

L'effet des accidents de trains sur la performance financière de l'industrie ferroviaire

Par

David Lemay

6610063

Mémoire présenté au Département de science économique

de l'Université d'Ottawa

pour l'obtention du diplôme de Maîtrise

Directeur du mémoire : Professeur Anthony Giles Heyes

ECO 6999

Ottawa, Ontario

Décembre 2016

Remerciements

J'adresse mes remerciements aux personnes qui m'ont offert leur support pour la réalisation du présent mémoire.

En premier lieu, je remercie M. Anthony Heyes, professeur à l'université d'Ottawa. À titre de Directeur de mémoire, il m'a guidé tout au long de mon travail. Son support m'a permis d'identifier des stratégies me permettant ainsi de progresser et de rédiger ce travail.

Je tiens également à remercier M. Jason Garred, professeur adjoint à l'université d'Ottawa, et M. Tarcisio Barroso da Graça, professeur à l'Université du Québec, pour leur précieuse aide.

Résumé

Le présent travail utilise une méthodologie d'étude d'évènement afin d'évaluer les impacts des accidents ferroviaires sur les compagnies rivales n'y étant pas impliquées. Les résultats du présent travail suggèrent que les accidents ferroviaires créent une déstabilisation temporaire des cours boursiers pour ces entreprises.

Plus précisément, les résultats dévoilent que le jour suivant un accident de train, les entreprises n'étant pas impliquées dans l'incident perdent en moyenne 0,67% de leur valeur financière à un niveau statistiquement significatif. Au bout d'une semaine, cependant, les pertes encourues par ces firmes semblent se résorber. De plus, une analyse des caractéristiques des accidents influençant les pertes financières a suggéré que les investisseurs réagissent avant tout aux pertes de vie humaine engendrées par les accidents. Les dommages financiers suscitent également une réaction négative chez les investisseurs, mais dans une moindre mesure.

Table des matières

1. INTRODUCTION	5
2. RECHERCHES ANTÉCÉDENTES	6
3. MÉTHODOLOGIE	8
3.1 Modèle.....	8
3.2 Tests de significativité.....	11
3.3 Modèle de régression.....	12
4. DONNÉES	12
5. RÉSULTATS	14
5.1 Première analyse des rendements anormaux	14
5.2 Analyse groupée	15
5.3 Analyse de variables individuelles	17
6. CONCLUSION	18
7. APPENDICES	20
7.1 Tableaux	20
7.2 Tests statistiques.....	26
BIBLIOGRAPHIE	28

1. INTRODUCTION

Malchances ou bévues ; les évènements imprévisibles subis ou commis par des entreprises font souvent la manchette des canaux médiatiques du milieu financier. La littérature économique et financière porte un intérêt particulier sur la façon dont les investisseurs réagissent face à un incident inattendu susceptible d'affecter la rentabilité d'une entreprise. En guise d'exemple, la récente affaire Volkswagen, le désastre nucléaire de Fukushima ou l'explosion sur la plateforme *Deepwater Horizon* ont tous fait couler beaucoup d'encre. À l'aide de techniques issues de la théorie des études d'évènements, il est possible de mesurer les pertes réelles sur la valeur financière des entreprises affligées par ces catastrophes. Qui plus est, de tels « chocs » imprévisibles peuvent induire des réactions financières, positives ou négatives, chez des firmes concurrentes. La perspective d'une série de nouvelles régulations ou d'une surveillance accrue de la part des autorités peut refroidir les attentes des investisseurs face à la rentabilité d'un secteur d'activité. L'étude de ces impacts financiers indirects est donc importante puisqu'elle a des implications dans l'élaboration de politiques, normes et standard de sécurité touchant diverses industries.

Étant un habitué des chocs imprévisibles, le secteur des transports est un intéressant domaine de recherche pour les études d'évènements. Alors que la réaction des investisseurs face à des écrasements d'avions a déjà fait l'objet de quelques travaux, une littérature plus éparse entoure le secteur ferroviaire. En raison de leur caractère spectaculaire et du nombre de morts élevés qu'ils engendrent, les accidents aériens bénéficient d'une plus grande attention des médias et des chercheurs. Leurs impacts sont généralement analysés de plus près. Les accidents impliquant le secteur ferroviaire, pour leur part, marquent moins l'imagination. Possiblement, du moins en partie, parce qu'ils ont tendance à causer moins de pertes de vies humaines.

Ainsi, le présent travail vise à mieux comprendre comment la performance financière de l'industrie des trains réagit aux accidents. Plus précisément, il permet d'isoler l'impact de ces accidents sur la variation de la valeur des entreprises ferroviaires non impliquées. Cette analyse sera effectuée en examinant les jours de marché suivants 26 accidents ferroviaires majeurs s'étant déroulés aux États-Unis entre 1993 et 2015.

