à l'étude. À l'extérieur, les menaces peuvent être toutes aussi multiples, comme un ralentissement économique, un changement réglementaire ou la faillite d'un important client ou fournisseur. Plus l'étude s'échelonne sur une longue période de temps, plus ces menaces risquent d'être importantes.

Les caractéristiques du groupe de travailleurs analysés peuvent également varier dans le temps. Elles peuvent varier naturellement par le fait que les travailleurs seront plus âgés et expérimentés après l'intervention, comparativement à avant. On parlera alors d'un « effet de maturation » (Robson *et al.*, 2001). Il peut aussi y avoir des départs parmi les travailleurs du groupe à l'étude. Dans ce cas, les analyses devront se limiter aux individus ayant été présents tout au long de l'expérience.

Une autre limite importante des études non expérimentales concerne les fluctuations normales (ou naturelles) du nombre de lésions professionnelles que l'on observe dans les entreprises. Ces fluctuations font en sorte que si une baisse du nombre de lésions professionnelles est observée à la suite d'une intervention, rien n'assure que la situation aurait été différente si l'entreprise n'avait simplement rien fait. Ainsi, même la présence d'une différence statistiquement significative entre le nombre de lésions survenues avant et après l'intervention ne permet pas de statuer de l'efficacité de celle-ci.

Les autres limites présentées par Robson *et al.* (2001) portent sur des biais introduits par l'expérience elle-même. Par exemple, un effet placebo peut être introduit lorsque le travailleur croit que l'intervention va réellement améliorer sa santé et sa sécurité. Un effet Hawthorne peut être créé par la simple présence de chercheurs dans les milieux de travail. Il a effectivement déjà été démontré que certains travailleurs peuvent, volontairement ou non, changer leur comportement, lorsque mis au courant de la présence de chercheurs dans leur milieu de travail. Le simple fait d'effectuer une mesure préintervention peut créer un changement dans le comportement des travailleurs, ce qui pourrait influencer les résultats obtenus.

En raison de ces limites, les études expérimentales ou quasi expérimentales sont à privilégier.

4.3.2 Études expérimentales

Les études expérimentales ont comme objectif de mesurer, dans un environnement relativement contrôlé, l'effet de la présence d'un facteur (variable indépendante) sur un autre facteur (variable dépendante). Bien qu'il s'agisse du type d'étude privilégié dans les recherches en sciences de la santé, on l'utilise de plus en plus en sciences sociales.¹⁹

Essai randomisé contrôlé

L'essai randomisé contrôlé (ERC) ou *randomized controlled trial (RCT)* en anglais, est un type d'étude expérimentale considéré comme étant le plus approprié et le plus rigoureux pour établir une relation de cause à effet (Sibbald et Roland, 1998). À l'annexe B, on constate que les 12 études expérimentales recensées utilisent l'ERC. Pour ce type de procédure, les participants sont aléatoirement répartis parmi deux groupes : le groupe expérimental (ou groupe d'intervention) et le groupe contrôle (sans intervention) (Figure 4.4).²⁰ Les résultats obtenus à la fin de l'expérience permettent de statuer sur l'impact de l'intervention, indépendamment des autres facteurs explicatifs.

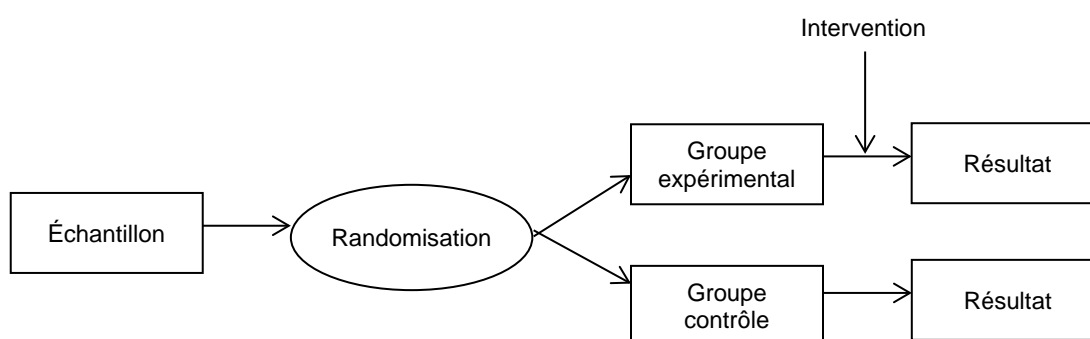


Figure 4.4. Représentation graphique de l'essai randomisé contrôlé.

La randomisation assure que chaque participant ait une chance égale de se retrouver dans le groupe expérimental ou le groupe contrôle. Bien que cette approche permette de réduire fortement les biais de sélection, il est recommandé de comparer au préalable les caractéristiques des deux groupes, afin de s'assurer d'une répartition homogène des différents facteurs explicatifs (p. ex. : âge, sexe, années d'expérience, département, profession).²¹

White, Sabarwal et Hoop (2014) présentent trois techniques pour répartir aléatoirement les individus entre le groupe expérimental et le groupe contrôle : la randomisation simple, par grappe et stratifiée. La randomisation simple consiste à répartir les individus (d'une liste préalable) à l'aide d'un générateur de nombres aléatoires. La randomisation par grappe consiste à regrouper d'abord les individus en paires, en fonction de caractéristiques observables communes (p. ex. : âge, sexe). Ensuite, un individu de chaque paire est affecté aléatoirement au groupe

¹⁹ L'ERC est privilégié en science de la santé en raison de son efficacité, mais également en raison d'un accès plus facile à un environnement contrôlé (p. ex. : laboratoires).

²⁰ Il peut parfois y avoir plus d'un groupe expérimental.

²¹ Un biais de sélection survient lorsqu'au moment de l'échantillonnage les groupes formés ne sont pas représentatifs de la population que l'on désire étudier.

expérimental, tandis que l'autre est assigné au groupe contrôle. La randomisation stratifiée sépare d'abord les individus selon des caractéristiques préalablement identifiées comme pouvant influencer les résultats de l'étude (p. ex. : nombre d'années d'expérience). Une randomisation simple est alors effectuée pour chacune des strates, ce qui permet d'avoir une répartition équilibrée des variables importantes parmi les deux groupes.

Robson *et al.* (2001) présentent quelques variantes possibles dans la conception d'un ERC. Le modèle classique consiste à faire une seule mesure avant et après l'intervention (Figure 4.5).

Groupe	Préintervention	Intervention	Postintervention
Expérimental	R	O	X
Contrôle	R	O	O

R : Randomisation, O : Observations, X : Intervention

Figure 4.5. Schéma de l'essai randomisé contrôlé (avant-après).

Un modèle sans observation préintervention est également possible. On parle ainsi d'un modèle « après seulement ». Celui-ci est utile lorsqu'il est impossible ou compliqué d'effectuer une mesure avant l'intervention, lorsque les coûts sont trop élevés ou bien si l'équipe de recherche considère qu'il y a un risque d'introduire un biais au moment de l'observation.

Sibbald et Roland (1998), Gnam, Robson et Kohstall (2008) et Houle (2015) identifient plusieurs limites (ou obstacles) à l'utilisation des ERC. En voici quelques-unes :

- ils sont coûteux à réaliser, en argent et en temps. Les lésions professionnelles étant des événements habituellement rares, les analyses doivent être effectuées soit sur une longue période de temps, soit à l'aide d'un grand nombre d'individus dans chacun des groupes;
- la création d'un groupe contrôle s'avère souvent difficile en raison de considérations éthiques et pratiques. D'un point de vue éthique, il peut être considéré inacceptable que les participants du groupe contrôle ne puissent profiter immédiatement des avantages de l'intervention. D'un point de vue pratique, il peut être tout simplement impossible de former un groupe contrôle. Ceci peut se produire lorsque l'intervention implique inévitablement l'ensemble des employés (p. ex. : un système de ventilation pour l'ensemble d'un bâtiment ou un caisson antibruit dans une usine à aire ouverte) ou lorsque le nombre d'employés impliqués est trop petit;
- l'environnement peut ne pas être parfaitement contrôlable. Dans les milieux de travail, il y a un risque de « contamination », lorsqu'un ou plusieurs employés du groupe expérimental peuvent influencer le comportement des employés du groupe contrôle. De plus, les employés à l'intérieur de chaque groupe au début de l'expérience peuvent ne pas être les mêmes qu'à la fin, en raison du roulement de personnel inhérent à chaque entreprise.

4.3.3 Études quasi expérimentales

En raison des difficultés liées à la réalisation des études expérimentales, plusieurs chercheurs optent plutôt pour des études quasi expérimentales. Parmi les études recensées, on retrouve trois catégories d'études quasi expérimentales.²²

Avant-après avec groupe contrôle non équivalent

La première catégorie regroupe les études dont le devis est très similaire à celui des études expérimentales présentées à la section 4.3.2, à la différence que la répartition des travailleurs dans les groupes contrôle et expérimental ne se fait pas de façon aléatoire (Figure 4.6). Il s'agit d'analyses avant-après avec groupe contrôle non équivalent (ou différent).²³

Groupe	Préintervention	Intervention	Postintervention
Expérimental	O	X	O
Contrôle	O		O

O : Observations, X : Intervention

Figure 4.6. Schéma d'une étude avant-après avec groupe contrôle non équivalent.

Série chronologique interrompue

La deuxième catégorie d'études quasi expérimentales regroupe les analyses de séries chronologiques interrompues (ou séries temporelles interrompues). Une série chronologique est une suite de mesures prises à intervalles réguliers au cours d'une certaine période de temps. À défaut de pouvoir créer un groupe contrôle, on augmente le nombre de mesures avant et après l'intervention.²⁴ La figure 4.7 correspond à un schéma standard d'une série chronologique interrompue.

Groupe	Préintervention	Intervention	Postintervention
Expérimental	O O O O	X	O O O O

O : Observations, X : Intervention

Figure 4.7. Schéma de la série chronologique interrompue.

Graphiquement, on peut représenter une série chronologique interrompue par une suite de points séparés en au moins deux segments, par un ou des points de transitions (Wagner, Soumerai, Zhang et Ross-Degnan, 2002). Un point de transition correspond au moment où il est possible d'observer un changement dans les résultats, suite à un événement précis. Dans le cas qui nous

²² Voir Gnam *et al.* (2008) ainsi que Robson *et al.* (2001) pour une liste exhaustive des types d'études quasi expérimentales.

²³ Il est possible d'utiliser des méthodes d'appariement afin de recréer des groupes comparables quant aux caractéristiques observables (Imbens et Rubin, 2008; Rosenbaum et Rubin, 1985).

²⁴ Tompa, Dolinschi et Laing (2009) utilisent des mesures mensuelles, ce qui permet d'augmenter le nombre d'observations avant, durant et après l'intervention.

intéresse, cet événement est l'intervention en SST. Le début et la fin de chaque segment sont déterminés en fonction du moment où l'intervention débute et se termine. Pour certaines interventions, le point de transition n'est qu'un seul point. Il s'agit d'intervention dont les effets s'observent rapidement. Pour d'autres, les effets désirés ne se manifestent qu'après un certain délai. Dans ces cas, le point de transition ne sera pas défini par un seul point sur le graphique, mais couvrira une période de temps que l'on pourrait appeler période de transition (Figure 4.8).

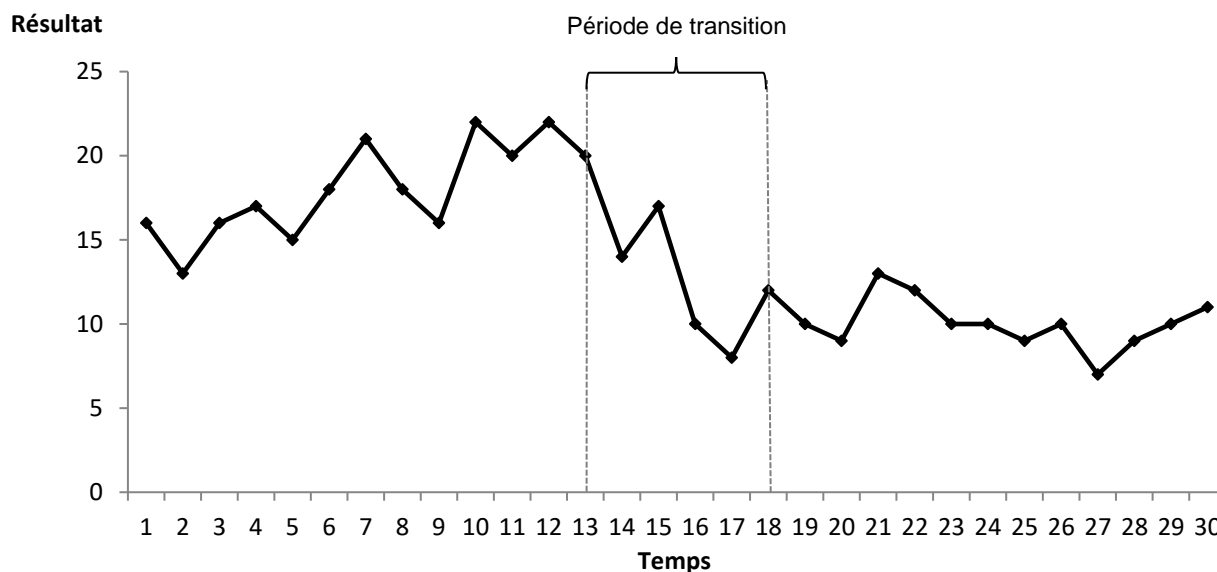


Figure 4.8. Représentation graphique d'une série chronologique interrompue.

Dans le cas d'une série chronologique interrompue, l'efficacité de l'intervention est généralement mesurée par une analyse de régression segmentée. Le modèle de base prend la forme suivante (Wagner *et al.*, 2002) :

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 \text{Temps}_t + \beta_2 \text{Intervention}_t + \beta_3 \text{Temps après intervention}_t + e_t$$

où Y_t est la variable dépendante (résultat), Temps_t est une variable continue indiquant le temps (habituellement en semaines ou en mois), Intervention_t est une variable dichotomique égale à 0 avant l'intervention et 1 après l'intervention, $\text{Temps après intervention}_t$ est une variable continue indiquant le temps après l'intervention (débutant au moment de l'intervention, donc égale à 0 avant l'intervention). Le coefficient β_0 correspond au niveau initial, β_1 à la pente avant l'intervention, β_2 à la variation au point de transition et β_3 à la pente après l'intervention.

Le choix du modèle de régression dépendra des caractéristiques de la variable dépendante, soit le résultat de l'intervention. Dans les études recensées, on applique généralement des modèles linéaires généralisés (p. ex. : équation d'estimation généralisée, régression de Poisson, régression binomiale négative).

Cohorte

La troisième catégorie d'études quasi expérimentales que l'on retrouve parmi les analyses recensées est l'analyse par cohorte. D'abord, qu'est-ce qu'une cohorte?

« Une cohorte est, d'une manière générale, un ensemble d'individus caractérisés par un même événement, tel que la naissance, le mariage, le divorce ou encore l'obtention d'un diplôme ou l'entrée dans une profession. C'est donc l'événement qui définit la cohorte. » (Lebaron, 2018)

Dans le contexte de la SST, l'intervention mise en place pour réduire les lésions professionnelles et/ou la pénibilité du travail constitue l'événement. Les groupes analysés (les cohortes) ne sont pas formés par l'équipe de recherche, mais sont plutôt constitués « naturellement ». Par exemple, dans Tompa *et al.* (2016) les cohortes sont constituées d'établissements de soins de longue durée, dont le personnel a suivi une formation portant sur l'utilisation de lève-personnes. Ce qui définit chaque cohorte dans ce cas de figure est la date de la formation, qui est différente pour chacun des établissements. De plus, cette date n'a pas été déterminée par l'équipe de recherche.

En raison du nombre habituellement élevé d'observations, et le fait que les interventions sont réalisées dans un contexte « normal », où la recherche n'a pas influencé le déroulement de l'intervention, ce type d'étude quasi expérimentale peut s'avérer plus robuste qu'une étude expérimentale (Gnam *et al.*, 2008). La plus grande limite réside toutefois dans le fait que les caractéristiques des individus à l'intérieur de chacune des cohortes peuvent différer grandement et avoir un impact sur les résultats obtenus.

Dans les études par cohorte l'intervention est souvent appliquée à plusieurs groupes de façon échelonnée. Il s'agit d'une technique qui augmente la robustesse des résultats et qui n'est pas exclusive aux études par cohorte. À la figure 4.9, cette technique est illustrée pour un modèle à deux groupes expérimentaux.

Groupe	Préintervention	Intervention	Postintervention/ préintervention	Intervention	Postintervention
Expérimental	○ ○ ○	X	○ ○ ○		○ ○ ○
Expérimental	○ ○ ○		○ ○ ○	X	○ ○ ○

O : Observations, X : Intervention

Figure 4.9. Schéma d'une intervention échelonnée (cohorte).

4.4 Analyse statistique

Afin de pouvoir statuer sur l'efficacité d'une intervention en SST, il ne suffit pas de simplement comparer les statistiques des lésions entre deux périodes et/ou entre deux groupes. Des analyses statistiques permettent de s'assurer que les différences observées ne sont pas uniquement attribuables au hasard.

Ces tests permettent de rejeter ou non l'hypothèse que l'intervention n'a pas eu d'effet sur la santé et la sécurité des travailleurs. C'est ce que l'on appelle l'hypothèse nulle (H_0). L'effet peut se mesurer par des variables continues (p. ex. : durée des absences du travail), des taux (p. ex. : taux de fréquence des lésions par 100 travailleurs) ou des variables catégorielles (p. ex. : niveaux de douleur ressentie au travail). Si le test statistique permet de rejeter H_0 , alors on peut affirmer que l'effet est statistiquement différent de 0, à un certain degré de confiance (généralement

95 %).²⁵ Le devis d'étude utilisé ainsi que le type de variables analysées détermineront le choix du test statistique. Un tableau de Robson *et al.* (2001) présente différentes options (Tableau 4.1).