Le processus de recherche ayant mené aux résultats présentés dans ce travail comporte plusieurs étapes. Décrites brièvement, ces étapes se résument ainsi : la lecture d'études antérieures sur le sujet a permis, notamment, d'orienter les objectifs de la présente recherche. Ensuite, l'utilisation de la méthodologie des événements, plus précisément du modèle du marché, fut l'assise qui permit de dégager les résultats. Cette méthodologie sera présentée en compagnie d'une description des variables et des données utilisées. Finalement, l'analyse des résultats sera effectuée en trois parties ; une analyse générale des effets financiers des accidents, une analyse par groupes et une analyse par variables individuelles.

2. RECHERCHES ANTÉCÉDENTES

Les études d'événements visant le secteur des transports ont déjà contribué à une meilleure compréhension des comportements des investisseurs et des consommateurs face à la diffusion d'information et au risque. Notamment, Maloney et Mulherin (2002) ont procédé à l'analyse de la performance financière des principales compagnies manufacturières aérospatiales de pièces composant la navette Challenger suite à l'explosion de cette dernière en 1986. Ils trouvèrent que parmi les 4 firmes les plus susceptibles d'être à l'origine du désastre, l'une d'entre elles avait, presque immédiatement après l'explosion, perdu une fraction significative de sa valeur. Or, sa part importante de responsabilité dans l'accident ne fut reconnue par une commission officielle que quelques mois plus tard. Les auteurs ont souligné que les informations pointant vers la culpabilité de l'entreprise étaient déjà connues quelques instants après l'accident. Ainsi, le marché avait permis, en quelque sorte, d'«organiser» ces pans d'informations décentralisés en une réponse plus cohérente. L'entreprise fautive fut donc «punie» plusieurs mois avant que la commission officielle en arrive à ses conclusions. Cette découverte a souligné l'importance des réactions du marché en tant que vecteurs d'opinions et d'information concernant un événement majeur.

Dans leur étude d'événement sur les écrasements d'avions, Borenstein et Zimmerman (1988) établirent que les entreprises aériennes perdaient 1% de la valeur totale de leurs capitaux propres suivant un écrasement. Puisque les transporteurs aériens sont généralement assurés pour ce genre de catastrophe, cette perte de valeur n'a pas été

attribuée aux dommages directement engendrés par l'incident. De plus, la perte de confiance des consommateurs envers le transport aérien, bien que plus séduisante comme explication, n'a pas été confirmée par les auteurs. Effectivement, étant donné la faible amplitude de la réaction financière négative, ils concluent que les utilisateurs du transport aérien, souvent des habitués, n'infèrent que très peu d'information nouvelle en réponse à un accident aérien. En d'autres mots, les consommateurs tiennent compte de l'excellente réputation de l'industrie concernant la sécurité des passagers et ne changent que marginalement leur comportement. Une étude d'évènement publiée plus tard par Bosch et coll. (1998) a élargi l'analyse du secteur aérien en y incluant la performance financière des firmes rivales suivant les écrasements et a produit des résultats légèrement différents. Ils trouvèrent que les compagnies dont les lignes aériennes étaient superposées à celles de la firme ayant subi un écrasement gagnaient légèrement en valeur à la suite de l'accident. Ils expliquent ce résultat par un effet de «transfert», donc par l'idée que les consommateurs répondent de façon significative à une catastrophe aérienne en confiant leurs prochains voyages à des firmes rivales. Les auteurs trouvèrent également que les entreprises aériennes dans l'ensemble perdaient en moyenne 0,48% de leur valeur deux jours suivant un accident, suggérant qu'il existerait également un effet négatif de contagion dans le secteur du transport aérien. Cependant, l'amplitude de cette contagion n'a pas été évaluée au-delà de deux jours après un accident. Il est possible que cet effet s'estompe rapidement et ne soit que le résultat d'une réaction impulsive des consommateurs et des investisseurs.

Walker, Pukthuanthing et Barabanov (2006) semblent être les premiers à s'être intéressés aux conséquences des accidents ferroviaires aux États-Unis sur la performance financière des firmes américaines ou canadiennes impliquées. Ils trouvèrent que la journée suivant un accident, une compagnie ferroviaire perdait en moyenne 1,48% de sa valeur financière. Deux semaines après l'accident, cependant, cette tendance semble généralement s'estomper avec un recouvrement des pertes. Ils attribuent cette perte de valeur à une baisse de confiance des investisseurs envers la rentabilité future de l'entreprise, qui devra faire face à d'importants coûts financiers, incluant des recours collectifs (les entreprises ferroviaires sont généralement assurées pour directs engendrés par les accidents.) De plus, les résultats ont suggéré que certaines caractéristiques des accidents semblaient influencer davantage l'amplitude des impacts. Par exemple, un

accident accompagné d'un déversement de substances toxiques ou d'un nombre élevé de décès accroît de façon significative les pertes financières. L'analyse de Walker et coll. (2006), cependant, ne s'étend pas jusqu'à englober les impacts d'accidents sur les firmes concurrentes. Comme il a été mentionné dans leur recherche, il est inévitable qu'une firme éprouve des pertes financières à la lumière de nouvelles informations négatives concernant sa performance en matière de sécurité. Cependant, l'effet que ces informations auront sur les autres entreprises partageant son marché reste nébuleux. C'est ce vide dans la littérature que le présent travail vise à combler.

3. MÉTHODOLOGIE

3.1 Modèle

Il existe une variété de modèles statistiques servant à produire une étude d'évènement. Ces modèles ont tous le même objectif final, soit mesurer les rendements anormaux (*abnormal returns* en anglais) d'une entreprise suivant un évènement en particulier. On définit les rendements anormaux comme étant la différence entre le rendement *réel* des actions d'une entreprise et leur rendement *anticipé* si l'évènement n'avait pas eu lieu. À la suite d'un choc imprévisible, il est possible de calculer les rendements anormaux sur plusieurs jours afin de déterminer la perte de valeur d'une firme attribuable à un incident. Cette méthodologie suit l'hypothèse d'efficience du marché telle que mentionnée par Fama et coll. (1969). Cette théorie stipule que chaque nouvelle information sur la performance d'une entreprise est très rapidement absorbée par les investisseurs et est reflétée dans les prix des actions de l'entreprise. Ces investisseurs prennent en considération la rentabilité future de la compagnie, impliquant que la valeur de l'entreprise est escomptée pour le futur. Les études d'évènements représentent donc une avenue intéressante puisqu'en utilisant le prix des actions d'une firme comme indicateur, elles permettent de capturer l'opinion d'une multitude d'acteurs sur la valeur financière d'un évènement quelconque.

Parmi les modèles utilisés dans les études d'évènements, le modèle du marché (*market model* en anglais) est celui qui a été adopté pour cette analyse. Plusieurs raisons motivent ce choix. Tout d'abord, son efficacité a été défendue à maintes reprises par d'éminentes voix du domaine des études d'évènement. Dodd et Warner (1983), McKinlay

(1997), Cable et Holland (1999) et Armitage (1995) entre autres, en recommandant l'utilisation. De plus, le modèle a été adopté par Borenstein et Zimmerman (1988) et par Bosch et coll. (1998) pour leurs recherches sur les impacts des écrasements d'avions ainsi que par Walker et coll. (2006) pour leur travail sur les accidents ferroviaires. Puisque la présente recherche s'inspire en partie de la méthodologie décrite dans ces publications, l'adoption de ce modèle semblait indiquée.

Le modèle du marché est apprécié pour sa précision et sa simplicité. Pour n'importe quel retour provenant d'une action d'entreprise inscrite en bourse, il établit la relation suivante :

$$R_{it} = \alpha_i + \beta_i R_{mt} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

$$E(\varepsilon_{it}) = 0$$

$$var(\varepsilon_{it}) = \sigma_{\varepsilon_i}^2$$

où R_{it} et R_{mt} représentent respectivement les retours de l'action i pour l'entreprise étudiée au temps t et les retours d'un indice boursier, par exemple le Standard & Poors 500. R_{it} et R_{mt} peuvent être déterminés en calculant l'évolution du prix d'une action : $R_{it} = (Prix_{it} - Prix_{it-1})/Prix_{it-1}$. Finalement, ε_{it} est un terme d'erreur aléatoire représentant un choc en particulier et β_i est le coefficient à estimer. Ce dernier représente donc la relation entre la variation du prix d'une action de l'entreprise et celle du marché globalement.

Les rendements anormaux pour chaque journée post-accident sont calculés selon l'équation suivante :

$$RA_{it} = R_{it} - (\alpha_i + \beta_i R_{mt}) \quad (2)$$

où RA_{it} représente le retour anormal de l'entreprise au temps t . À partir de l'équation (1) et (2), on constate que $RA_{it} = \varepsilon_{it}$. Le retour anormal d'une entreprise est donc la différence entre la valeur réelle de l'action et ce qu'elle aurait été s'il n'y avait pas eu d'évènement imprévisible. On note ici qu'il est nécessaire de faire l'hypothèse que les rendements anormaux enregistrés à la suite d'un accident ferroviaire sont bel et bien dus à ce dernier.