Tableau 4.1. Tests statistiques selon le devis d'étude et la variable mesurant l'effet

Devis d'étude	Variable mesurant l'effet	Test statistique
Avant-après sans groupe contrôle	Taux	Khi-deux pour la comparaison de taux
	Continue	Test-t pour échantillons appariés
Avant-après avec groupe contrôle (aléatoire ou non)	Taux	Test Z pour la comparaison des ratios de taux ou les différences de taux
	Continue	Test-t (groupes similaires), régression multiple (groupes différents)
Études expérimentales (après seulement)	Taux	Khi-deux pour la comparaison de taux
	Continue	Test-t (groupes similaires), ANOVA (2 ou + groupes similaires), ANCOVA (2 ou + groupes différents)
Série chronologique (simple ou multiple), intervention échelonnée à plusieurs groupes	Catégorielle, taux, continue	Techniques d'analyse de séries chronologiques (p. ex. : ARIMA)

Source : Robson *et al.* (2001)

4.5 Analyse économique

Une intervention peut se révéler efficace d'un point de vue statistique, mais ne pas être rentable d'un point de vue économique. Ce n'est que par le biais d'une analyse économique approfondie qu'il sera possible d'établir la rentabilité d'un investissement en prévention.

Une analyse économique est essentiellement une analyse comparative entre deux ou plusieurs options (*Centre for Epidemiology and Evidence*, 2017). Dans la majorité des études recensées, les auteurs analysent les effets d'une intervention par rapport au *statu quo*, soit à la situation initiale (sans intervention). Il est également possible de comparer deux interventions entre elles, afin d'identifier la plus rentable pour l'entreprise. Il est important de bien identifier et définir les alternatives (*statu quo* ou autres interventions), puisque cela déterminera en partie quel type d'analyse économique effectuer.

L'analyse coût-bénéfice est habituellement le type d'analyse économique auquel on pense lorsqu'il est question d'analyser la rentabilité d'un investissement. Or, il existe plusieurs autres types d'analyse économique. Ceux-ci sont présentés de façon résumée dans le Tableau 4.2 et en détail dans les sous-sections suivantes.

²⁵ L'hypothèse nulle est rejetée lorsque la valeur p (p value) est plus petite que le seuil α choisi. Ce seuil étant habituellement de 5 %.

Tableau 4.2. Caractéristiques des types d'analyse économique

Type d'analyse économique	Objectif	Unité de mesure des bénéfices	Processus décisionnel (en faveur de l'intervention)	Principaux avantages	Principaux inconvénients
Analyse coût-bénéfice (ACB)	Déterminer si les bénéfices (B) de l'intervention sont supérieurs aux coûts (C)	Monétaire	$\Delta B > \Delta C$	Les bénéfices et les coûts mesurés dans la même unité de mesure	Certains bénéfices difficilement mesurables en unité monétaire
Analyse coût-efficacité (ACE)	Comparer l'efficacité d'une intervention par rapport à une alternative	Naturelle (p. ex. : jours indemnisés, vies sauvées)	Ratio coût-efficacité plus faible que l'alternative	Permet la comparaison entre des interventions différentes, mais ayant les mêmes objectifs	Ne permet pas la comparaison entre des interventions ayant des objectifs différents
Analyse coût-utilité (ACU)	Mesurer l'efficacité d'une intervention à améliorer la qualité de vie des personnes concernées	Années de vie en bonne santé (p. ex. : DALY, QALY)	\$/QALY ou \$/DALY plus faible qu'un certain seuil d'acceptabilité	Facilite la comparaison avec d'autres types d'intervention	Il existe plusieurs types d'outils pour mesurer les QALY (ou DALY) et ceux-ci peuvent évoluer dans le temps
Analyse coût-conséquence (ACC)	Énumérer séparément les coûts et les conséquences d'une intervention	Multiples	Aucun processus décisionnel n'est effectué	Donne une image complète et détaillée des coûts et des conséquences de l'intervention	Ne procure pas d'indication claire aux décideurs
Analyse de minimisation des coûts (AMC)	Déterminer, parmi plusieurs interventions, laquelle permet de réduire davantage les coûts	Aucune mesure des bénéfices	La meilleure intervention est celle qui minimise les coûts	Simple à appliquer (se limite aux coûts seulement)	Ne s'applique que rarement. Ne permet pas de savoir si l'investissement est rentable

Sources : Hoch et Dewa (2008), Drummond *et al.* (2015) et *Centre for Epidemiology and Evidence* (2017).

4.5.1 Analyse coût-bénéfice

L'analyse coût-bénéfice (ACB) est le type d'analyse économique préconisé dans 30 des 36 analyses recensées²⁶. L'ACB, aussi appelée l'analyse avantage-coût, est un type d'évaluation économique qui vise à identifier et quantifier les conséquences positives (bénéfices) et négatives (coûts) d'une décision, puis à les exprimer en une même unité temporelle permettant la comparaison : l'unité monétaire (Meunier et Marsden, 2009; Trontin, Glomot et Sabathé, 2009).

Réalisée avant une intervention, l'ACB constitue un outil d'aide à la décision pour les dirigeants d'entreprises et les gouvernements. Une intervention pour laquelle des bénéfices supérieurs aux coûts sont anticipés augmente la probabilité d'avoir l'approbation des décideurs. Une ACB peut également être réalisée après une intervention. On tente alors d'évaluer *a posteriori* si l'intervention fut avantageuse d'un point de vue économique. C'est ce qui est habituellement préconisé dans les études recensées.

Le résultat de l'analyse coût-bénéfice peut être représenté par l'entremise de plusieurs indicateurs. Ceux-ci sont présentés de façon théorique dans le reste de cette section et un exemple chiffré se retrouve à l'annexe C.

Valeur actuelle nette

Un de ces indicateurs, probablement le plus utilisé, est la valeur actuelle nette (VAN). De façon générale, un investissement, dont les conséquences s'étendent sur n années, va engendrer chaque année t un ensemble de coûts (C_t) et de bénéfices (B_t). La VAN de l'investissement se calcule comme suit :²⁷

$$VAN = \overbrace{\sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+r)^t}}^{\text{Valeur actualisée des bénéfices}} - \overbrace{\sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}}^{\text{Valeur actualisée des coûts}} = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t}$$

Une VAN supérieure à 0 signifie que le projet est rentable. Le taux d'actualisation r est le taux qui permet de ramener sur des bases comparables, soit en dollars d'une même année, les bénéfices et les coûts qui s'échelonnent sur plusieurs années²⁸.

Ratio coût-bénéfice

Un autre indicateur fréquemment utilisé est le ratio coût-bénéfice (RCB). Il s'obtient en divisant la somme des bénéfices par la somme des coûts :

²⁶ À noter que certaines études utilisent plus d'un type d'analyse économique.

²⁷ La différence entre les bénéfices et les coûts ($B_t - C_t$) est le flux net de trésorerie à la période t .

²⁸ Le choix du taux d'actualisation s'avère ici d'une grande importance (voir section 4.9).

$$RCB = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}}$$

Un RCB supérieur à 1 signifie que le projet est viable d'un point de vue économique, c'est-à-dire que les bénéfices de l'intervention surpassent les coûts.

Période de récupération

La période de récupération (PR), *payback period* en anglais, correspond au nombre d'années nécessaire afin que les bénéfices nets deviennent équivalents aux coûts d'investissement. Une courte période de récupération est habituellement souhaitée par les dirigeants d'entreprise, puisque cela réduit le risque associé à l'investissement.

Si les flux de trésorerie générés par le projet restent constants dans le temps, cet indicateur se calcule en divisant la valeur de l'investissement initial par le flux de trésorerie par période :

$$PR = \frac{\text{Investissement initial}}{\text{Flux de trésorerie par période}}$$

Dans le cas où les flux de trésorerie varient dans le temps, il faut plutôt procéder ainsi :

$$PR = A + \frac{B}{C}$$

où

- A est la dernière période où les flux de trésorerie cumulatifs sont négatifs;
- B est la valeur absolue des flux de trésorerie cumulatifs à la période A;
- C est la valeur des flux de trésorerie à la période suivant A.

Il est possible d'utiliser des flux de trésorerie actualisés. On obtient alors une période de récupération actualisée.

Retour sur investissement

Le retour sur investissement (RSI), *return-on-investment (ROI)* en anglais, est une mesure de rendement d'un investissement. On l'estime en divisant les gains (ou pertes) de l'investissement sur le montant initialement déboursé. Le résultat est habituellement présenté en pourcentage, ce qui facilite la comparaison avec d'autres types d'investissements (immobilier, marché boursier, etc.). La formule est la suivante :

$$RSI = \frac{V_f - V_i}{V_i}$$

où V_f est la valeur finale de l'investissement et V_i la valeur initiale. Le RSI peut être ajusté pour tenir compte de l'inflation. On obtient alors le taux de rendement réel de l'investissement.

4.5.2 Analyse coût-efficacité

L'analyse coût-efficacité (ACE), utilisée dans 7 des 36 études recensées, est habituellement utilisée lorsque le but est de mesurer l'efficacité d'un programme ou d'une intervention en fonction d'un objectif bien précis. L'objectif est mesuré en unités naturelles (nombre d'arrêts de production, nombre d'accidents du travail, nombre de jours d'absences, nombres de vies sauvées, etc.).

Ratio coût-efficacité différentiel (RCED)

Le résultat de l'ACE est présenté par un ratio coût-efficacité différentiel, *incremental cost-effectiveness ratio (ICER)* en anglais (Neumann, Sanders, Russell, Siegel et Ganiats, 2017). Ce dernier se calcule en divisant la différence de coûts entre les deux options ($C_1 - C_0$) par la différence des effets produits ($E_1 - E_0$) (van Dongen *et al.*, 2014).

$$RCED = \frac{C_1 - C_0}{E_1 - E_0} = \frac{\Delta C}{\Delta E}$$

Le RCED est exprimé en dollars par unité naturelle. Une représentation graphique du RCED permet de visualiser rapidement l'avantage d'une intervention par rapport à la stratégie initiale (Figure 4.10). Ce type de graphique est communément appelé un plan coût-efficacité (*cost-effectiveness plane*). Le point de départ, la situation usuelle, se situe à la croisée des deux axes du graphique. L'axe des x correspond à la différence des effets (ΔE); l'axe des y représente la différence de coûts (ΔC) (Drummond *et al.*, 2015).

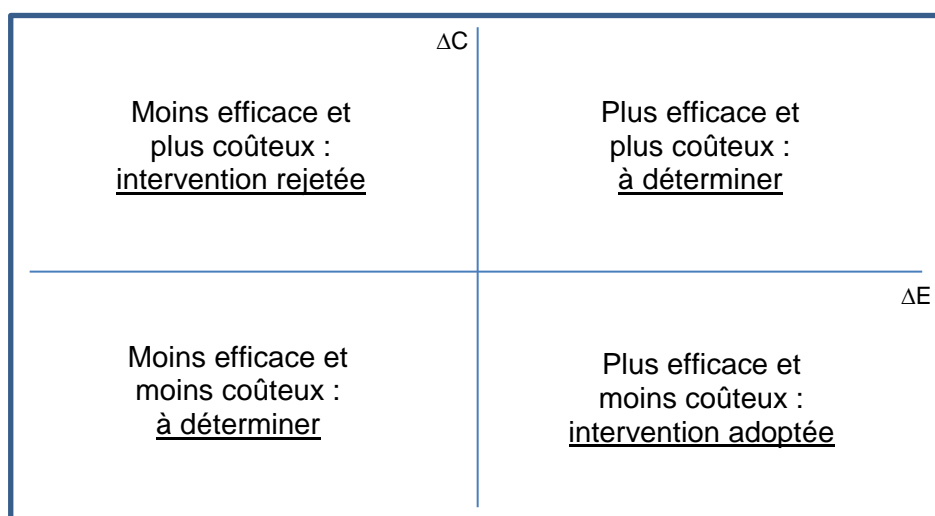


Figure 4.10. Plan coût-efficacité.

Lorsque l'intervention se situe dans le cadran sud-est, l'intervention est adoptée puisqu'elle engendre un effet positif, tout en étant moins coûteuse que la situation usuelle. Dans le cadran nord-ouest, c'est plutôt l'inverse, l'intervention est moins efficace et plus coûteuse, elle est donc

rejetée. Dans les deux autres cadrans, la situation est ambiguë. Les décideurs doivent établir si les effets positifs de l'intervention en valent les coûts supplémentaires (cadrant nord-est) ou si les coûts évités compensent suffisamment la baisse d'efficacité (cadrant sud-ouest). Ils doivent en quelque sorte établir une règle de décision, un seuil d'acceptabilité qui permettra de trancher (Figure 4.11).²⁹ Le seuil d'acceptabilité (dans le quadrant nord-est) correspond en quelque sorte à une volonté à payer (*willingness-to-pay*), dans le quadrant sud-est il s'agit plutôt d'une volonté à accepter (*willingness-to-accept*). Un résultat sous la frontière d'acceptabilité implique que l'intervention est acceptée (Weinstein et Zeckhauser, 1973).

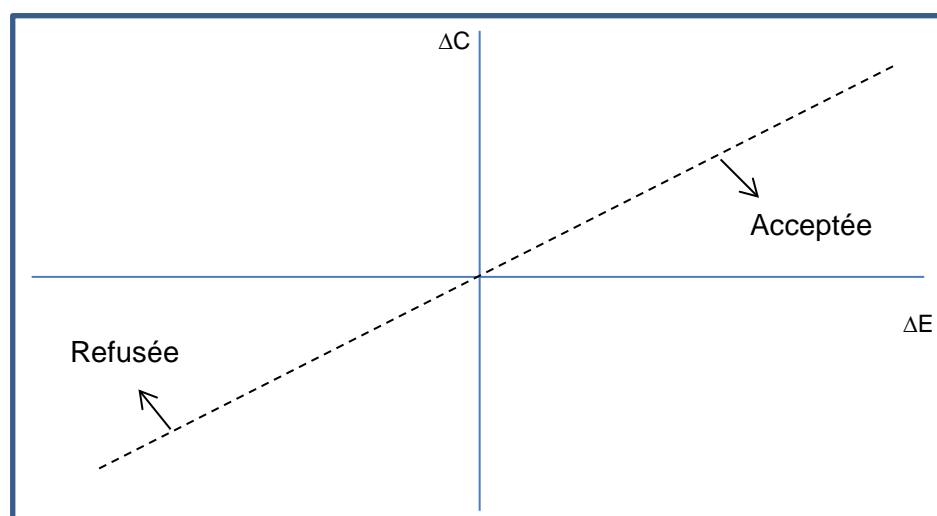


Figure 4.11. Frontière d'acceptabilité.

Les graphiques, tels que présentés ci-haut, sont également utiles pour illustrer le niveau d'incertitude du résultat de l'analyse coût-efficacité. En raison de la nature stochastique des données recueillies par les chercheurs, il est important de présenter les marges d'erreur associées aux résultats obtenus. On parle ici du calcul de l'intervalle de confiance autour du RCED. Habituellement, ces intervalles de confiance se calculent assez facilement. Toutefois, puisque le dénominateur du RCED peut prendre la valeur « 0 », situation où le RCED tendrait vers l'infini, le calcul de ces intervalles est problématique.³⁰ Deux méthodes sont généralement recommandées pour pallier ce problème : la méthode paramétrique de Fieller et la méthode non paramétrique par rééchantillonnage (Briggs, O'Brien et Blackhouse, 2002).

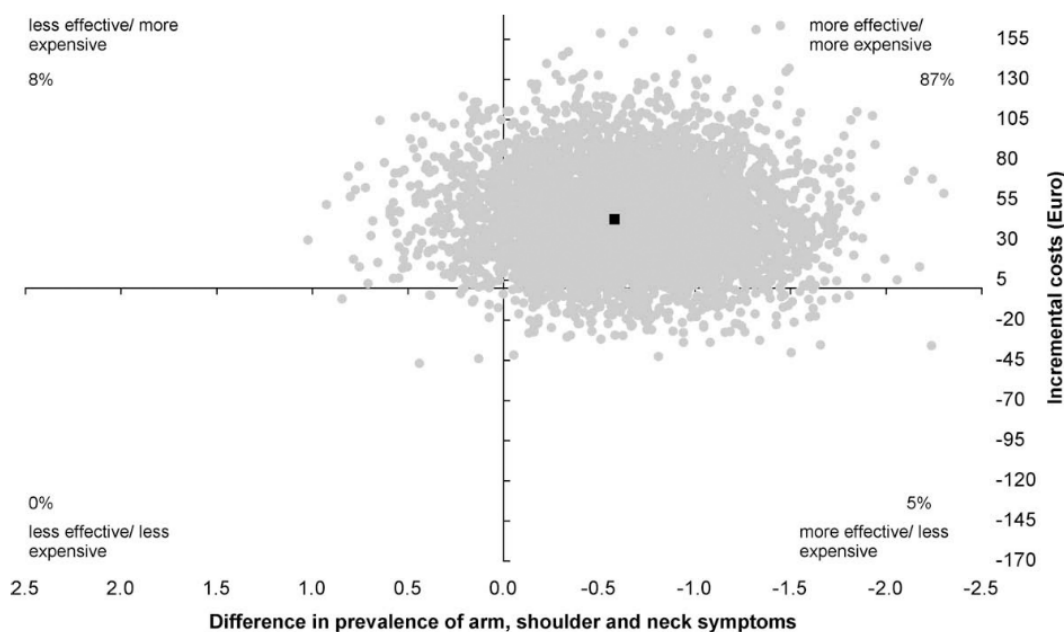
La méthode de Fieller (*Fieller's theorem*) n'a pas été utilisée dans les études recensées par la revue de la littérature, probablement en raison du fait qu'elle prend comme hypothèse que la distribution conjointe (ΔE , ΔC) suit une loi normale multivariée. Il s'agit d'une hypothèse trop

²⁹ Ce seuil peut être déterminé soit en fonction de la contrainte budgétaire, soit selon de ce qui est utilisé habituellement dans la littérature scientifique ou pour les projets gouvernementaux, en respectant un certain seuil d'acceptabilité sociale.