Cette hypothèse est acceptable si l'on considère l'improbabilité qu'un autre évènement fasse varier de façon significative le prix des actions d'une firme ferroviaire par rapport à la valeur du marché dans son ensemble les jours suivant l'accident en question.

Dans le modèle, le jour de l'évènement (en l'occurrence, de l'accident ferroviaire) correspond à $t=0$. Il n'est pas toujours possible de déterminer à quel moment de la journée chaque accident a été rapporté dans les médias. Par conséquent, la période $t=(0,1)$ sera considérée comme étant la réaction «initiale» des investisseurs pour tenir compte des accidents annoncés après la fermeture quotidienne des marchés. De plus, si l'accident a lieu un jour où les marchés sont fermés, alors la période correspondant à la réaction initiale est reportée à la première journée d'ouverture des marchés suivant l'incident.

La durée de la période d'estimation recommandée pour le paramètre β_i , c'est-à-dire le nombre de jours précédant l'accident, varie selon les chercheurs. En jouant avec la taille de cette dernière, Walker, Pukthuanthing et Barabanov (2006) n'ont pas décelé de variation significative sur l'estimation du coefficient β_i . Un exercice similaire accompli lors de la présente recherche a permis d'en arriver aux mêmes conclusions. Une période d'estimation de 500 jours de marché a donc été choisie, faisant écho à plusieurs études d'évènements mentionnées précédemment. De plus, afin d'éviter un biais potentiel, dix jours suivants tout accident «y» étant superposé à une période d'estimation pour un autre accident «x» ont été retirés lors de l'estimation des rendements anormaux de x . Cela permet d'exclure les rendements anormaux d'un accident dans l'estimation d'un autre.

Sous l'hypothèse que les rendements anormaux quotidiens soient indépendants, il est également possible de les additionner sur une période définie afin de mieux visualiser les impacts financiers d'un accident à moyen et long terme. L'équation suivante représente les rendements anormaux cumulatifs entre la période t_1 et t_2 :

$$RAC(t_1, t_2) = \sum_{t=t_1}^{t_2} AR_{it} \quad (3)$$

Pour regrouper les résultats de plusieurs entreprises avec plusieurs accidents ferroviaires, il convient également de définir les rendements anormaux cumulatifs moyens (RACM), sous la forme :

$$RACM = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n RAC(t_1, t_2) \quad (4)$$

où n représente le nombre d'entreprises incluses dans l'analyse. Cette dernière équation permettra d'illustrer l'impact moyen des accidents ferroviaires sur un ensemble de firmes. Regrouper les rendements anormaux moyens de plusieurs entreprises permet d'augmenter la probabilité d'obtenir des résultats statistiquement significatifs avec le modèle du marché. Il en revient à comparer la variation moyenne de plusieurs firmes par rapport au marché, au lieu d'y comparer les rendements anormaux d'une firme spécifiquement.

3.2 Tests de significativité

Une série de tests a été effectuée sur l'ensemble des résultats afin d'en évaluer leur validité. Müller (2015) recommande au minimum l'emploi d'un test paramétrique (qui assume que les RACM suivent une distribution normale) et d'un test non paramétrique (qui n'assume pas la normalité) et de les comparer. Des résultats significatifs sous un test paramétrique et non significatif sous un test non paramétrique pourraient suggérer l'existence de valeurs aberrantes. De plus, il pourrait exister un problème de corrélation croisée lors du calcul des RACM dû au fait que les rendements anormaux des entreprises ferroviaires sont calculés pour les mêmes périodes. Si c'est le cas, il pourrait y avoir une sous-estimation des écarts-types et une surestimation de la statistique t , provoquant du coup un rejet trop fréquent de l'hypothèse nulle stipulant qu'il n'y a pas de rendements anormaux ($H_0: RACM = 0$).

Le test paramétrique Patell z ajusté a été proposé par Kolari et Pynnoen (2010). Il est une amélioration du test Patell z standard, vastement utilisé dans les études d'évènement, car il tient compte d'une potentielle corrélation croisée entre les périodes d'estimation des firmes. Les détails sur ce test sont disponibles à la section 7.2 dans les appendices.

Le test non paramétrique utilisé est celui du rang t généralisé, décrit dans Kolari et Pynnoen (2011)¹, qui tient lui aussi compte de la possibilité de corrélation croisée. Les détails sont également disponibles à la section 7.2.

¹ Voir Kolari et Pynnoen (2011) pour une description complète du test.

3.3 Modèle de régression

L'analyse des variables individuelles susceptibles d'influencer les RAC sera effectuée à l'aide d'une régression linéaire. Cela permettra d'identifier plus précisément quelles caractéristiques d'un accident suscitent des réactions chez les investisseurs des entreprises rivales. Pour réaliser la régression, les rendements anormaux individuels de chaque firme pour chaque accident étudié seront inclus dans l'échantillon. Pour éviter des problèmes de corrélation à l'intérieur des variables reliées aux accidents, leurs écarts-types seront groupés.

La régression linéaire suit le modèle suivant :

$$RAC_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \dots + \beta_v x_{vi} + \varepsilon_i \quad (5)$$

où v représente le nombre de variables décrivant les accidents et les firmes et i représente une firme étudiée quelconque. Les résultats seront évalués selon une fenêtre post-événement variant de un jour jusqu'à 16 jours après l'accident.

4. DONNÉES

Les données financières des entreprises nécessaires pour calculer les rendements anormaux ont été tirées de *Yahoo Finance*. Les rendements dérivés de l'évolution de la valeur des actions des firmes sont ajustés pour les dividendes et les fractionnements d'actions. Les valeurs de l'indice boursier S&P500 proviennent également de *Yahoo Finance*. Au total, 8 compagnies ferroviaires majeures américaines et canadiennes opérant des lignes de chemin de fer aux États-Unis ont été retenues. Cette collection aurait pu être agrandie en y incluant davantage de transporteurs. Cependant, deux restrictions limitent cette liste. Premièrement, une entreprise doit être inscrite en bourse pour être considérée, puisque des données sur la valeur des actions sont nécessaires pour le modèle. Cela exclut automatiquement un bon nombre d'entreprises de transport ferroviaire de passagers comme Amtrak aux États-Unis et VIA Rail au Canada, tout comme la plupart des agences de transports urbains des grandes agglomérations nord-américaines. Deuxièmement, la firme doit avoir émis un volume assez important d'action pour que celui-ci puisse réagir de façon visible à des perturbations du marché. Ainsi, plusieurs petits transporteurs ferroviaires inscrits dans des bourses alternatives au *New York Stock Exchange* ou à la Bourse de Toronto ont été mis de côté en raison d'un faible volume d'actions échangé. Les huit

entreprises retenues sont donc principalement des opérateurs majeurs de transports de marchandises. Certains s'adonnent également au transport de passagers, quoique plus rarement.

La liste des accidents ferroviaires s'étant produits sur le sol américain depuis 1993 provient de la banque de données de la *National Transportation Safety Board* disponible en ligne. Un total de 424 accidents y est répertorié en date du 1^{er} octobre 2016. Plusieurs de ces rapports ont pour objet de simples accrochages entre wagons ou des accidents impliquant des véhicules civils vis-à-vis des passages à niveau. Une série de critères, inspirés de Walker et coll. (2006), ont été appliqués afin de ne conserver que les incidents susceptibles d'influencer de façon importante les valeurs boursières des transporteurs ferroviaires. Pour qu'il soit considéré, un incident doit, au minimum, causer la mort d'un individu, engendrer 50 blessés ou entraîner des dommages immédiats d'au moins 7 500 000 de dollars US. Ces critères ont permis d'identifier 26 accidents majeurs s'étant produits entre 1993 et 2015. Le tableau 1 présente un aperçu général des caractéristiques des accidents ferroviaires retenus par année.

De plus, en utilisant des cartes ferroviaires disponibles sur le site de la *Federal Railroad Administration* et sur les sites des principaux transporteurs ferroviaires, il est possible de déterminer, pour chaque accident étudié, quelles firmes ont une présence significative dans l'état où l'accident a eu lieu. Cela permet de diviser l'échantillon entre les firmes opérant à proximité des accidents et celles étant plus éloignées, ce qui sera utile plus loin dans l'analyse.

Finalement, une série de variables ont été définies afin de procéder à une analyse individuelle des caractéristiques des accidents ferroviaires et leurs impacts sur les RACM. Ces variables seront entre autres utilisées dans la partie 2 et 3 de l'analyse des résultats. La description complète est disponible au tableau 2.