³⁰ Dans un tel scénario, un numérateur positif engendrerait un RCED infiniment positif, tandis qu'un numérateur négatif engendrerait un RCED infiniment négatif.

restrictive pour le type de données utilisées dans ces études. Cette méthode ne sera pas présentée dans ce rapport.³¹

La méthode de rééchantillonnage (*Bootstrap*), une alternative à la méthode de Fieller, qui ne nécessite pas d'hypothèse de normalité, est utilisée dans quelques études recensées (Driessen *et al.*, 2012; Spekle *et al.*, 2010; van der Meer *et al.*, 2016). Le rééchantillonnage consiste à créer aléatoirement, par tirage avec remise, un grand nombre de sous-échantillons à partir de l'échantillon d'origine.³² Le résultat de ce rééchantillonnage est présenté sur le plan coût-efficacité sous forme d'un nuage de points, où chacun de ceux-ci représente un nouveau sous-échantillon. Il est ensuite possible de calculer la proportion de points qui se situe dans chacun des cadrans, afin de statuer sur l'efficacité de l'intervention. Un exemple tiré de Spekle *et al.* (2010) est présenté à la figure 4.12.³³ Par la suite, si 95 % des points se situent sous la frontière d'acceptabilité, l'intervention est dite rentable (*cost-effective*).



Source : Spekle *et al.* (2010)

Figure 4.12. Un exemple de la méthode de rééchantillonnage pour l'analyse coût-efficacité.

³¹ Voir Briggs *et al.* (2002) pour plus de détails concernant la méthode de Fieller.

³² Voir Briggs, Wonderling et Mooney (1997) pour un survol des différentes méthodes de rééchantillonnage.

³³ Un intervalle de confiance peut également être calculé à partir de ces sous-échantillons. Par exemple, pour un rééchantillonnage qui crée 1 000 sous-échantillons, l'intervalle de confiance s'obtient en identifiant le 26^e et le 975^e sous-échantillon le plus grand, pour un intervalle de confiance à 95 % (Briggs *et al.*, 2002).

Bénéfice net incrémentiel (BNI)

Stinnett et Mullahy (1998) suggèrent une alternative aux deux précédentes approches afin de traiter l'incertitude dans les analyses coût-efficacité. Il s'agit d'estimer un bénéfice net incrémentiel (BNI). Celui-ci s'obtient ainsi :

$$BNI = \lambda \cdot \Delta E - \Delta C$$

où λ correspond au seuil d'acceptabilité. Si $BNI \geq 0$, l'intervention est considérée comme rentable. Prenons, par exemple, une intervention qui réduit de 20 le nombre de lésions professionnelles dans une entreprise. Cette intervention engendre des coûts de 15 000 \$ et le seuil d'acceptabilité est établi par l'entreprise à 1 000 \$ par lésions évitées. Le bénéfice net incrémentiel est de 5 000 \$ (1 000 \$ X 20 – 15 000 \$). L'intervalle de confiance (100 – α %) peut ensuite être estimé autour de cette valeur ($BNI \pm Z_{\alpha/2} \sqrt{\sigma_{BNI}^2}$) (Reed, 2014).³⁴ Si l'intervalle exclut la valeur zéro, il est alors possible d'affirmer que l'intervention est rentable à un seuil de significativité de α %.

Analyse de régression du bénéfice net

Hoch, Briggs et Willan (2002) ont développé une méthode permettant d'estimer le BNI à l'aide d'un modèle de régression (*net benefit regression framework*).³⁵ Dans ce modèle, on définit un BNI pour chaque individu i :

$$BNI_i = \lambda \cdot E_i - C_i$$

où E_i et C_i correspondent aux effets et aux coûts observés pour l'individu i . Le modèle linéaire de base est illustré comme suit :

$$BNI_i = \beta_0 + \delta t_i + \varepsilon_i$$

où

- β_0 est l'ordonnée à l'origine;
- δ est le coefficient associé à la variable indépendante;
- t_i est une variable binaire prenant la valeur 0 si l'individu est soumis au traitement habituel et 1 s'il est soumis au traitement expérimental;
- ε_i est le terme d'erreur.

Le coefficient δ de la régression constitue une estimation du bénéfice net incrémentiel associé au nouveau traitement par rapport au traitement original. Ainsi, si l'estimation du coefficient δ est positive, le nouveau traitement est considéré rentable.

³⁴ $\sigma_{BNI}^2 = \lambda^2 \sigma_{\Delta E}^2 + \sigma_{\Delta C}^2 - 2\lambda Cov(\Delta E, \Delta C)$

³⁵ Pour une application de cette méthode, voir Hoch et Dewa (2014).

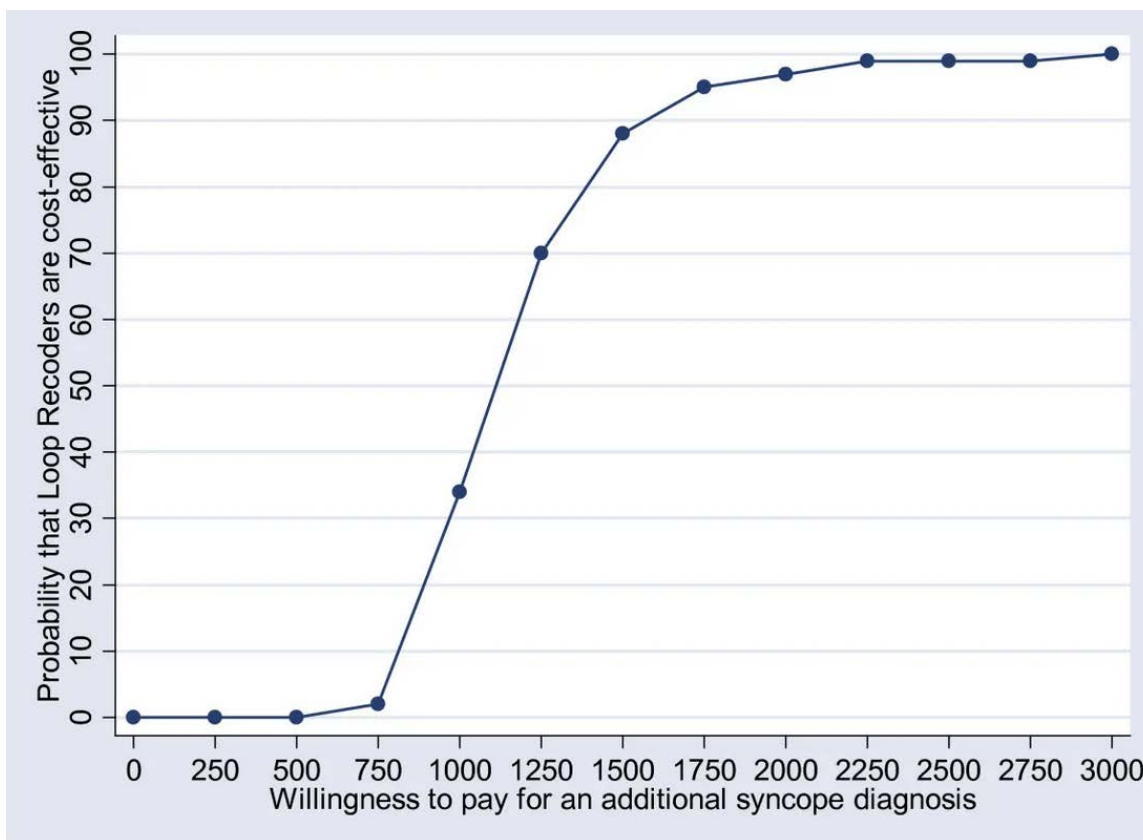
Ce modèle de base permet d'ajouter facilement des variables explicatives pouvant également influencer le bénéfice net incrémentiel. L'ajout de ces variables permet d'estimer de façon plus efficace le coefficient δ (Hoch et Chaussé, 2018). Le modèle alternatif est le suivant :

$$BNI_i = \beta_0 + \sum_{j=1}^p \beta_j x_{ji} + \delta t_i + \varepsilon_i$$

où on retrouve p variables explicatives x .³⁶

Peu importe la méthode utilisée pour effectuer une analyse coût-efficacité, il est possible de présenter l'incertitude autour du résultat obtenu via une courbe d'acceptabilité. Dans ce type de graphique, l'axe des x correspond à différentes valeurs de seuil d'acceptabilité, tandis que l'axe des y correspond aux probabilités que l'intervention soit rentable (coûts inférieurs au seuil). Un exemple d'une courbe d'acceptabilité, tiré de Hoch, Rockx et Krahn (2006), est présenté à la figure 4.13. On y constate, entre autres, que l'intervention, qui consiste en l'utilisation d'un enregistreur d'événement cardiaque pour le diagnostic de syncopes, a une probabilité de 88 % d'être rentable lorsque le seuil d'acceptabilité est égal à 1 500 \$ par diagnostic.

³⁶ Des variables d'interaction peuvent également être utilisées dans le modèle. Celles-ci permettent de tester l'impact d'appartenir à un sous-groupe sociodémographique sur la rentabilité de l'intervention (p. ex. : âge, sexe).



Source : Hoch *et al.* (2006)

Figure 4.13. Courbe d'acceptabilité.

4.5.3 Analyse coût-utilité

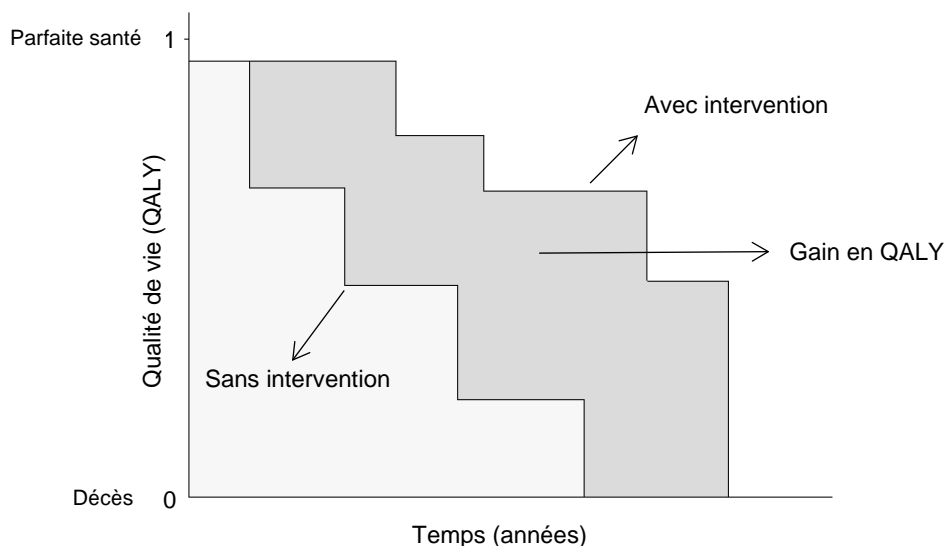
L'analyse coût-utilité (ACU) est une forme d'analyse coût-efficacité, dont l'effet de l'intervention se mesure par le changement de la qualité de vie. Aucune étude recensée n'a recours à ce type d'analyse économique, qui est surtout utilisé dans le domaine de la pharmacoeconomie. L'indicateur QALY (*quality-adjusted life year*), ou année de vie pondérée par la qualité en français, est habituellement utilisé pour évaluer le changement de qualité de vie des personnes visées par le traitement ou l'intervention.

Un QALY équivaut à une année de vie en bonne santé. Pour calculer le nombre de QALY engendré par une intervention, il faut une mesure du changement de la qualité de vie (q), soit un poids compris entre 0 (mort) et 1 (bonne santé), ainsi que la durée de ces changements (T). Le nombre de QALY s'obtient par le produit arithmétique de ces deux mesures :

$$Q = \sum_{i=1}^N q_i T_i$$

Il s'agit donc d'une mesure permettant d'évaluer l'impact d'une intervention en termes de quantité et de qualité de vies sauvées. Un exemple graphique est illustré à la figure 4.14. Dans ce dernier,

l'aire entre les deux courbes correspond à la différence de QALY entre la situation avec intervention et sans intervention.



Source : Inspiré de Neumann *et al.* (2017)

Figure 4.14. Impact d'une intervention en termes de QALY.

Les informations nécessaires pour ce calcul s'obtiennent habituellement par l'entremise de questionnaires standardisés.³⁷

Dans les analyses coût-utilité, un ratio coût-utilité différentiel est positionné dans un plan coût-efficacité, dont la frontière d'acceptabilité correspond à la volonté à payer pour l'ajout d'un QALY (cadran nord-est) ou la volonté à accepter pour la perte d'un QALY (cadran sud-ouest). La valeur d'un QALY est habituellement établie selon ce qui a été utilisé dans d'autres études du même domaine de recherche. Un seuil de 50 000 US\$ par QALY a été utilisé pendant de plusieurs années dans la littérature scientifique.³⁸ Les plus récentes études utilisent généralement un ratio compris entre 50 000 US\$ et 150 000 US\$ par QALY.

Dans O'Brien, Gertsen, Willan et Faulkner (2002), les auteurs démontrent que la volonté à payer et la volonté à accepter ne sont pas symétriques dans un contexte de changement de la qualité

³⁷ Plusieurs instruments ont été construits pour évaluer la mesure *q*. Parmi ceux-ci, il y a le Health Utilities Index (HUI) (Feeny, Furlong, Boyle et Torrance, 1995), l'EuroQol EQ-5D (Kind, 1996) et le test SF-36 (Ware et Sherbourne, 1992). Les trois instruments évaluent la santé des individus par l'entremise de plusieurs dimensions et plusieurs niveaux. Par exemple, une nouvelle version du EQ-5D, le EQ-5D-5L, comprend 5 dimensions (mobilité, soins personnels, activités usuelles, douleur/inconfort, anxiété/dépression) et 5 niveaux (pas de problème, légers problèmes, problèmes modérés, problèmes graves, problèmes extrêmes/incapacité) (Devlin, Shah, Feng, Mulhern et van Hout, 2018).

³⁸ Ce seuil, qu'on appelle communément le *dialysis standard* proviendrait d'une étude datant des années 80, dans laquelle il aurait été estimé qu'il en coûte 50 000 \$ en frais médicaux afin de procurer l'équivalent d'un QALY à un patient ayant des problèmes rénaux (dialyse). Encore utilisé par certains auteurs, ce seuil fait l'objet de nombreuses critiques, entre autres, en raison du fait qu'il n'a jamais été actualisé au fil des années. Lee, Chertow et Zenios (2009) ont démontré qu'en dollars de 2009 ce seuil serait plutôt d'environ 129 000 \$.

de vie. Ils estiment que les gens ont tendance à demander, en échange d'une baisse de qualité de vie, une compensation monétaire deux fois supérieure à ce qu'ils seraient prêts à payer pour une amélioration équivalente. C'est pour cette raison que la frontière d'acceptabilité utilisée dans ce type d'étude prend habituellement la forme d'une ligne brisée plutôt qu'une ligne droite (Figure 4.15).

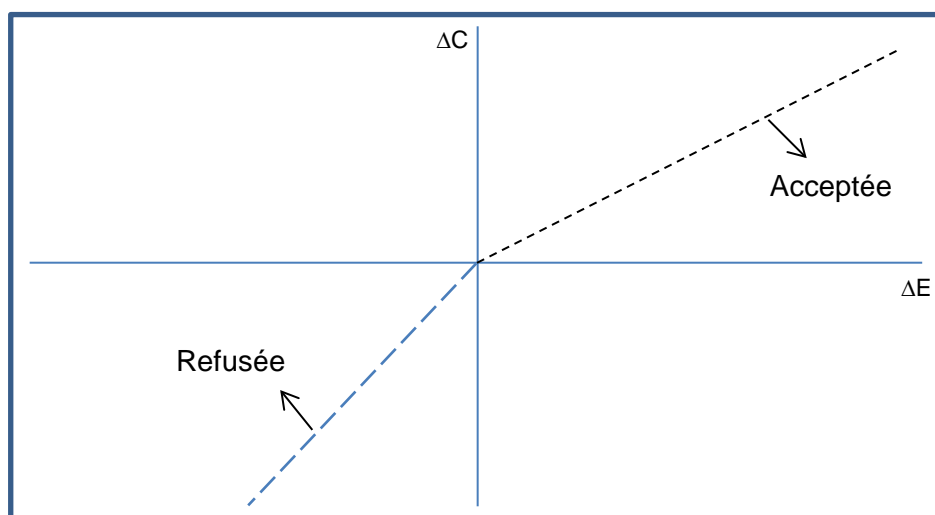


Figure 4.15. Frontière d'acceptabilité dans les analyses coût-utilité.

4.5.4 Analyse coût-conséquence

Parfois, il peut être approprié de présenter séparément les coûts et les effets d'une intervention. C'est particulièrement le cas lorsque les conséquences d'une intervention sont multiples et variées. Par exemple, une intervention pourrait avoir des conséquences sur les coûts d'indemnisation, la productivité, la qualité de la production, la satisfaction des employés, le taux de roulement du personnel, la qualité de vie, l'utilisation du temps supplémentaire, etc. Il peut donc être intéressant de présenter ces conséquences individuellement, sans les agréger. On préconise alors une analyse coût-conséquence (ACC). C'est ce qui est fait dans 4 des 36 études répertoriées.

4.5.5 Analyse de minimisation des coûts

Dans une situation où il n'y aurait pas de différence significative entre les effets de chacune des options analysées, l'analyse de minimisation des coûts (AMC) peut s'avérer appropriée. Cette méthode stipule que pour des choix équivalents, l'option la moins coûteuse est à privilégier. Il est toutefois très rare que deux interventions différentes aient exactement les mêmes conséquences. Ce n'est donc pas surprenant qu'aucune étude recensée n'utilise cette approche.

4.6 Coûts de l'intervention

D'un point de vue théorique, les coûts d'une intervention correspondent aux coûts d'opportunité des ressources utilisées, soit la valeur de la meilleure option non réalisée.³⁹ Il est important à cette étape d'inclure l'ensemble des coûts liés à l'intervention qu'il est possible d'estimer.

Les coûts liés aux interventions en SST sont généralement assumés par les entreprises.⁴⁰ Ils varient en fonction de la nature de l'investissement en prévention et les données nécessaires à leur calcul requièrent la collaboration des différents intervenants et gestionnaires. Souvent, dans les entreprises, il y a des méthodes bien établies pour permettre aux chercheurs de calculer ces coûts (Oxenburgh, 1997).⁴¹

Voici une liste non exhaustive des coûts des interventions :

- ✓ Achat d'équipements
- ✓ Installation
- ✓ Formation
- ✓ Réunions
- ✓ Entretien
- ✓ Perte de productivité
- ✓ Énergie (p. ex. : électricité)
- ✓ Assurances
- ✓ Coûts administratifs

Pour ce qui est de la perte de productivité, il est important de ne considérer que les coûts liés à une baisse de productivité à court terme. Par exemple, la productivité qui est réduite au moment du remplacement d'un équipement. Tout autre changement positif ou négatif de la productivité doit plutôt être considéré dans les conséquences (ou bénéfiques) (Laporte *et al.*, 2008).⁴²

Une analyse rigoureuse tiendra également compte de la durée de vie des nouveaux équipements ainsi que du taux de dépréciation associé. Ceci est particulièrement important lorsque l'on compare deux interventions différentes.

4.7 Bénéfices de l'intervention

Les activités de prévention engendrent des bénéfices pour les entreprises, les travailleurs et la société en général. Certains auteurs utilisent le terme « bénéfices », d'autres le terme « conséquences ». Puisque dans certaines circonstances le résultat de l'intervention peut

³⁹ Ces coûts sont parfois classés en deux catégories : les coûts directs et indirects. Dans la littérature, il semble y avoir confusion concernant les éléments à considérer dans chacune des deux catégories (Laporte, Dolinski et Tompa, 2008). Pour les besoins d'une analyse de rentabilité, cette classification n'a pas vraiment d'importance.

⁴⁰ Dans certaines circonstances, des coûts peuvent être assumés par la société (p. ex. : subvention gouvernementale).

⁴¹ Le comptable de l'entreprise est souvent d'une aide précieuse à cette étape.

⁴² Cette distinction est surtout importante si l'outil décisionnel prend la forme d'un ratio, comme le ratio coût-bénéfice. Sinon, pour le calcul d'une VAN par exemple, la distinction n'est pas vraiment importante.

effectivement être négatif, le terme « conséquences » est probablement plus juste.⁴³ Par contre, puisque dans la littérature francophone le terme « bénéfiques » est beaucoup plus commun, ce dernier sera préconisé dans ce rapport. Il faut toutefois se rappeler que dans certaines circonstances les effets d'une intervention peuvent être négatifs.

Les bénéfices de la prévention peuvent être regroupés en trois grandes catégories : la baisse des coûts liés aux lésions professionnelles évitées, les changements au niveau de la productivité et les autres bénéfices.

4.7.1 Lésions professionnelles évitées

Les lésions professionnelles engendrent des coûts importants pour l'employeur. Éviter ces lésions signifie également éviter les coûts qui leur sont associés. On classe habituellement les coûts des lésions professionnelles en deux catégories : les coûts directs et indirects. Il n'y a pas vraiment de consensus quant à ce qui se retrouve dans ces deux catégories. Jallon, Imbeau et de Marcellis-Warin (2011) suggèrent d'inclure dans les coûts directs ceux qui sont « visibles » par les employeurs, donc faciles à identifier. Les coûts indirects sont « cachés », plus difficiles à mesurer et souvent sous-estimés.⁴⁴

De façon générale, les coûts directs estimés dans les études recensées sont ceux assurés par les commissions des accidents du travail. Ils se composent de frais (médicaux, réadaptation) et d'indemnités versées aux travailleurs (remplacement du revenu, décès, préjudice corporel).⁴⁵ Les coûts indirects liés aux lésions professionnelles sont des coûts qui ne sont pas directement liés au traitement et à la réparation de la lésion. Lebeau et Duguay (2011) présentent une liste non exhaustive de ces coûts pour l'employeur (Tableau 4.3).

Les lésions professionnelles engendrent également des coûts indirects pour les travailleurs (perte de salaire, avantages sociaux perdus, travail ménager non effectué, douleur, perte de la jouissance de la vie, etc.) ainsi que pour la collectivité (utilisation des services publics, impôts et prestations non versés, etc.). Ceux-ci ne sont que rarement considérés dans les études recensées.

⁴³ Par exemple, un nouvel équipement de protection peut réduire le nombre de lésions professionnelles, mais en contrepartie, réduire la cadence de production.

⁴⁴ Les travaux des professeurs Henri Savall et Véronique Zardet (Savall, 2010; Savall et Zardet, 2008) ont montré à quel point il est important de tenir compte des différents coûts cachés dans les organisations.

⁴⁵ Si on définit les coûts directs comme étant les cotisations versées à l'assureur, d'autres éléments viennent s'ajouter, comme les frais d'administration de l'assureur (p. ex. : CNESST). L'entreprise n'a toutefois que peu ou pas d'emprise sur ces coûts.

Tableau 4.3. Les coûts indirects des lésions professionnelles pour l'employeur

Catégories	Définition	Coûts
Coûts salariaux	Heures perdues par les employés	Heures perdues du travailleur accidenté Heures perdues des sympathisants Heures perdues des travailleurs dépendants Heures perdues des secouristes Heures perdues des superviseurs
Dommages matériels	Dommages matériels survenus au moment de la lésion	Médicaments et matériel médical Réparations sur machinerie et équipement Remplacement de l'équipement Dommages causés à la marchandise Frais de nettoyage
Coûts administratifs	Heures consacrées pour effectuer des tâches administratives liées à l'accident	Formation du remplaçant Investigation de l'accident Administration des dossiers de CNESST
Productivité	Baisse de la productivité issue de l'arrêt ou du ralentissement de la production due aux dommages matériels ou aux accidents affectant l'intégrité physique des employés	Baisse de productivité de l'accidenté au retour Baisse de productivité des autres travailleurs Baisse de productivité du remplaçant Surtemps
Autres coûts	Autres coûts engendrés par les lésions professionnelles	Transport médical Coûts médicaux (expertise médicale) Frais judiciaires Avantages sociaux

Source : Lebeau et Duguay (2011)

4.7.2 Changements dans la productivité

L'intervention en SST entraîne parfois des changements au niveau de la productivité du travail. Celle-ci peut être influencée par plusieurs éléments, dont un changement, au niveau de l'absentéisme, du présentéisme, des méthodes de production et des équipements.

La productivité peut être définie comme étant la quantité d'extrants obtenus par une certaine quantité d'intrants (Steel, Godderis et Luyten, 2018). Elle est souvent représentée comme le rapport, en volume, d'une production sur un ou plusieurs facteurs de production (Organisation de coopération et de développement économiques, 2001) :

$$\frac{\text{Production}}{\text{Facteur de production}}$$

Par exemple, une mesure de la productivité dans une entreprise minière pourrait être le nombre de tonnes de minerais extraits sur le nombre d'heures travaillées. Dans la réalité, ce genre

d'estimation est souvent difficile à effectuer (van Dongen *et al.*, 2014). Les chercheurs vont plutôt utiliser une alternative, soit mesurer le nombre d'heures productives. Ce nombre s'obtient en soustrayant les heures non productives des heures payées (Oxenburgh et Marlow, 2005). Les heures non productives sont essentiellement dues à l'absentéisme et au présentéisme.

Les deux approches les plus souvent utilisées pour calculer la productivité perdue en raison de l'absentéisme sont la méthode du capital humain et la méthode des coûts de friction.⁴⁶ Bien que la première méthode est habituellement associée à la perspective sociétale, certains auteurs l'utilisent pour mesurer les changements en termes de productivité au niveau des employeurs (Bernaards, Bosmans, Hildebrandt, van Tulder et Heymans, 2011; Lahiri *et al.*, 2011; Miller, Zaloshnja et Spicer, 2007; Oude Hengel *et al.*, 2014). Dans la méthode du capital humain, le salaire brut du travailleur, additionné des avantages sociaux, est utilisé comme une approximation de la valeur de la productivité perdue. Cette approche est critiquée en raison du fait qu'elle surestimerait la vraie perte de productivité, surtout selon la perspective de l'employeur.

Ainsi, certains auteurs vont plutôt opter pour l'utilisation de la méthode des coûts de friction développée par Koopmanschap, Rutten, van Ineveld et van Roijen (1995). Parmi ceux-ci, notons Driessen *et al.* (2012), Spekle *et al.* (2010) ainsi que van der Meer *et al.* (2016). Koopmanschap et ses collègues avancent plusieurs raisons qui expliqueraient pourquoi la productivité perdue « réelle » est inférieure au salaire du travailleur. À court terme, le travail habituellement effectué par l'accidenté pourrait être accompli par un autre travailleur à l'intérieur de l'entreprise. De plus, certains travaux moins urgents peuvent être annulés ou reportés à plus tard. Pour les absences prolongées, le travail peut être exécuté par un individu qui n'est pas sur le marché du travail (p. ex. : chômage) ou par un travailleur provenant d'une autre entreprise. Selon les auteurs, le calcul de la productivité perdue devrait se limiter à la période de friction, qui correspond au temps nécessaire pour rétablir le niveau de productivité à ce qu'il était avant l'accident. De plus, la perte de productivité durant cette période de friction ne correspondrait pas à 100 % du temps perdu, un facteur de correction (*elasticity factor*) devrait être appliqué.⁴⁷

Il est important de porter une attention particulière au risque de double compte lorsqu'on estime, dans une même analyse, l'impact d'une intervention sur les indemnités de remplacement du revenu ainsi que sur la productivité perdue due à l'absentéisme. D'ailleurs, parmi les études recensées, on constate que les auteurs qui estiment l'impact d'un investissement en SST sur les indemnités versées aux travailleurs n'incluent généralement pas une analyse de l'impact sur la productivité.

Le présentéisme se définit comme étant du temps non productif au travail. La perte de productivité en raison du présentéisme se calcule généralement par l'entremise de questionnaires distribués avant et après l'intervention. Dans van Dongen *et al.* (2014), les auteurs font référence à quelques études dans lesquelles des questionnaires ont été développés, soit pour des besoins généraux (Kessler *et al.*, 2004; Kessler *et al.*, 2003; Koopmanschap, 2005; van Roijen, Essink-Bot, Koopmanschap, Bonsel et Rutten, 1996) ou spécifiques (Reilly, Bracco, Ricci, Santoro et Stevens, 2004; Wahlqvist, Carlsson, Stalhammar et Wiklund, 2002). Le modèle général pour le calcul du présentéisme est le suivant (van Dongen *et al.*, 2014) :

⁴⁶ D'autres approches d'estimation de la productivité perdue sont présentées dans Steel *et al.* (2018).

⁴⁷ Le facteur suggéré par Koopmanschap *et al.* (1995) est de 0,8. Ainsi, pour une perte de temps de 100 %, une perte de productivité de 80 % est estimée.

$$P = (E - A) \cdot p$$

où

- P est le nombre total de jours perdus en raison du présentisme;
- E est le total de jours de travail;
- A est le nombre de jours d'absence pour maladie;
- p est la proportion de productivité perdue au travail en raison du présentisme.

Bien qu'il s'agisse de coûts importants pour les employeurs, ceux-ci sont uniquement estimés par van der Meer *et al.* (2016) et Oude Hengel *et al.* (2014), parmi les études recensées.

4.7.3 Autres bénéfiques

Parmi les autres bénéfiques parfois pris en considération par les chercheurs, notons, entre autres, les primes d'assurances collectives, le taux de roulement du personnel ainsi que la qualité des produits.⁴⁸ L'intérêt de tenir compte des assurances collectives vient du fait qu'il peut se produire un transfert de coûts entre assureurs. Comme le souligne Tompa, Dolinschi et de Oliveira (2008), certains coûts qui normalement devraient être assumés par les commissions des accidents du travail sont parfois transférés à d'autres assureurs, comme l'assurance maladie publique ou l'assurance invalidité privée. Par exemple, dans l'étude de Tompa, Dolinschi et Natale (2013), on constate que l'intervention ergonomique participative a permis de réduire de façon statistiquement significative la durée des congés de maladie payés par l'assureur privé, mais pas ceux indemnisés par la commission des accidents du travail.⁴⁹

4.8 Mesures qualitatives

Robson *et al.* (2001) suggèrent d'intégrer dans les analyses de rentabilité en SST des mesures qualitatives, en complément des mesures quantitatives. Celles-ci peuvent servir à appuyer les résultats obtenus par l'analyse quantitative ainsi qu'à mieux comprendre les facteurs explicatifs de la rentabilité ou de la non-rentabilité de l'intervention.

Les méthodes habituelles de collecte de données qualitatives consistent en des questionnaires et des entrevues. Les questions posées dépendent des informations que l'on souhaite recueillir. Si on prend en exemple une intervention visant à réduire les lésions professionnelles par une réduction de la pénibilité du travail, il pourrait être intéressant de sonder les travailleurs quant au niveau de pénibilité perçue, avant et après l'intervention. Des questions plus générales, comme : « Que pensez-vous de l'intervention réalisée? », « Êtes-vous satisfait des efforts de la direction pour améliorer la SST? », « Vous sentez-vous plus en sécurité depuis l'intervention? Pourquoi? », peuvent être tout aussi utiles, surtout si l'intervention n'a pas eu les effets

⁴⁸ À noter que ces changements peuvent tous être positifs ou négatifs.

⁴⁹ Tompa, Dolinschi et Natale (2013) présentent quelques raisons pouvant expliquer ce type de transfert de coûts. Parmi celles-ci, notons que certaines lésions sont complexes, multifactorielles et difficiles à attribuer au travail. De plus, l'employeur peut vouloir diriger l'employé blessé vers un programme de compensation moins coûteux pour l'entreprise. Aussi, le travailleur peut lui-même considérer plus avantageux de ne pas déclarer sa lésion à la commission des accidents du travail, selon sa situation particulière (Lebeau et Duguay, 2011).

escomptés. Quelques études recensées ont procédé à ce type de mesure (Banco, Lapidus, Monopoli et Zavoski, 1997; Karjalainen *et al.*, 2003; Loisel *et al.*, 2002; Tompa *et al.*, 2013).

Des mesures de qualité de vie peuvent également permettre de mesurer les bénéfices des interventions en SST chez les travailleurs. Par exemple, Jensen, Bergström, Ljungquist et Bodin (2005) utilisent un test SF-36 (*The Short Form (36) Health Survey*) pour mesurer les changements dans la qualité de vie des travailleurs suite à l'intervention. Amick III *et al.* (2003) ont quant à eux mesuré par questionnaire le niveau de douleur ou d'inconfort subi par les travailleurs avant et après l'intervention, sur une échelle de 0 (aucun) à 10 (extrêmement sévère), et ce, pour neuf régions du corps.

4.9 Actualisation

Les coûts et les bénéfices peuvent être analysés sur plusieurs années. Le cas échéant, il est important que ceux-ci soient mesurés en dollars constants, à l'aide d'un taux d'actualisation. Le choix du taux d'actualisation est une étape importante puisqu'il peut influencer les résultats de l'analyse coût-bénéfice. En effet, un taux trop élevé peut avoir comme conséquence de rejeter un projet viable, puisque la valeur actualisée des bénéfices futurs serait trop faible.

Dans la littérature, il est habituellement convenu d'utiliser un taux d'actualisation qui reflète la préférence temporelle du groupe concerné. Cela signifie qu'il n'y a pas de taux d'actualisation unique qui s'applique à toutes les situations. Pour les entreprises, le taux d'actualisation approprié est le coût moyen pondéré du capital (CMPC). Au niveau de la société, on utilise le coût d'opportunité social du capital (COSC) (Montmarquette et Scott, 2007).

Le CMPC correspond à ce que l'entreprise doit, en termes de rendement, à tous ceux qui lui ont fourni des capitaux. La structure de capital d'une entreprise se compose généralement de capitaux propres et de capitaux étrangers. Les capitaux propres correspondent aux sommes investies par les actionnaires, ainsi qu'aux bénéfices réalisés et non distribués. Les capitaux étrangers sont les dettes contractées par l'entreprise auprès de créanciers (banques, institutions financières, etc.). Le CMPC se calcule selon la formule :

$$CMPC = \left(\frac{E}{E + D}\right) \times kE + \left(\frac{D}{E + D}\right) \times kD \times (1 - t)$$

où

- E sont les capitaux propres;
- D sont les capitaux étrangers;
- kE est le coût des capitaux propres;
- kD est le coût des capitaux étrangers;
- t est le taux d'imposition.

Il est primordial que le CMPC soit calculé correctement, sinon cela peut engendrer une allocation non optimale du capital au sein de l'entreprise (Boyer, 2017).

En ce qui a trait au coût d'opportunité social du capital, soit le taux d'actualisation à utiliser dans les projets publics, il est source de débats parmi les économistes. Il doit refléter l'objectif d'une

rentabilité de l'intérêt général en prenant en compte les préférences collectives quant à la valeur relative des flux monétaires dans le temps et les facteurs macroéconomiques (Montmarquette et Scott, 2007). Il est habituellement recommandé d'utiliser un taux compris entre 3 % et 5 % (Drummond *et al.*, 2015).