5. RÉSULTATS

5.1 Première analyse des rendements anormaux

Le tableau 3 présente la moyenne des rendements anormaux cumulatifs des entreprises pour les 26 accidents analysés. Les rendements anormaux des transporteurs ferroviaires directement impliqués dans les accidents n'y sont pas inclus. Les résultats suggèrent que les entreprises rivales d'une compagnie ferroviaire impliquée dans un accident perdent initialement en moyenne 0,67% de leur valeur avec une significativité statistique de 1%. Dès la troisième journée, il est possible d'observer une baisse des rendements anormaux à -0,55% avec un niveau de significativité de 10% pour le test Patell et de presque 10% pour le test de rang t. À partir de la quatrième journée après l'accident, les rendements anormaux ne sont plus statistiquement significatifs, suggérant un retour à des variations aléatoires du prix des actions des entreprises. Ces résultats sont sensiblement similaires à ceux obtenus par Bosch et coll. (1998) dans leur analyse de la performance financière des compagnies aériennes suivant un écrasement d'avion d'une autre entreprise. À la deuxième journée suivant les accidents, ils avaient mesuré un retour anormal cumulatif moyen de -0,72% pour l'ensemble des compagnies aériennes.

Comme l'ont fait remarquer Walker et coll. (2006), ce type de réaction contredit l'hypothèse de l'efficience des marchés qui stipule que le prix escompté d'une action d'entreprise incorpore toute l'information disponible aux investisseurs, et que l'on ne devrait pas observer de correction de prix dans le futur en l'absence de nouvelle information. Les résultats dévoilent les investisseurs ont peut-être une réaction exagérée et impulsive face à la nouvelle d'un accident ferroviaire, étant donné la correction du prix observée quelques jours plus tard. Ce genre de réaction exagérée n'est pas un concept nouveau dans le monde de la finance comportementale. L'heuristique de disponibilité est une méthode de raisonnement intuitive, mais souvent erronée qui pousse un individu à accorder une importance démesurée à des événements récents dans sa compréhension d'un phénomène plus large. Chez les investisseurs, cela crée un biais pour le présent qui les incite à surestimer les impacts d'un événement inattendu (voir Brexit et élection de Donald Trump). Ce phénomène a été décrit dans plusieurs recherches, notamment par Bauman et coll. (1999), De Bondt et Thaler (1987) et plus récemment par Dreman et Lufkin (2010). Dans le contexte d'un accident ferroviaire, il est possible que les investisseurs surestiment

tout simplement les conséquences reliées à la catastrophe ou les probabilités qu'un autre accident survienne rapidement. Quelques jours après l'incident, étant plus en mesure de constater les véritables effets de la catastrophe, les investisseurs pourraient mieux estimer la rentabilité escomptée des firmes de l'industrie. Ceci expliquerait en grande partie les résultats obtenus au tableau 3. De plus, on note que les pertes financières semblent s'estomper beaucoup plus vite chez les firmes rivales que chez les firmes impliquées dans un accident. Walker et coll. (2006) avaient observé un recouvrement des pertes chez les entreprises mêlées à un accident une dizaine de jours après la catastrophe. Qui plus est, l'amplitude des pertes de ces firmes directement impliquées (-1,90%) est beaucoup plus grande que celle des firmes rivales (-0,55%) observées au tableau 3 pour la même période $t=(0,2)$.

5.2 Analyse groupée

Les résultats initiaux ont également dévoilé que seulement 56% des rendements anormaux des entreprises ferroviaires rivales durant la période $t= (0,2)$ suivant un accident étaient négatifs (pas dans le tableau). Ceci suggère que certaines caractéristiques des accidents affectent particulièrement leur performance financière alors que d'autres semblent moins faire réagir. Pour essayer de comprendre quels éléments d'un accident pénalisent particulièrement les entreprises rivales, l'échantillon a été divisé selon certaines caractéristiques des accidents et des entreprises. Les résultats sont disponibles au tableau 4.

Parmi les différentes caractéristiques des accidents évaluées, le nombre de morts semble avoir un effet particulièrement important. Les accidents ferroviaires causant le décès d'au moins 3 individus entraînent une perte de 1,26% de la valeur des entreprises rivales, avec un niveau de significativité statistique de 1%. En supposant que le nombre de morts impliqués dans un accident est généralement connu au bout de deux jours, cela suggère que les investisseurs réagissent fortement à ce type de nouvelles. Il est possible qu'ils anticipent que des décès incitent les autorités à appliquer de nouvelles régulations rapidement, ce qui pourrait faire baisser la rentabilité des entreprises œuvrant dans l'industrie. Les accidents causant 2 morts ou moins, quant à eux, semblent entraîner des RAC plutôt nuls.

En poursuivant l'analyse des résultats du tableau 3, on remarque que l'échantillon d'accidents ayant causé plus de 56 blessés ne semble pas avoir entraîné des RACM très différents de celui en ayant causé moins. Même son de cloche au niveau des déversements de produits toxiques. Walker et coll. (2006) avaient trouvé que les accidents ferroviaires accompagnés d'un déversement de substances toxiques engendraient davantage de pertes financières pour l'entreprise impliquée dans l'accident. Les résultats obtenus ici ne permettent pas d'affirmer la même chose pour les compagnies rivales. Au contraire, les accidents causant un déversement engendrent en moyenne moins d'effets négatifs que ceux n'en causant pas. Ces résultats sont cependant à interpréter avec très grande prudence étant donné que les RACM et la différence entre les deux échantillons ne sont pas statistiquement significatifs. Tout de même, ces chiffres pourraient suggérer qu'à la suite de déversements de produits toxiques, les investisseurs, anticipant des coûts importants pour l'entreprise fautive, auraient tendance à se tourner vers des firmes rivales.

Les erreurs humaines semblent entraîner des pertes plus importantes que celles causées par des problèmes mécaniques. Il arrive souvent que la cause exacte d'un accident ne soit connue que plusieurs semaines voire plusieurs mois plus tard. Ainsi, cette information n'est pas toujours disponible aux investisseurs dans les premiers jours suivant la catastrophe. Il est donc possible que ces résultats soient le fruit du hasard. De plus, le test de différence des moyennes ne détecte pas de différence significative entre les réactions des investisseurs causées par les erreurs humaines et les bris mécaniques.

Le test de différence entre les RACM des firmes à proximité des accidents et celles qui en sont éloignées est faiblement significatif. Les entreprises rivales avec des lignes de chemin de fer à proximité d'un accident subissent en moyenne des pertes de 0,28% pour les deux premiers jours. Cependant, ces RACM ne sont pas statistiquement significatifs, suscitant du coup la précaution dans l'interprétation de ces chiffres. Ainsi, il n'est pas possible de confirmer l'existence d'un effet de transfert dans le secteur ferroviaire comme il avait été décelé pour le secteur aérien et pharmaceutique.

Finalement, on note qu'à première vue, les accidents causant moins de dommages entraînent des RACM beaucoup plus élevés durant les 2 jours suivant un accident. Ce résultat ne semble pas très intuitif. Cependant, un examen approfondi des données a montré

que les accidents occasionnant le plus de morts ne sont pas nécessairement ceux ayant engendré le plus de dommages matériels. Si l'on pose l'hypothèse que le nombre de morts influence en grande partie les RACM durant les premiers jours suivant un accident, alors il n'est pas étrange que des accidents entraînant peu de dommages matériels engendrent des RACM plus élevés. En fait, comme il le sera montré dans la section suivante, les dommages matériels semblent plutôt induire des RACM négatifs chez les entreprises rivales.

5.3 Analyse de variables individuelles

L'analyse groupée est efficace pour déceler des tendances dans les résultats, mais elle manque un peu de précision. Ainsi, il serait intéressant de tenter de découvrir quelle(s) variable(s) en particulier semble(nt) influencer davantage les RACM des entreprises ferroviaires.

Une première régression a été effectuée pour la période $t = (0,2)$ sans qu'elle ne puisse produire des coefficients statistiquement significatifs, même au niveau du nombre de morts. Il a été découvert par la suite que l'accident ayant causé le plus de morts (47, représentant près du tiers de tous les décès de l'échantillon) avait engendré des RACM légèrement positifs et non statistiquement significatifs. Cet accident a donc été omis de l'échantillon. Il est possible de justifier cette omission si l'on considère les causes reliées à cette catastrophe. Il s'agit du seul accident de l'échantillon n'étant pas dû à une erreur humaine ou technique. Plutôt, le déraillement du train Amtrak no.2 le 22 septembre 1993 a été occasionné par l'endommagement d'un pont ferroviaire par un bateau naviguant dans la brume, quelques minutes avant le passage du train. La fiabilité des équipements et le professionnalisme de l'équipage du train ne pouvant être attribués à l'incident, il est possible que les investisseurs aient su réagir en conséquent. Dans ce contexte, il est probable que le nombre de morts n'aurait pas eu d'effet direct sur les rendements anormaux, expliquant les RACM non significatifs.