4.10 Analyse de sensibilité

La plupart, si ce n'est la totalité, des études économiques impliquent un certain niveau d'incertitude. Cette incertitude provient de diverses sources, dont la variation dans les données échantillonnées, ainsi que le choix des paramètres et hypothèses utilisés dans le modèle (Gnam *et al.*, 2008; Lord et Asante, 1999). Dans la littérature, on fait souvent référence à deux grandes familles d'analyse de sensibilité : l'analyse de sensibilité déterministe et l'analyse de sensibilité probabiliste.

L'analyse de sensibilité déterministe (ASD) consiste à faire varier les paramètres du modèle l'un après l'autre (unidirectionnelle) ou simultanément (multidirectionnelle), en gardant les autres paramètres constants (Drummond *et al.*, 2015). Il s'agit du type d'analyse de sensibilité le plus utilisé dans les études recensées, principalement en raison de sa simplicité. Parmi les paramètres les plus souvent considérés pour l'analyse de sensibilité, notons le taux d'actualisation, les coûts de l'intervention, l'efficacité anticipée de l'intervention et l'horizon temporel. L'objectif étant de s'assurer que les conclusions de l'étude sont maintenues malgré des variations dans les paramètres. Par exemple, dans Lahiri *et al.* (2013) les auteurs font varier le taux d'actualisation ainsi que la durée de vie utile de l'équipement, afin d'évaluer l'impact que cela produit sur les bénéfices nets de l'intervention. Puisque la variation de ces deux paramètres ne fait pas beaucoup varier les résultats, les auteurs peuvent statuer de la robustesse de leur conclusion.

Une approche faisant partie de l'ASD, l'analyse de scénarios extrêmes, consiste à fixer simultanément les paramètres en fonction d'un scénario pessimiste et d'un scénario optimiste. Cette approche permet d'évaluer la rentabilité de l'intervention, selon la pire et la meilleure des situations possibles.

L'ASD est critiquée en raison du fait qu'elle tend à sous-estimer l'incertitude lorsque l'on ne fait varier qu'un seul paramètre à la fois et à surestimer l'incertitude par l'analyse de scénarios extrêmes (Briggs et Gray, 1999). De plus, les approches faisant partie de l'ASD ne permettent pas d'attribuer une probabilité aux différents scénarios utilisés (Adalsteinsson et Toumi, 2013).

Pour pallier ces limites, des analyses de sensibilité plus avancées peuvent être utilisées.⁵⁰ L'analyse de sensibilité probabiliste (ASP) est considérée comme étant la méthode la plus robuste et complète pour traiter l'incertitude dans les études économiques (Rudmik et Drummond, 2013). Celle-ci consiste à tester la robustesse d'une évaluation en effectuant un grand nombre de simulations de Monte-Carlo, laissant varier les paramètres simultanément en fonction de lois de probabilité préalablement définies (Briggs et Gray, 1999).⁵¹ Ces analyses devraient en principe

⁵⁰ Pour plus de détails concernant le traitement de l'incertitude et des méthodes avancées, voir Briggs et Gray (1999) ainsi que Briggs *et al.* (2002).

⁵¹ Les lois de probabilité sont définies en fonction du type de paramètre, du processus d'estimation et de la forme des données (Gnam *et al.*, 2008).

donner des résultats plus près de la réalité, par rapport à ce qui serait obtenu de l'ASD (Manning, Fryback et Weinstein, 1996).

Le résultat de l'analyse de sensibilité peut être présenté graphiquement, en ajoutant une ou de nouvelles courbes d'acceptabilité correspondant aux différents scénarios analysés. Dans van der Meer *et al.* (2016), les auteurs procèdent à une analyse de sensibilité via trois scénarios illustrés par trois courbes d'acceptabilité. Ces trois scénarios peuvent ainsi être comparés à l'analyse principale, dans un seul et même graphique.

5. RECOMMANDATIONS

Dans la présente section, des recommandations sont émises quant aux différents choix méthodologiques inhérents à la réalisation d'analyses de rentabilité d'investissements dans la prévention des lésions professionnelles. Celles-ci émanent en grande partie des travaux de Drummond *et al.* (2015), Neumann *et al.* (2017), Tompa, Culyer, *et al.* (2008) ainsi que Robson *et al.* (2001).⁵²

1) Énoncer une question de recherche claire et précise

- Bien identifier la problématique, ce qui motive l'intervention.
- Choisir la perspective appropriée (travailleur, employeur, assureur, société). Si possible, ne pas se limiter à une seule perspective.
- Identifier les parties prenantes (dirigeants, travailleurs, etc.).
- Définir les alternatives (*statu quo*, autres interventions considérées).

2) Choisir un horizon temporel approprié

- Utiliser un horizon temporel suffisamment long pour capter le maximum d'effets de l'intervention (coûts et bénéfices).
- Procéder, si possible, à une analyse de rentabilité à une période intermédiaire, surtout si l'horizon temporel choisi est long.
- Utiliser un taux d'actualisation afin de convertir en dollars constants les coûts et les bénéfices qui surviennent sur plusieurs années. Tester différents taux d'actualisation dans l'analyse de sensibilité.

3) Choisir un devis d'étude qui permet de répondre à la question de recherche

- Choisir le devis d'étude le plus robuste possible, en fonction des contraintes. Considérer le fait que certains types d'études quasi expérimentales peuvent être plus robustes que des études expérimentales.
- Si possible, utiliser une ou plusieurs stratégies afin d'augmenter la robustesse des résultats (p. ex. : augmenter le nombre d'observations avant et après l'intervention, échelonner l'intervention dans le temps à différents groupes).
- Si une approche non expérimentale est utilisée, tenter de réduire les biais susceptibles d'affecter la validité des résultats (p. ex. : identifier tous changements non liés à l'intervention pouvant avoir eu un impact sur les résultats).
- Former des groupes ayant un nombre suffisamment grand de travailleurs afin d'obtenir une puissance statistique adéquate, et ce, peu importe le devis d'étude choisi.

4) Choisir un type d'analyse économique qui permet de répondre à la question de recherche

- Le type d'analyse économique (analyse coût-bénéfice, analyse coût efficacité, etc.) ainsi que les paramètres correspondants doivent être choisis en fonction des besoins et des objectifs des décideurs.

⁵² L'élaboration de ces recommandations s'est également appuyée sur un document rédigé par Bill and Melinda Gates Foundation (2014).

- L'évaluation économique doit correspondre à une analyse incrémentielle des coûts et des bénéfices. Ainsi, les coûts additionnels d'une intervention par rapport à une alternative sont comparés aux bénéfices additionnels.
- Si possible, utiliser des méthodes d'analyse avancées, comme l'analyse de régression du bénéfice net.

5) Considérer tous les coûts et les bénéfices de l'intervention

- Identifier les coûts et les bénéfices de l'intervention correspondant à la perspective choisie et définir les unités appropriées afin de les mesurer.
- Ne pas se limiter aux coûts de l'intervention facilement identifiables, comme le coût des nouveaux équipements. Considérer, par exemple, les coûts d'entretien, le taux de dépréciation des équipements, la perte de temps (formations, réunions) et les coûts liés à l'arrêt de la production.
- Ne pas se limiter aux bénéfices de l'intervention facilement identifiables, comme la variation des cotisations versées aux commissions des accidents du travail. Considérer, par exemple, les coûts indirects des lésions professionnelles évitées ainsi que les changements potentiels au niveau de la productivité et du taux de roulement du personnel.
- Considérer comme un coût la perte de productivité à court terme, comme lors du changement (ou modification) d'un équipement. Considérer comme un bénéfice les effets à long terme sur la productivité.
- Préconiser la méthode des coûts de friction pour le calcul de la productivité perdue (selon la perspective de l'employeur).
- Considérer des mesures qualitatives (p. ex. : satisfaction des travailleurs, sentiment d'appartenance, perception de l'utilité de l'intervention, etc.), qui aideront à expliquer le succès ou l'insuccès d'une intervention.
- Évaluer la pertinence et la possibilité de mesurer les effets de l'intervention sur la qualité de vie des travailleurs, par exemple, via un questionnaire (p. ex. : HUI, EQ-5D, SF-6D).
- Tenir compte à la fois des effets positifs et négatifs de l'intervention.
- Porter une attention particulière à la possibilité de transfert de coûts entre assureurs (p. ex. : une blessure liée au travail, mais réclamée à l'assurance collective privée).

6) Présenter clairement l'incertitude liée aux résultats obtenus

- L'incertitude liée aux résultats de l'analyse de rentabilité devrait être présentée (intervalles de confiance, courbe d'acceptabilité, etc.).
- Effectuer une analyse de sensibilité afin de tester l'impact de certains paramètres ou hypothèses sur les résultats obtenus.
- Si possible, effectuer une analyse de sensibilité probabiliste (ASP) plutôt qu'une analyse de sensibilité déterministe (ASD).

7) Explorer les implications éthiques et d'équité

- Les considérations éthiques et d'équité doivent être considérées à toutes les étapes de l'analyse, incluant le choix du devis d'étude, l'estimation des coûts et des bénéfices ainsi que la présentation des résultats.
- Identifier toutes les parties prenantes pouvant être affectées positivement ou négativement par l'intervention. Porter une attention particulière aux risques accrus que peuvent subir certains groupes.

- Si l'impact de l'intervention diffère grandement entre les groupes, présenter les résultats par groupes et mettre de l'avant ces différences.
- S'assurer qu'il n'y a pas présence de conflit d'intérêts parmi les parties prenantes.

6. CONCLUSION

Le présent rapport dresse un portrait de l'état des connaissances en matière d'évaluation de la rentabilité des investissements en prévention des lésions professionnelles. De façon générale, on peut affirmer que ce type d'évaluation est complexe à réaliser et que les approches utilisées par les chercheurs divergent.

Une revue de la littérature a permis de révéler cette hétérogénéité dans les approches utilisées, mais également dans les résultats obtenus. En effet, bien que la promotion de la santé et de la sécurité du travail se fait parfois par l'utilisation de titres accrocheurs du type « La prévention, c'est rentable », ou bien « Un dollar investi en prévention en rapporte quatre », la revue de la littérature dresse un constat plus nuancé. Bien que la majorité des études recensées tendent à démontrer la rentabilité de ce type d'investissement, certaines interventions se révèlent être très rentables et d'autres ne le sont pas du tout. Ces divergences proviennent essentiellement de trois sources : les caractéristiques des interventions, les environnements différents dans lesquels ces interventions sont réalisées et les approches utilisées par les chercheurs.

Pour ces raisons, il n'est pas recommandé de généraliser les résultats d'une étude à un autre contexte. Deux interventions identiques, analysées avec la même méthodologie, dans deux entreprises différentes, sont susceptibles de produire des résultats différents, pouvant même aller d'un extrême à l'autre. Chaque analyse de rentabilité est donc unique et difficilement « transférable », sauf exception.

Comme d'autres auteurs l'ont également souligné, une standardisation des approches utilisées pour ce type d'analyse permettrait, entre autres, d'uniformiser le niveau de qualité des études publiées dans la littérature et faciliterait les comparaisons. Une telle standardisation a toutefois ses limites puisque dans ce type d'étude, les chercheurs n'ont parfois que peu ou pas d'emprise sur certains facteurs clés pouvant influencer les analyses. De plus, il peut être tout à fait indiqué que la méthodologie utilisée varie selon le contexte dans lequel se fait l'étude. On peut donc se questionner sur le degré de faisabilité ainsi que la pertinence d'une telle standardisation.

Les recommandations émises à la section 5 du présent rapport contribuent en partie à cet effort de standardisation. Elles ont pour principal objectif d'orienter les chercheurs quant aux choix méthodologiques inhérents à la réalisation de telles analyses de rentabilité.

BIBLIOGRAPHIE

- Abrahamsson, L. (2000). Production economics analysis of investment initiated to improve working environment. *Applied Ergonomics*, 31(1), 1-7. doi: 10.1016/S0003-6870(99)00029-0
- Adalsteinsson, E. et Toumi, M. (2013). Benefits of probabilistic sensitivity analysis: A review of NICE decisions. *Journal of Market Access & Health Policy*, 1(1), 1-6. doi: 10.3402/jmahp.v1i0.21240
- Amick, B. C., Robertson, M. M., DeRango, K., Bazzani, L., Moore, A., Rooney, T. et Harrist, R. (2003). Effect of office ergonomics intervention on reducing musculoskeletal symptoms. *Spine (Phila Pa 1976)*, 28(24), 2706-2711. doi: 10.1097/01.BRS.0000099740.87791.F7
- Armstrong, D. P., Ferron, R., Taylor, C., McLeod, B., Fletcher, S., MacPhee, R. S. et Fischer, S. L. (2017). Implementing powered stretcher and load systems was a cost effective intervention to reduce the incidence rates of stretcher related injuries in a paramedic service. *Applied Ergonomics*, 62, 34-42. doi: 10.1016/j.apergo.2017.02.009
- Arnetz, B. B., Sjögren, B., Rydén, B. et Meisel, R. (2003). Early workplace intervention for employees with musculoskeletal-related absenteeism: A prospective controlled intervention study. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 45(5), 499-506. doi: 10.1097/01.jom.0000063628.37065.45
- Banco, L., Lapidus, G., Monopoli, J. et Zavoski, R. (1997). The safe teen work project: A study to reduce cutting injuries among young and inexperienced workers. *American Journal of Industrial Medicine*, 31(5), 619-622. doi: 10.1002/(sici)1097-0274(199705)31:5<619::aid-ajim17>3.0.co;2-1
- Bernaards, C. M., Bosmans, J. E., Hildebrandt, V. H., van Tulder, M. W. et Heymans, M. W. (2011). The cost-effectiveness of a lifestyle physical activity intervention in addition to a work style intervention on recovery from neck and upper limb symptoms and pain reduction in computer workers. *Occupational and Environmental Medicine*, 68(4), 265-272. doi: 10.1136/oem.2008.045450
- Bill and Melinda Gates Foundation. (2014). *Methods for economic evaluation project (MEEP): The Gates reference case: What it is, why it's important, and how to use it*. Tiré de <http://www.globalhitap.net/wp-content/uploads/2015/11/MEEP-Gates-Reference-case-what-it-is-how-to-use-it.pdf>
- Boyer, M. (2017). *Cinq méprises omniprésentes en évaluation d'investissements publics et privés* (Rapport n° 2017s-02). Montréal, QC: CIRANO.
- Briggs, A. H. et Gray, A. M. (1999). Handling uncertainty in economic evaluations of healthcare interventions. *British Medical Journal*, 319(7210), 635-638. doi: 10.1136/bmj.319.7210.635
- Briggs, A. H., O'Brien, B. J. et Blackhouse, G. (2002). Thinking outside the box: Recent advances in the analysis and presentation of uncertainty in cost-effectiveness studies. *Annual Review of Public Health*, 23, 377-401. doi: 10.1146/annurev.publhealth.23.100901.140534
- Briggs, A. H., Wonderling, D. E. et Mooney, C. Z. (1997). Pulling cost-effectiveness analysis up by its bootstraps: A non-parametric approach to confidence interval estimation. *Health Economics*, 6(4), 327-340. doi: 10.1002/(sici)1099-1050(199707)6:4<327::Aid-hec282>3.0.Co;2-w

- Cagno, E., Micheli, G. J., Masi, D. et Jacinto, C. (2013). Economic evaluation of OSH and its way to SMEs: A constructive review. *Safety Science*, 53, 134-152. doi: 10.1016/j.ssci.2012.08.016
- Canadian Agency for Drugs Technologies in Health. (2017). *Guidelines for the economic evaluation of health technologies : Canada* (4^e éd.). Tiré de https://www.cadth.ca/sites/default/files/pdf/guidelines_for_the_economic_evaluation_of_health_technologies_canada_4th_ed.pdf
- Centre for Epidemiology and Evidence. (2017). *Commissioning economic evaluations : A guide*. Tiré de <https://www.health.nsw.gov.au/research/Publications/commissioning-economic-evaluations.pdf>
- Chhokar, R., Engst, C., Miller, A., Robinson, D., Tate, R. B. et Yassi, A. (2005). The three-year economic benefits of a ceiling lift intervention aimed to reduce healthcare worker injuries. *Applied Ergonomics*, 36(2), 223-229. doi: 10.1016/j.apergo.2004.10.008
- Collins, J. W., Wolf, L., Bell, J. et Evanoff, B. (2004). An evaluation of a "best practices" musculoskeletal injury prevention program in nursing homes. *Injury Prevention*, 10(4), 206-211. doi: 10.1136/ip.2004.005595
- Cook, T. D. et Campbell, D. T. (1979). *Quasi-experimentation: Design & analysis issues for field settings*. Chicago, IL: Rand McNally.
- DeRango, K., Amick, B., Robertson, M., Rooney, T., Moore, A. et Bazzani, L. (2003). The productivity consequences of two ergonomic interventions. *Upjohn Institute Working Papers*, 95(3). doi: 10.17848/wp03-95
- Devlin, N. J., Shah, K. K., Feng, Y., Mulhern, B. et van Hout, B. (2018). Valuing health-related quality of life: An EQ-5D-5L value set for England. *Health Economics*, 27(1), 7-22. doi: 10.1002/hec.3564
- Driessen, M., Bosmans, J., Proper, K., Anema, J., Bongers, P. et van der Beek, A. (2012). The economic evaluation of a participatory ergonomics programme to prevent low back and neck pain. *Work*, 41(1), 2315-2320. doi: 10.3233/wor-2012-0458-2315
- Drummond, M. F., Sculpher, M. J., Claxton, K., Stoddart, G. L. et Torrance, G. W. (2015). *Methods for the economic evaluation of health care programmes*. Oxford, Angleterre: Oxford University Press.
- Duguay, P., Boucher, A., Prud'homme, P., Busque, M.-A. et Lebeau, M. (2017). *Lésions professionnelles indemnisées au Québec en 2010-2012 : profil statistique par industrie : catégorie professionnelle* (Rapport n° R-963). Montréal, QC: IRSST.
- Evanoff, B. A., Bohr, P. C. et Wolf, L. D. (1999). Effects of a participatory ergonomics team among hospital orderlies. *American Journal of Industrial Medicine*, 35(4), 358-365. doi: 10.1002/(sici)1097-0274(199904)35:4<358::aid-ajim6>3.0.co;2-r
- Feeny, D., Furlong, W., Boyle, M. et Torrance, G. W. (1995). Multi-attribute health status classification systems. Health Utilities Index. *Pharmacoeconomics*, 7(6), 490-502. doi: 10.2165/00019053-199507060-00004
- Gahan, P., Sievwright, B. et Evans, P. (2014). *Workplace health and safety, business productivity and sustainability*. Tiré de <https://www.safeworkaustralia.gov.au/system/files/documents/1702/workplace-health-safety-business-productivity-sustainability.pdf>
- Gnam, W., Robson, I. et Kohstall, T. (2008). Study design. Dans E. Tompa, A. J. Culyer et R. Dolinschi (Édit.), *Economic evaluation of interventions for occupational health and safety: Developing good practice* (p. 135-145). New York, NY: Oxford University Press.

- Griffin, S. C., Regan, T. L., Harber, P., Lutz, E. A., Hu, C., Peate, W. F. et Burgess, J. L. (2016). Evaluation of a fitness intervention for new firefighters: Injury reduction and economic benefits. *Injury Prevention*, 22(3), 181-188. doi: 10.1136/injuryprev-2015-041785
- Grimani, A., Bergstrom, G., Casallas, M. I. R., Aboagye, E., Jensen, I. et Lohela-Karlsson, M. (2018). Economic evaluation of occupational safety and health interventions from the employer perspective: A systematic review. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 60(2), 147-166. doi: 10.1097/JOM.0000000000001224
- Heinrich, H. W. (1931). *Industrial accident prevention: A scientific approach*. New York, NY: McGraw-Hill.
- Hoch, J. S., Briggs, A. H. et Willan, A. R. (2002). Something old, something new, something borrowed, something blue: A framework for the marriage of health econometrics and cost-effectiveness analysis. *Health Economics*, 11(5), 415-430. doi: 10.1002/hec.678
- Hoch, J. S. et Chaussé, P. (2018). Econometric considerations when using the net benefit regression framework to conduct cost-effectiveness analysis. Dans B. H Baltagi et F. Moscone (Édit.). *Health econometrics: Contributions to economic analysis: Volume 294* (p. 119-143). Bingley, Angleterre: Emerald Publishing.
- Hoch, J. S. et Dewa, C. S. (2008). Kind of analysis and decision rule. Dans E. Tompa, A. J. Culyer et R. Dolinschi (Édit.), *Economic evaluation of interventions for occupational health and safety* (p. 147-163). Oxford, Angleterre: Oxford University Press.
- Hoch, J. S. et Dewa, C. S. (2014). Advantages of the net benefit regression framework for economic evaluations of interventions in the workplace: A case study of the cost-effectiveness of a collaborative mental health care program for people receiving short-term disability benefits for psychiatric disorders. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 56(4), 441-445. doi: 10.1097/JOM.0000000000000130
- Hoch, J. S., Rockx, M. A. et Krahn, A. D. (2006). Using the net benefit regression framework to construct cost-effectiveness acceptability curves: An example using data from a trial of external loop recorders versus Holter monitoring for ambulatory monitoring of "community acquired" syncope. *BMC Health Services Research*, 6(1), 68. doi: 10.1186/1472-6963-6-68
- Houle, S. (2015). An introduction to the fundamentals of randomized controlled trials in pharmacy research. *The Canadian Journal of Hospital Pharmacy*, 68(1), 28-32. doi: 10.4212/cjhp.v68i1.1422
- Imbens, G. W. et Rubin, D. B. (2008). Rubin causal model. Dans S. N. Durlauf (Édit.), *the new palgrave dictionary of economics : Volume 1 - 8* (p. 5673-5680). Londres, Angleterre: Palgrave Macmillan.
- Jallon, R., Imbeau, D. et de Marcellis-Warin, N. (2011). Development of an indirect-cost calculation model suitable for workplace use. *Journal of Safety Research*, 42(3), 149-164. doi: 10.1016/j.jsr.2011.05.006
- Jensen, I. B., Bergström, G., Ljungquist, T. et Bodin, L. (2005). A 3-year follow-up of a multidisciplinary rehabilitation programme for back and neck pain. *Pain*, 115(3), 273-283. doi: 10.1016/j.pain.2005.03.005
- Jensen, I. B., Bergström, G., Ljungquist, T., Bodin, L. et Nygren, Å. L. (2001). A randomized controlled component analysis of a behavioral medicine rehabilitation program for chronic spinal pain: Are the effects dependent on gender? *Pain*, 91(1-2), 65-78. doi: 10.1016/s0304-3959(00)00420-6
- Karjalainen, K., Malmivaara, A., Pohjolainen, T., Hurri, H., Mutanen, P., Rissanen, P., . . . Roine, R. (2003). Mini-intervention for subacute low back pain: A randomized controlled trial. *Spine (Phila Pa 1976)*, 28(6), 533-540. doi: 10.1097/01.BRS.0000049928.52520.69

- Kessler, R. C., Ames, M., Hymel, P. A., Loeppke, R., McKenas, D. K., Richling, D. E., . . . Ustun, T. B. (2004). Using the World Health Organization Health and Work Performance Questionnaire (HPQ) to evaluate the indirect workplace costs of illness. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 46(6), S23-37. doi: 10.1097/01.jom.0000126683.75201.c5
- Kessler, R. C., Barber, C., Beck, A., Berglund, P., Cleary, P. D., McKenas, D., . . . Wang, P. (2003). The World Health Organization Health and Work Performance Questionnaire (HPQ). *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 45(2), 156-174. doi: 10.1097/01.jom.0000052967.43131.51
- Kind, P. (1996). The EuroQol Instrument: An index of health-related quality of life. *Quality of Life and Pharmacoeconomics in Clinical Trials*, 2, 191-201.
- Kjellén, U., Boe, K. et Hagen, H. L. (1997). Economic effects of implementing internal control of health, safety and environment: A retrospective case study of an aluminium plant. *Safety Science*, 27(2-3), 99-114. doi: 10.1016/S0925-7535(97)00066-0
- Koopmanschap, M. A. (2005). PRODISQ: A modular questionnaire on productivity and disease for economic evaluation studies. *Expert Review of Pharmacoeconomics & Outcomes Research*, 5(1), 23-28. doi: 10.1586/14737167.5.1.23
- Koopmanschap, M. A., Rutten, F. F., van Ineveld, B. M. et van Roijen, L. (1995). The friction cost method for measuring indirect costs of disease. *Journal of Health Economics*, 14(2), 171-189. doi: 10.1016/0167-6296(94)00044-5
- Lahiri, S., Gold, J. et Levenstein, C. (2005). Estimation of net-costs for prevention of occupational low back pain: Three case studies from the US. *American Journal of Industrial Medicine*, 48(6), 530-541. doi: 0.1002/ajim.20184
- Lahiri, S., Latif, S. et Punnett, L. (2013). An economic analysis of a safe resident handling program in nursing homes. *American Journal of Industrial Medicine*, 56(4), 469-478. doi: 10.1002/ajim.22139
- Lahiri, S., Low, C. et Barry, M. (2011). A business case evaluation of workplace engineering noise control: A net-cost model. *Journal of Occupational & Environmental Medicine*, 53(3), 329-337. doi: 10.1097/JOM.0b013e31820d19c0
- Landstad, B. J., Gelin, G., Malmquist, C. et Vinberg, S. (2002). A statistical human resources costing and accounting model for analysing the economic effects of an intervention at a workplace. *Ergonomics*, 45(11), 764-787. doi: 10.1080/00140130210136053
- Lanoie, P. et Tavenas, S. (1996). Costs and benefits of preventing workplace accidents: The case of participatory ergonomics. *Safety Science*, 24(3), 181-196. doi: 10.1016/S0925-7535(97)81482-8
- Laporte, A., Dolinschi, R. et Tompa, E. (2008). Costs. Dans E. Tompa, A. J. Culyer et R. Dolinschi (Édit.), *Economic evaluation of interventions for occupational health and safety: Developing good practice* (p. 165-177). New York, NY: Oxford University Press.
- Lebaron, F. (2018). *COHORTE*, sciences sociales *Encyclopædia Universalis*. Tiré de <http://www.universalis.fr/encyclopedie/cohorte-sciences-sociales/>
- Lebeau, M. et Duguay, P. (2011). *Les coûts des lésions professionnelles : une revue de littérature* (Rapport n° R-676). Montréal, QC: IRSST.
- Lee, C. P., Chertow, G. M. et Zenios, S. A. (2009). An empiric estimate of the value of life: Updating the renal dialysis cost-effectiveness standard. *Value Health*, 12(1), 80-87. doi: 10.1111/j.1524-4733.2008.00401.x
- Loisel, P., Lemaire, J., Poitras, S., Durand, M.-J., Champagne, F., Stock, S., . . . Tremblay, C. (2002). Cost-benefit and cost-effectiveness analysis of a disability prevention model for

- back pain management: A six year follow up study. *Occupational and Environmental Medicine*, 59(12), 807-815. doi: 10.1136/oem.59.12.807
- Lord, J. et Asante, M. A. (1999). Estimating uncertainty ranges for costs by the bootstrap procedure combined with probabilistic sensitivity analysis. *Health Economics*, 8(4), 323-333. doi: 10.1002/(sici)1099-1050(199906)8:4<323::aid-hec431>3.0.co;2-0
- Maniscalco, P., Lane, R., Welke, M., Mitchell, J. H. et Husting, L. (1999). Decreased rate of back injuries through a wellness program for offshore petroleum employees. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 41(9), 813-820. doi: 10.1097/00043764-199909000-00014
- Manning, W. G., Fryback, D. G. et Weinstein, M. C. (1996). Reflecting uncertainty in cost-effectiveness analysis. Dans M. R. Gold, J. E. Siegel, L. B. Russell et M. C. Weinstein (Édit.), *Cost-effectiveness in health and medicine* (p. 247-275). New York, NY: Oxford University Press.
- Meunier, V. et Marsden, É. (2009). *L'analyse coût-bénéfices : guide méthodologique*. Toulouse, France: ICSI.
- Miller, T. R., Zaloshnja, E. et Spicer, R. S. (2007). Effectiveness and benefit-cost of peer-based workplace substance abuse prevention coupled with random testing. *Accident Analysis & Prevention*, 39(3), 565-573. doi: 10.1016/j.aap.2006.10.001
- Montmarquette, C. et Scott, I. (2007). *Taux d'actualisation pour l'évaluation des investissements publics au Québec* (Rapport n° 2007rp-02). Montréal, QC: CIRANO. Tiré de http://epe.lac-bac.gc.ca/100/200/300/cirano/rap_projet/2007/2007RP-02.pdf
- Neumann, P. J., Sanders, G. D., Russell, L. B., Siegel, J. E. et Ganiats, T. G. (2017). *Cost-effectiveness in health and medicine*. Oxford, Angleterre: Oxford University Press.
- O'Brien, B. J., Gertsen, K., Willan, A. R. et Faulkner, L. A. (2002). Is there a kink in consumers' threshold value for cost-effectiveness in health care? *Health Economics*, 11(2), 175-180. doi: 10.1002/hec.655
- O'Mahony, J. F., Newall, A. T. et van Rosmalen, J. (2015). Dealing with time in health economic evaluation: Methodological issues and recommendations for practice. *Pharmacoeconomics*, 33(12), 1255-1268. doi: 10.1007/s40273-015-0309-4
- Organisation de coopération et de développement économiques. (2001). *Mesurer la productivité : manuel de l'OCDE : mesurer la croissance de la productivité par secteur et pour l'ensemble de l'économie*. Paris, France: OCDE.
- Oude Hengel, K. M., Bosmans, J. E., Van Dongen, J. M., Bongers, P. M., Van der Beek, A. J. et Blatter, B. M. (2014). Prevention program at construction worksites aimed at improving health and work ability is cost-saving to the employer: Results from an RCT. *American Journal of Industrial Medicine*, 57(1), 56-68. doi: 10.1002/ajim.22267
- Oxenburgh, M. (1997). Cost-benefit analysis of ergonomics programs. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 58(2), 150-156. doi: 10.1080/15428119791012991
- Oxenburgh, M. et Marlow, P. (2005). The productivity assessment tool: Computer-based cost benefit analysis model for the economic assessment of occupational health and safety interventions in the workplace. *Journal of Safety Research*, 36(3), 209-214. doi: 10.1016/j.jsr.2005.06.002
- Reed, S. D. (2014). Statistical considerations in economic evaluations: a guide for cardiologists. *European Heart Journal*, 35(25), 1652-1656. doi: 10.1093/eurheartj/ehu174
- Reilly, M. C., Bracco, A., Ricci, J. F., Santoro, J. et Stevens, T. (2004). The validity and accuracy of the work productivity and activity impairment questionnaire: Irritable bowel syndrome version (WPAI:IBS). *Alimentary Pharmacology & Therapeutics*, 20(4), 459-467. doi: 10.1111/j.1365-2036.2004.02091.x

- Rempel, D., Krause, N., Goldberg, R., Benner, D., Hudes, M. et Goldner, G. (2006). A randomised controlled trial evaluating the effects of two workstation interventions on upper body pain and incident musculoskeletal disorders among computer operators. *Occupational and Environmental Medicine*, 63(5), 300-306. doi: 10.1136/oem.2005.022285
- Robson, L., Shannon, H., Goldenhar, L. et Hale, A. (2001). *Guide to evaluating the effectiveness of strategies for preventing work injuries: How to show whether a safety intervention really works*. Cincinnati, OH: United States Department of Health and Human Services.
- Rosenbaum, P. R. et Rubin, D. B. (1985). Constructing a control group using multivariate matched sampling methods that incorporate the propensity score. *The American Statistician*, 39(1), 33-38. doi: 10.2307/2683903
- Rudmik, L. et Drummond, M. (2013). Health economic evaluation: Important principles and methodology. *Laryngoscope*, 123(6), 1341-1347. doi: 10.1002/lary.23943
- Savall, H. (2010). *Work and people: An economic evaluation of job-enrichment*. Charlotte, NC: IAP.
- Savall, H. et Zardet, V. (2008). *Mastering in hidden costs and socio-economic performance*. Charlotte, NC: IAP.
- Sedlak, C. A., Doheny, M. O., Jones, S. L. et Lavelle, C. (2009). The clinical nurse specialist as change agent: Reducing employee injury and related costs. *Clinical Nurse Specialist*, 23(6), 309-313; quiz 314-305. doi: 10.1097/NUR.0b013e3181bc30b5
- Sibbald, B. et Roland, M. (1998). Understanding controlled trials: Why are randomised controlled trials important? *British Medical Journal*, 316(7126), 201. doi: 10.1136/bmj.316.7126.201
- Spekle, E. M., Heinrich, J., Hoozemans, M. J., Blatter, B. M., van der Beek, A. J., van Dieen, J. H. et van Tulder, M. W. (2010). The cost-effectiveness of the RSI QuickScan intervention programme for computer workers: Results of an economic evaluation alongside a randomised controlled trial. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 11, 259. doi: 10.1186/1471-2474-11-259
- Steel, J., Godderis, L. et Luyten, J. (2018). Productivity estimation in economic evaluations of occupational health and safety interventions: A systematic review. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 44(5), 458-474. doi: 10.5271/sjweh.3715
- Stinnett, A. A. et Mullahy, J. (1998). Net health benefits: A new framework for the analysis of uncertainty in cost-effectiveness analysis. *Medical Decision Making*, 18(2), S68-80. doi: 10.1177/0272989X98018002S09
- Sultan-Taïeb, H., Parent-Lamarche, A., Gaillard, A., Stock, S., Nicolakakis, N., Hong, Q. N., . . . Berthelette, D. (2017). Economic evaluations of ergonomic interventions preventing work-related musculoskeletal disorders: A systematic review of organizational-level interventions. *BMC Public Health*, 17(1), 935. doi: 10.1186/s12889-017-4935-y
- Tompa, E., Culyer, A. J. et Dolinschi, R. (2008). *Economic evaluation of interventions for occupational health and safety: Developing good practice*. New York, NY: Oxford University Press.
- Tompa, E., Dolinschi, R., Alamgir, H., Sarnocinska-Hart, A. et Guzman, J. (2016). A cost-benefit analysis of peer coaching for overhead lift use in the long-term care sector in Canada. *Occupational and Environmental Medicine*, 73(5), 308-314. doi: 10.1136/oemed-2015-103134
- Tompa, E., Dolinschi, R. et de Oliveira, C. (2008). Consequences. Dans E. Tompa, A. J. Culyer et R. Dolinschi (Édit.), *Economic evaluation of interventions for occupational health and safety: Developing good practice* (p. 179-200). New York, NY: Oxford University Press.

- Tompa, E., Dolinschi, R., de Oliveira, C. et Irvin, E. (2009). A systematic review of occupational health and safety interventions with economic analyses. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 51(9), 1004-1023. doi: 10.1097/JOM.0b013e3181b34f60
- Tompa, E., Dolinschi, R. et Laing, A. (2009). An economic evaluation of a participatory ergonomics process in an auto parts manufacturer. *Journal of Safety Research*, 40(1), 41-47. doi: 10.1016/j.jsr.2008.12.003
- Tompa, E., Dolinschi, R. et Natale, J. (2013). Economic evaluation of a participatory ergonomics intervention in a textile plant. *Applied Ergonomics*, 44(3), 480-487. doi: 10.1016/j.apergo.2012.10.019
- Trochim, W. M. (20 octobre 2006). *The research methods knowledge base* (2^e éd). Tiré de <http://www.socialresearchmethods.net/kb/>
- Trontin, C., Glomot, L. et Sabathé, J. P. (2009). *Analyse coût-bénéfice des actions de prévention : exemple du risque de manutention pour le personnel soignant* (Rapport n° ND 2310-215-09). Paris, France: INRS.
- Tuchin, P. et Pollard, H. (1998). The cost-effectiveness of spinal care education as a preventive strategy for spinal injury. *Occupational Health and Industrial Medicine*, 1(35), 1-30.
- Uegaki, K., de Bruijne, M. C., Lambeek, L., Anema, J. R., van der Beek, A. J., van Mechelen, W. et van Tulder, M. W. (2010). Economic evaluations of occupational health interventions from a corporate perspective: A systematic review of methodological quality. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 36(4), 273-288. doi: 10.5271/sjweh.3017
- van der Meer, E. W., van Dongen, J. M., Boot, C. R., van der Gulden, J. W., Bosmans, J. E. et Anema, J. R. (2016). Economic evaluation of a multifaceted implementation strategy for the prevention of hand eczema among healthcare workers in comparison with a control group: The Hands4U study. *Acta Dermato-Venereologica*, 96(4), 499-504. doi: 10.2340/00015555-2287
- van Dongen, J. M., van Wier, M. F., Tompa, E., Bongers, P. M., van der Beek, A. J., van Tulder, M. W. et Bosmans, J. E. (2014). Trial-based economic evaluations in occupational health: Principles, methods, and recommendations. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 56(6), 563-572. doi: 10.1097/JOM.000000000000165
- van Roijen, L., Essink-Bot, M. L., Koopmanschap, M. A., Bonsel, G. et Rutten, F. F. (1996). Labor and health status in economic evaluation of health care: The health and labor questionnaire. *International Journal of Technology Assessment in Health Care*, 12(3), 405-415. doi: 10.1017/s0266462300009764
- Wagner, A. K., Soumerai, S. B., Zhang, F. et Ross-Degnan, D. (2002). Segmented regression analysis of interrupted time series studies in medication use research. *Journal of Clinical Pharmacy and Therapeutics*, 27(4), 299-309. doi: 10.1046/j.1365-2710.2002.00430.x
- Wahlqvist, P., Carlsson, J., Stalhammar, N. O. et Wiklund, I. (2002). Validity of a work productivity and activity impairment questionnaire for patients with symptoms of gastro-esophageal reflux disease (WPAI-GERD): Results from a cross-sectional study. *Value Health*, 5(2), 106-113. doi: 10.1046/j.1524-4733.2002.52101.x
- Ware, J. E. et Sherbourne, C. D. (1992). The MOS 36-item short-form health survey (SF-36): I: Conceptual framework and item selection. *Medical Care*, 30(6), 473-483. Tiré de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1593914>
- Weinstein, M. et Zeckhauser, R. (1973). Critical ratios and efficient allocation. *Journal of Public Economics*, 2(2), 147-157. doi: 10.1016/0047-2727(73)90002-9
- White, H., Sabarwal, S. et Hoop, T. (2014). *Essais contrôlés randomisés (ECR) : note méthodologique n°7*. Florence, Italie: Centre de recherche Innocenti.

Yassi, A., McGill, M. L. et Khokhar, J. B. (1995). Efficacy and cost-effectiveness of a needleless intravenous access system. *American Journal of Infection Control*, 23(2), 57-64. doi: 10.1016/0196-6553(95)90095-0

ANNEXE A : MOTS-CLÉS DE LA RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

Analyse économique	Prévention	Travail
<i>Benefits and Costs</i> <i>Cost Effectiveness</i> <i>Cost Utility Analysis</i> <i>Cost-Benefit Analyses</i> <i>Cost-benefit analysis</i> <i>Cost-Benefit Analysis[MESH]</i> <i>Cost-effectiveness</i> <i>Costs and Benefits</i> <i>Cost-Utility Analyses</i> <i>Economic analyses</i> <i>Economic analysis</i> <i>Economic evaluation</i> <i>Economic</i> <i>Financial</i> <i>Profitability</i> <i>Rentabilité</i> <i>Retour sur investissement</i> <i>Return on investment</i> <i>Return-on-investment</i> <i>ROI</i> <i>RSI</i>	<i>Ergonomic intervention</i> <i>Ergonomic program</i> <i>Prevention</i> <i>Prévention</i> <i>Preventing</i> <i>Prevention and control[Subheading]</i> <i>Preventive</i> <i>Primary Prevention[MESH]</i> <i>Safety Management[MESH]</i>	<i>Accidents</i> <i>Occupational[MeSH]</i> <i>Employee</i> <i>Employees</i> <i>Occupation</i> <i>Occupational</i> <i>Occupational</i> <i>Diseases[MESH]</i> <i>Occupational</i> <i>Exposure[MESH]</i> <i>Occupational Health[MESH]</i> <i>Occupational Health</i> <i>Services[MESH]</i> <i>Occupational Injuries[MESH]</i> <i>OHS</i> <i>Personnel</i> <i>Staff</i> <i>Travail</i> <i>Travailleur</i> <i>Worker</i> <i>Workers</i> <i>Workman</i> <i>Workmen</i> <i>Workplace</i> <i>Workplace[MESH]</i> <i>Worksite</i>

RSI : Retour sur investissement, ROI : Return on investment.

ANNEXE B :
SYNTHÈSE DES ÉTUDES PORTANT SUR LA RENTABILITÉ DES
INVESTISSEMENTS EN PRÉVENTION (1995-2017)

Prévention durable en SST et environnement de travail

Auteurs (année)	Pays	Perspective	Type d'analyse économique	Devis d'étude et méthode statistique	Description de l'intervention	Type de lésion	Industrie	Profession
Armstrong <i>et al.</i> (2017)	Canada	Entreprise	ACB	Quasi expérimental; avant-après avec groupe contrôle (cohorte); Test Z	Civière motorisées et système de chargement	TMS	Soins de santé et assistance sociale (ambulance)	Ambulanciers
Griffin <i>et al.</i> (2016)	États-Unis	Entreprise	ACB	Quasi expérimental; avant-après avec groupe contrôle (cohorte); analyse de régression (MCO et Poisson)	Programme d'exercices (qui imite les tâches liées au travail de pompier)	Multiple (surtout les foulures et entorses)	Administrations publiques (incendie)	Pompier
Tompa <i>et al.</i> (2016)	Canada	Entreprise, travailleur, assureur	ACB	Quasi expérimental; avant-après échelonné avec groupe contrôle (cohorte); équation d'estimation généralisée	Formation par les pairs pour l'utilisation de lève-personne dans plusieurs institutions	TMS (manipulation des patients)	Soins de santé et assistance sociale (soins de longue durée)	Infirmières
Oude Hengel <i>et al.</i> (2014)	Pays-Bas	Entreprise	ACB; ACE	Expérimental; ERC (grappe); analyse de régression (linéaire et logistique)	Programme ergonomie; formation; réduction de la charge de travail	TMS	Construction	Travailleurs de la construction
Lahiri <i>et al.</i> (2013)	États-Unis	Entreprise	ACB	Non expérimental; avant-après sans groupe contrôle	Programme de manipulation sécurisée des résidents (formation et nouveaux appareils)	Multiple (surtout le dos); efforts excessifs	Soins de santé et assistance sociale (maisons de soins personnels)	Infirmières et préposés

Note : analyse coût-bénéfice (ACB), analyse coût-conséquence (ACC), analyse coût-efficacité (ACE), moindre carré ordinaire (MCO), troubles musculosquelettiques (TMS), essai randomisé contrôlé (ERC), retour sur investissement (RSI), valeur actuelle nette (VAN)

Prévention durable en SST et environnement de travail (suite)

Auteurs (année)	Composition des coûts de l'intervention	Composition des bénéfices de l'intervention	Durée d'exposition (mois)	Résultats
Armstrong <i>et al.</i> (2017)	Équipements et entretien	Cotisations; autres coûts pour l'employeur (non détaillés)	12	Le nombre de TMS par intervention est significativement moins élevé après l'intervention pour le groupe témoin par rapport au groupe contrôle. Période de récupération de 5,8 ans. La durée de vie des appareils est d'environ 7 ans.
Griffin <i>et al.</i> (2016)	Temps consacré par les employés (implantation du programme); temps supplémentaire; matériel	Coûts d'indemnisation	Multiple	Baisse significative des lésions et des réclamations. Différence significative des coûts d'indemnisation. RSI de 2,4 %.
Tompa <i>et al.</i> (2016)	Planification; formation; promotion; temps des formateurs et des employés	Frais médicaux; indemnités de remplacement du revenu (assureur); frais administratifs et frais de logement (employeur); dépenses personnelles (travailleur)	Multiple	Réduction significative du nombre de lésions. Ratio bénéfice-coût de 0,84.
Oude Hengel <i>et al.</i> (2014)	Temps de transports et de formation; matériel (cartes et affiches)	Productivité (absentéisme et présentéisme); état de santé physique et mentale	3, 6 et 12	Après 12 mois, les coûts liés à l'absentéisme sont significativement moins élevés pour le groupe expérimental, comparativement au groupe contrôle. Le bénéfice net est de 641 € par travailleur, avec un ratio coût-bénéfice de 6,4 et un RSI de 544 %. L'intervention ne peut toutefois pas être considérée comme rentable puisqu'on ne constate pas d'amélioration significative de la santé et des habiletés.
Lahiri <i>et al.</i> (2013)	Équipements (dépréciation); temps consacré à la formation; frais administratifs; coûts d'opération et d'entretien; expertises externes (avis d'experts, formation, évaluation, etc.)	Coûts de l'indemnisation; coût de roulement du personnel	36 (minimum)	Dépenses totales de 2,74 millions. Coûts évités de 4,63 millions. Bénéfices nets de 1,89 million, ratio coût-bénéfice de 1,69 et une période de récupération de 1,98 an.

Prévention durable en SST et environnement de travail (suite)

Auteurs (année)	Pays	Perspective	Type d'analyse économique	Devis d'étude et méthode statistique	Description de l'intervention	Type de lésion	Industrie	Profession
Tompa <i>et al.</i> (2013)	Canada	Entreprise	ACB	Quasi expérimental; avant-après sans groupe contrôle (série chronologique interrompue); analyse de régression (Poisson et binomiale négative)	Ergonomie participative	TMS	Fabrication (Textile)	Travailleurs d'usine de textile
Driessen <i>et al.</i> (2012)	Pays-Bas	Entreprise, société	ACB; ACE	Expérimental; ERC (grappe)	Programme d'ergonomie participative	Mal de dos (bas) et au cou	Multiple	Multiple
Bernaards <i>et al.</i> (2011)	Pays-Bas	Entreprise	ACE	Expérimental; ERC; régression linéaire; ANOVA	Programme ergonomie (habitudes de travail et activités physiques)	Douleur au cou et aux membres supérieurs	Multiple	Travailleurs à l'ordinateur
Spekle <i>et al.</i> (2010)	Pays-Bas	Entreprise, société	ACB; ACE	Expérimental; ERC (grappe)	Programme de formation et d'éducation pour la prévention des lésions au bras, épaule et cou (RSI Quickscan)	TMS (Bras, épaule, cou)	Multiple	Travailleurs à l'ordinateur
Sedlak <i>et al.</i> (2009)	États-Unis	Entreprise	ACB	Quasi expérimental; avant-après sans groupe contrôle (randomisé); étude longitudinale	Équipements (p. ex. : lève-personne); formation	TMS (manipulation de patients)	Soins de santé (soins de longue durée)	Travailleurs de la santé
Tompa <i>et al.</i> (2009)	Canada	Entreprise	ACB; ACE	Quasi expérimental; avant-après sans groupe contrôle (série chronologique interrompue); analyse de régression (Poisson et binomiale négative)	Ergonomie participative	TMS	Fabrication (pièces d'autos)	Travailleurs d'usine de fabrication de pièces d'auto

Note : Analyse coût-bénéfice (ACB), analyse coût-conséquence (ACC), analyse coût-efficacité (ACE), moindre carré ordinaire (MCO), troubles musculosquelettiques (TMS), essai randomisé contrôlé (ERC), retour sur investissement (RSI), valeur actuelle nette (VAN)

Prévention durable en SST et environnement de travail (suite)

Auteurs (année)	Composition des coûts de l'intervention	Composition des bénéfices de l'intervention	Durée d'exposition (mois)	Résultats
Tompa <i>et al.</i> (2013)	Temps consacré pour la formation, les réunions et la planification (salaires); coûts liés à l'arrêt de la production (durant l'implantation); matériel	Frais médicaux; productivité; frais administratifs; absentéisme	33	VAN = 294 827 \$, ce qui suggère que l'intervention a été rentable, en fonction de la période de 4 ans analysée. Ratio coût-bénéfice de 5,5.
Driessen <i>et al.</i> (2012)	Développement du programme; formation; temps des formateurs et des employés (salaires)	Frais médicaux; productivité (coûts de friction)	3, 6 et 12	Aucune différence statistiquement significative entre le groupe contrôle et le groupe témoin sur la prévalence de la lombalgie et la prévalence de douleur au cou, à 12 mois. Même constat en ce qui concerne l'impact sur le rendement au travail et les congés de maladie. Différence de coûts non significative. L'ACE montre que le programme n'a pas été rentable pour les lombalgies et douleurs au cou. L'ACB montre une perte de 78 euros par travailleur.
Bernaards <i>et al.</i> (2011)	Équipements; licences du logiciel; coûts externes (conseillers); temps consacré par les travailleurs pour assister aux rencontres	Productivité; absentéisme (méthode du capital humain); douleur	12	Pour le groupe 1, l'intervention n'est pas rentable pour réduire la douleur, mais elle est rentable pour réduire l'intensité de la douleur (mais pas significatif d'un point de vue clinique). L'intervention pour le groupe 2 n'est pas rentable.
Spekle <i>et al.</i> (2010)	Coût des questionnaires; formation; consultations médicales	Frais médicaux; productivité (coûts de friction)	6 et 12	Pas rentable par rapport aux soins habituels. Le ratio coût-efficacité par point de variation du coût des congés de maladie est estimé à 0,39 €, ce qui signifie qu'un investissement de 0,39 € est associé à une augmentation de 1 € des coûts des congés de maladie.
Sedlak <i>et al.</i> (2009)	Équipements	Coûts d'indemnisation	6	Période de récupération de 5 ans.
Tompa <i>et al.</i> (2009)	Temps consacré par les ergonomes, membres du comité et autres intervenants; achat d'équipements; installation et entretien	Coûts d'indemnisation; frais administratifs	Multiple (max 12)	Ratio coût-efficacité de 12,06 \$. Ratio coût-bénéfice de 10,6.

Prévention durable en SST et environnement de travail (suite)

Auteurs (année)	Pays	Perspective	Type d'analyse économique	Devis d'étude et méthode statistique	Description de l'intervention	Type de lésion	Industrie	Profession
Rempel <i>et al.</i> (2006)	États-Unis	Entreprise	ACB	Expérimental; ERC; régression de Cox	Formation en ergonomie et équipements (support de bras et souris ergonomique)	Extrémités supérieures/ douleur/ TMS	Soins de santé et assistance sociale (centre d'appel; service à la clientèle)	Travailleurs de bureau (ordinateur)
Chhokar <i>et al.</i> (2005)	Canada	Entreprise	ACB	Quasi expérimental; avant-après sans groupe contrôle; régression linéaire	Programme ergonomie; lève-personne mécanique; formation	TMS	Soins de santé et assistance sociale (soins de longue durée)	Infirmières; aides-infirmières
Lahiri <i>et al.</i> (2005)	États-Unis	Entreprise	ACB	Non expérimental; avant-après sans groupe contrôle	Programme ergonomie	Dos	Fabrication (produits en bois)	Assembleurs
Lahiri <i>et al.</i> (2005)	États-Unis	Entreprise	ACB	Non expérimental; avant-après sans groupe contrôle	Programme ergonomie; dossiers et supports lombaires; formation	Dos	Commerce de gros (pièces et accessoires pour véhicules automobiles)	Travailleurs de bureau
Lahiri <i>et al.</i> (2005)	États-Unis	Entreprise	ACB	Non expérimental; avant-après sans groupe contrôle	Programme ergonomie	Dos	Fabrication (pièces pour camions)	Assembleurs
Collins <i>et al.</i> (2004)	États-Unis	Entreprise	ACB	Quasi expérimental; avant-après sans groupe contrôle; série chronologique interrompue; régression de Poisson	Programme ergonomie; lève personne mécanique; aide au repositionnement; formation; politique "No-lift policy"	TMS	Soins de santé et assistance sociale (maisons de soins personnels)	Infirmières
Amick III <i>et al.</i> (2003); DeRango <i>et al.</i> (2003)	États-Unis	Entreprise	ACB	Quasi expérimental; avant-après avec groupe contrôle; analyse de régression (modèle multiniveau)	Programme ergonomie; chaises ajustables; formation	TMS	Administrations publiques	Travailleurs de bureau

Note : analyse coût-bénéfice (ACB), analyse coût-conséquence (ACC), analyse coût-efficacité (ACE), moindre carré ordinaire (MCO), troubles musculosquelettiques (TMS), essai randomisé contrôlé (ERC), retour sur investissement (RSI), valeur actuelle nette (VAN)

Prévention durable en SST et environnement de travail (suite)

Auteurs (année)	Composition des coûts de l'intervention	Composition des bénéfices de l'intervention	Durée d'exposition (mois)	Résultats
Rempel <i>et al.</i> (2006)	Équipements	Coûts d'indemnisation	12	Un support à bras, jumelée à une formation en ergonomie est une intervention efficace pour réduire les douleurs aux extrémités supérieures. Période de récupération de 10,6 mois.
Chhokar <i>et al.</i> (2005)	Équipements	Coûts d'indemnisation	36	Économies entre 412 754 \$ et 1 257 605 \$. Période de récupération entre 0,83 et 2,5 années.
Lahiri <i>et al.</i> (2005)	Équipements; formation; temps consacré par les employés de l'entreprise (salaires)	Frais médicaux; absentéisme; productivité	36	Bénéfices nets par année de 78 872 \$. Ratio coût-bénéfice de 15,40. Période de récupération de 5,3 mois.
Lahiri <i>et al.</i> (2005)	Équipements; formation; temps consacré par les employés de l'entreprise (salaires)	Frais médicaux; absentéisme; productivité	144	Bénéfices nets par année de 70 441 \$. Ratio coût-bénéfice de 84,9. Période de récupération de 0,5 mois.
Lahiri <i>et al.</i> (2005)	Équipements; formation; temps consacré par les employés (salaires)	Frais médicaux	48	Bénéfices nets par année de 2,3 M\$. Ratio coût-bénéfice de 5,5. Période de récupération de 3,3 mois.
Collins <i>et al.</i> (2004)	Équipements; temps consacré pour la formation	Coûts d'indemnisation	36	Baisse significative des lésions liées au déplacement des patients. Période de récupération d'un peu moins de 3 ans.
Amick III <i>et al.</i> (2003); DeRango <i>et al.</i> (2003)	Équipements; temps consacré par les employés et l'entraîneur	Productivité; douleur	12	La chaise et la formation ont eu un impact significatif sur la douleur et la productivité. Ratio coût-bénéfice de 24,61.

Prévention durable en SST et environnement de travail (suite)

Auteurs (année)	Pays	Perspective	Type d'analyse économique	Devis d'étude et méthode statistique	Description de l'intervention	Type de lésion	Industrie	Profession
Landstad <i>et al.</i> (2002)	Suède	Entreprise	ACB	Quasi expérimental; avant-après avec groupe contrôle; analyse de régression	Multiple; ergonomie; formation; promotion de la santé	Multiple	Soins de santé et assistance sociale (hôpital)	Personnel d'entretien
Abrahamsson (2000)	Suède	Entreprise	ACB	Non expérimental; avant-après sans groupe contrôle	Ergonomie participative	Multiple	Fabrication (sidérurgie)	Contremaîtres et opérateurs
Evanoff <i>et al.</i> (1999)	États-Unis	Entreprise	ACC	Quasi expérimental; avant-après avec groupe contrôle; risque relatif; Test-t	Programme ergonomie participative; exercices; conseils et formation sur les maux de dos	Dos	Soins de santé et assistance sociale (centre médical)	Aides-soignants
Maniscalco <i>et al.</i> (1999)	Suède	Entreprise	ACB	Non expérimental; avant-après sans groupe contrôle; analyse de régression	Promotion de la santé (programme d'exercice, éducation, nutrition, incitatifs)	Multiple (surtout le dos)	Extraction minière, exploitation en carrière, et extraction de pétrole et de gaz (forage côtier)	Opérateurs de production et réparateurs de plates-formes
Tuchin et Pollard (1998)	Australie	Entreprise	ACC	Expérimental; ERC; Test-t; ANOVA	Programme éducatif; prévention douleur au dos; entraînement	Dos	Transport et entreposage (services postaux)	-
Kjellén <i>et al.</i> (1997)	Norvège	Entreprise	ACC	Non expérimental; avant-après sans groupe contrôle	Système de gestion de la santé, sécurité et environnement; comités SST; formation du personnel	Multiple	Fabrication (aluminium)	-
Lanoie et Tavenas (1996)	Canada	Entreprise	ACB	Quasi expérimental; étude longitudinale (série chronologique interrompue) sans groupe contrôle; régression de Poisson	Programme ergonomie; nouveaux équipements et formation	Dos	Commerce de détail (entrepôt)	Manutentionnaires

Note : analyse coût-bénéfice (ACB), analyse coût-conséquence (ACC), analyse coût-efficacité (ACE), moindre carré ordinaire (MCO), troubles musculosquelettiques (TMS), essai randomisé contrôlé (ERC), retour sur investissement (RSI), valeur actuelle nette (VAN)

Prévention durable en SST et environnement de travail (suite)

Auteurs (année)	Composition des coûts de l'intervention	Composition des bénéfices de l'intervention	Durée d'exposition (mois)	Résultats
Landstad <i>et al.</i> (2002)	Pas de description précise.	Absentéisme (salaire); frais administratifs	8	Période de récupération de 46,4 mois.
Abrahamsson (2000)	Équipements; expertises externes	Productivité; qualité de la production	36	VAN = 13 580 000 SEK; IRR = 36 %. Période de récupération de 2,2 ans.
Evanoff <i>et al.</i> (1999)	Équipements; temps consacré par les employés	Coûts d'indemnisation; douleur; niveau de stress; support social; satisfaction au travail	24	Économie de 22 758 \$ en coûts d'indemnisation (baisse de 41 % du coût/ETC), pour un investissement de 5 000 \$. Amélioration de la satisfaction au travail et du support social ainsi qu'une réduction du stress perçu.
Maniscalco <i>et al.</i> (1999)	Pas de description précise.	Frais médicaux; absentéisme (productivité)	63	Baisse du nombre de lésions PTI, sans PTI, lésions au dos, premiers soins; amélioration de la santé des travailleurs. Ratio coût-bénéfice entre 1,85 (lésions au dos) et 2,51 (lésions PTI).
Tuchin et Pollard (1998)	Expertises externes (entraîneur); temps consacré par les employés (pour l'entraînement)	Perte de temps (salaire)	6	Coûts totaux de 19 880 \$ et bénéfices totaux de 71 960 \$.
Kjellén <i>et al.</i> (1997)	Équipements; expertises externes (consultants); formation; temps consacré par les employés	Productivité (valeur du temps perdu)	66	Baisse du nombre de lésions PTI. Baisse du taux de fréquence-gravité. Baisse du nombre de jours d'absence par lésion. Baisse de l'absentéisme. Baisse du nombre de réclamations. Pas rentable en raison des coûts de SST qui étaient déjà bas.
Lanoie et Tavenas (1996)	Équipements; maintenance; formation; temps consacré par les employés et membres du comité (incluant les avantages sociaux)	Coûts d'indemnisation; productivité; dommages matériels	57	Le programme a été rentable. VAN = 187 171 \$

Prévention des risques mécaniques et physiques

Auteurs (année)	Pays	Perspective	Type d'analyse économique	Devis d'étude et méthode statistique	Description de l'intervention	Type de lésion	Industrie	Profession
Lahiri <i>et al.</i> (2011)	Singapour	Entreprise	ACB	Non expérimental; avant après sans groupe contrôle	Réduction du bruit grâce à de nouveaux équipements (silencieux)	Surdité	Fabrication (produits informatiques)	-
Lahiri <i>et al.</i> (2011)	Singapour	Entreprise	ACB	Non expérimental; avant-après sans groupe contrôle	Réduction du bruit grâce à la modification d'une machine	Surdité	Fabrication (équipements pour puits de pétrole)	-
Lahiri <i>et al.</i> (2011)	Singapour	Entreprise	ACB	Non expérimental; avant-après sans groupe contrôle	Réduction du bruit grâce à un changement de processus	Surdité	Fabrication (menthol)	-
Lahiri <i>et al.</i> (2011)	Singapour	Entreprise	ACB	Non expérimental; avant après sans groupe contrôle	Réduction du bruit grâce à de nouveaux équipements (encoffrement)	Surdité	Transport et entreposage (pétrole et essence)	-
Banco <i>et al.</i> (1997)	États-Unis	Entreprise	ACB	Expérimental; ERC	Programme ergonomie; nouveaux couteaux; formation	Coupures	Commerce de détail (épicerie)	Multiple
Yassi <i>et al.</i> (1995)	Canada	Entreprise	ACB	Non expérimental; avant-après sans groupe contrôle	Formation en prévention des piqûres de seringues	Piqûres avec seringues	Soins de santé et assistance sociale (hôpital)	Travailleurs dans les hôpitaux

Note : analyse coût-bénéfice (ACB), analyse coût-conséquence (ACC), analyse coût-efficacité (ACE), moindre carré ordinaire (MCO), troubles musculosquelettiques (TMS), essai randomisé contrôlé (ERC), retour sur investissement (RSI), valeur actuelle nette (VAN)

Prévention des risques mécaniques et physiques (suite)

Auteurs (année)	Composition des coûts de l'intervention	Composition des bénéfices de l'intervention	Durée d'exposition (mois)	Résultats
Lahiri <i>et al.</i> (2011)	Équipements	Frais médicaux; perte de temps; productivité	12	Les coûts de l'intervention dépassent les bénéfices. Ratio coût-bénéfice de 0,51.
Lahiri <i>et al.</i> (2011)	Équipements	Frais médicaux; perte de temps; productivité	12	Les bénéfices de l'intervention dépassent les coûts. Ratio coût-bénéfice de 2,02.
Lahiri <i>et al.</i> (2011)	Équipements	Frais médicaux; perte de temps; productivité	12	Les bénéfices de l'intervention dépassent les coûts. Ratio coût-bénéfice de 13,23.
Lahiri <i>et al.</i> (2011)	Équipements	Frais médicaux; perte de temps; productivité	12	Les coûts de l'intervention dépassent les bénéfices. Ratio coût-bénéfice de 0,70.
Banco <i>et al.</i> (1997)	Équipements; formation (salaire du formateur)	Indemnités et frais médicaux; perte de temps (salaire)	12	Bénéfice net positif. 245 \$ par 100 000 heures-personnes (nouveaux couteaux et formation)
Yassi <i>et al.</i> (1995)	Équipements (seringues, capuchons, contenants pour objets tranchants, etc.)	Productivité, tests médicaux	12	Baisse de 43,4 % du nombre de piqûres accidentelles. VAN entre -24 380 \$ et +33 692 \$.

Réadaptation

Auteurs (année)	Pays	Perspective	Type d'analyse économique	Devis d'étude et méthode statistique	Description de l'intervention	Type de lésion	Industrie	Profession
Jensen <i>et al.</i> (2001; 2005)	Suède	Société	ACB	Expérimental; ERC; ANCOVA; régression de Cox; régression logistique	Comparaison de programmes de gestion des invalidités (soins usuels, physiothérapie axée sur le comportement, thérapie cognitivocomportementale, médecine comportementale)	Multiple	Multiple	Cols bleus, soins et service
Arnetz <i>et al.</i> (2003)	Suède	Assureur	ACB	Expérimental; ERC; Test-t; khi deux; régression logistique	Programme de gestion des invalidités; prise en charge rapide; ergonomie; adaptation et amélioration des conditions de travail	Multiple	Multiple	Multiple
Karjalainen <i>et al.</i> (2003)	Finlande	-	ACC	Expérimental; ERC; test de Kruskal-Wallis; régression logistique	Programme de gestion des invalidités; groupe A (mini intervention), groupe B (comme la mini intervention avec visite du physiothérapeute sur les lieux de travail), groupe C (soins usuels)	Dos	Multiple	Multiple
Loisel <i>et al.</i> (2002)	Canada	Assureur	ACB, ACE	Expérimental; ERC; test de Kruskal-Wallis; test exact de Fisher; régression logistique	Comparaison de programmes de gestion des invalidités (soins standards, intervention clinique, intervention en entreprise (ergonomie), modèle de Sherbrooke)	Dos	Multiple	Multiple

Note : analyse coût-bénéfice (ACB), analyse coût-conséquence (ACC), analyse coût-efficacité (ACE), moindre carré ordinaire (MCO), troubles musculosquelettiques (TMS), essai randomisé contrôlé (ERC), retour sur investissement (RSI), valeur actuelle nette (VAN)

Réadaptation (suite)

Auteurs (année)	Composition des coûts de l'intervention	Composition des bénéfices de l'intervention	Durée d'exposition (mois)	Résultats
Jensen <i>et al.</i> (2001; 2005)	Expertises externes (médecin, psychologue, entraîneur); temps de la secrétaire (salaire)	Productivité perdue due à l'absentéisme et la pension d'invalidité (méthode du capital humain); qualité de vie	36	Le programme de médecine comportementale est le plus rentable (comparativement au groupe contrôle), en réduisant les coûts de 137 509 euros par cas chez les femmes (3 ans après la réadaptation) et en améliorant la qualité de vie.
Arnetz <i>et al.</i> (2003)	Équipements; formation; soins de santé (thérapeute, ergonome)	Indemnités et frais médicaux	12	Ratio coût-bénéfice de 6,8.
Karjalainen <i>et al.</i> (2003)	Soins de santé (médecin, physiothérapeute)	Frais médicaux; absentéisme (maladie); qualité de vie	12	La mini intervention (groupe A) a permis de réduire les symptômes de douleur au dos et l'absentéisme sans augmenter les frais médicaux. La visite du physiothérapeute (groupe B) n'augmente pas l'efficacité de l'intervention. Baisse des coûts pour les deux groupes (A et B), mais pas de différence significative par rapport au groupe contrôle.
Loisel <i>et al.</i> (2002)	Soins de santé (médecins, spécialiste des maux de dos, réadaptation, ergonome); temps consacré par les employés	Indemnités de remplacement du revenu	77	Après 6,4 ans, VAN (par réclamation) positive pour les 3 programmes (comparativement aux soins standard) (entre 16 176 \$ et 18 585 \$), mais pas de différence significative entre les 3 programmes; coûts par jours d'invalidité évités inférieurs aux soins standard pour les 3 programmes (entre -63,50 \$ et -88,40 \$).

Prévention des risques chimiques et biologiques

Auteurs (année)	Pays	Perspective	Type d'analyse économique	Devis d'étude et méthode statistique	Description de l'intervention	Type de lésion	Industrie	Profession
van der Meer <i>et al.</i> (2016)	Pays-Bas	Entreprise; société	ACB; ACE	Expérimental; ERC	Diverses formes de sensibilisation quant à la prévention de l'eczéma (formation, affiches, etc.)	Eczéma (mains)	Soins de santé et assistance sociale (hôpitaux, maisons de soins personnels)	Travailleurs dans établissements de soins de santé

Note : analyse coût-bénéfice (ACB), analyse coût-conséquence (ACC), analyse coût-efficacité (ACE), moindre carré ordinaire (MCO), troubles musculosquelettiques (TMS), essai randomisé contrôlé (ERC), retour sur investissement (RSI), valeur actuelle nette (VAN)

Auteurs (année)	Composition des coûts de l'intervention	Composition des bénéfices de l'intervention	Durée d'exposition (mois)	Résultats
van der Meer <i>et al.</i> (2016)	Tous les coûts liés à l'implantation du programme.	Soins médicaux; absentéisme (coût de friction); présentéisme	12	Pas rentable, à la fois du point de vue de l'employeur et de la société, en comparaison avec le groupe contrôle. Une probabilité raisonnable de rentabilité pour la société s'obtient uniquement en utilisant une disposition à payer très élevée. Au niveau de l'employeur, la probabilité de rentabilité est estimée à 12 %.

ANNEXE C : UN EXEMPLE DE CALCUL D'INDICATEURS POUR L'ANALYSE COÛT-BÉNÉFICE

Une entreprise investit dans une nouvelle machine permettant de réduire la pénibilité du travail effectué par les employés. Celle-ci a nécessité un investissement initial de 10 000 \$. Afin de déterminer la rentabilité de cet investissement, l'entreprise estime les coûts (frais initiaux et frais d'entretien) et les bénéfices (baisse des lésions professionnelles et hausse de la productivité) liés à l'intervention. Les éléments nécessaires au calcul d'indicateurs pour l'analyse coût-bénéfice sont présentés ci-dessous.

Années	0	1	2	3	4
Coûts	-10 000 \$	-2 000 \$	-1 000 \$	-1 000 \$	-1 000 \$
Bénéfices	0 \$	5 000 \$	5 000 \$	5 000 \$	5 000 \$
Flux de trésorerie	-10 000 \$	3 000 \$	4 000 \$	4 000 \$	4 000 \$
Coûts actualisés*	-10 000 \$	1 905 \$	907 \$	864 \$	823 \$
Bénéfices actualisés*	0 \$	4 762 \$	4 535 \$	4 319 \$	4 114 \$
Flux de trésorerie actualisés*	-10 000 \$	2 857 \$	3 628 \$	3 455 \$	3 291 \$
Flux de trésorerie actualisés cumulatifs	-10 000 \$	-7 143 \$	-3 515 \$	-59 \$	3 231 \$

*Taux d'actualisation de 5 %

Les indicateurs :

Valeur actuelle nette (VAN)

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t}$$

$$VAN = -10\,000 \$ + \frac{3\,000 \$}{1+0,05} + \frac{4\,000 \$}{(1+0,05)^2} + \frac{4\,000 \$}{(1+0,05)^3} + \frac{4\,000 \$}{(1+0,05)^4}$$

$$VAN = -10\,000 \$ + 2\,857 \$ + 3\,628 \$ + 3\,455 \$ + 3\,291 \$$$

$$VAN = 3\,231 \$$$

Période de récupération (PR)

$$PR = A + \frac{B}{C}$$

$$PR = 3 + \frac{59}{3\,291}$$

$$PR = 3 + 0,02$$

$$PR = 3,02 \text{ années}$$

Ratio coût-bénéfice (RCB)

$$RCB = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}}$$

$$RCB = \frac{4\,762 \$ + 4\,535 \$ + 4\,319 \$ + 4\,114 \$}{10\,000 \$ + 1\,905 \$ + 907 \$ + 864 \$ + 823 \$}$$

$$RCB = \frac{17\,730 \$}{14\,498 \$}$$

$$RCB = 1,22$$

Retour sur investissement (RSI)

$$RSI = \frac{V_f - V_i}{V_i}$$

$$RSI = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}}$$

$$RSI = \frac{17\,730 \$ - 14\,498 \$}{14\,498 \$}$$

$$RSI = 22,3 \%$$