Le tableau 5 représente les résultats de la régression dont les paramètres ont été précisés dans la section 3.3 et ne contenant pas l'accident du train Amtrak no.2. Ces résultats suggèrent que le nombre de morts semble avoir une incidence négative sur les RACM avec une significativité de 1%. Ces chiffres supportent les résultats obtenus lors de

l'analyse groupée qui indiquait que les accidents avec plusieurs décès engendrent des RACM négatifs plus importants. La relation entre les deux variables peut d'ailleurs être observée sur la figure 1. De plus, les coûts financiers liés aux accidents semblent également influencer négativement la réaction des investisseurs. Bien que les coûts d'un accident ne soient pas toujours connus deux jours suivant l'incident, il est possible que les investisseurs sachent les anticiper avec une certaine efficacité en se basant sur des informations initiales. Finalement, on note que les déversements de produits chimiques sont presque statistiquement significatifs à 10%. Cela reflète les résultats de l'analyse groupée, qui avait laissé entendre que les accidents accompagnés de décharges toxiques profitent aux entreprises rivales. Cette conclusion reste tout de même du domaine de la spéculation, étant donné la faiblesse des résultats concernant les déversements.

D'autres régressions pour des fenêtres post-événement plus longues ($t=0,4$, $t=0,8$) ont également été effectuées. Elles n'ont pas été incluses dans ce rapport, car elles n'ont pas permis de produire des coefficients statistiquement significatifs. Cela semble soutenir l'idée que les rendements anormaux des entreprises ferroviaires redeviennent aléatoires quelques jours seulement après un accident.

6. CONCLUSION

L'étude des rendements anormaux suivant des accidents ferroviaires aux États-Unis a permis de déterminer que les firmes rivales perdent en moyenne 0,67% de leur valeur une journée après l'accident. Quatre jours après l'accident, cependant, ces rendements anormaux négatifs semblent lentement s'estomper et la valeur des actions des entreprises recouvre un cours plus normal.

Les analyses groupées et de variables individuelles ont permis de découvrir que les investisseurs réagissent avant tout au nombre de décès causés par les catastrophes. Cette réaction est probablement le résultat des anticipations de nouvelles régulations, normes de sécurité et coûts de formation d'employés additionnels pouvant s'abattre sur l'industrie. De plus, les dommages anticipés entraînés par les catastrophes ferroviaires sembleraient affecter la confiance des investisseurs envers la rentabilité future du secteur comme l'a montré l'analyse des variables individuelles. Finalement, il n'a pas été possible de déterminer s'il existait un effet de transfert dans l'industrie ferroviaire. Les déversements

de produits toxiques semblent profiter légèrement aux firmes rivales, mais l'effet de proximité comme nous l'avons mesuré ne semble pas avoir d'impact positif sur les rendements anormaux.

Les résultats obtenus par Bosch et coll. (1998) ont suggéré qu'à la suite d'un accident d'avion, les firmes de l'industrie aérienne n'y étant pas directement impliquées perdent tout de même un peu de valeur. Selon les auteurs, cela implique que les investisseurs et les consommateurs développent des doutes concernant la fiabilité de l'ensemble de l'industrie, et non seulement d'une firme en particulier. Les résultats présentés ici semblent indiquer la même chose, mais avec une nuance. Effectivement, moins d'une semaine après un accident ferroviaire, les pertes de valeurs encourues par les firmes rivales semblent disparaître. Cette réaction du marché reflète davantage l'hypothèse des réactions exagérées que des inquiétudes à long terme, un phénomène bien connu dans la finance comportementale.

7. APPENDICES

7.1 Tableaux

Tableau 1—Description des accidents ferroviaires sélectionnés

Années	Nombre d'accidents	Morts	Blessés	(\$) Pertes financières*
<i>1993</i>	1	47	103	33 111 975,51
<i>1994</i>	1	1	121	5 954 246,56
<i>1996</i>	1	11	26	11 540 535,37
<i>1997</i>	2	4	185	19 855 760,74
<i>2000</i>	1	0	0	49 070 731,71
<i>2001</i>	3	1	82	34 328 772,68
<i>2002</i>	4	8	736	54 485 696,49
<i>2004</i>	2	5	67	16 423 238,75
<i>2005</i>	3	15	192	17 760 101,33
<i>2007</i>	1	0	50	26 082 449,28
<i>2008</i>	1	25	102	13 456 087,46
<i>2009</i>	1	10	61	22 394 352,49
<i>2011</i>	1	2	0	9 337 747,57
<i>2012</i>	2	3	0	47 583 379,75
<i>2013</i>	1	4	61	9 327 266,41
<i>2015</i>	1	8	185	9 371 216,41
Total	26	144	1971	346 971 582,70
Moyenne	N/A	5,54	75,81	14 618 598,39
Médiane	N/A	2	56	10 984 558,23

*Exprimés en \$ US de 2016. Tous les accidents se sont produits sur le sol américain entre 1993 et 2015. Pour être retenu, un accident doit avoir causé au moins 1 mort, au moins 50 blessés ou avoir engendré au moins 7 500 000\$ US en dommages directs. Une description détaillée de chaque accident est disponible au <http://www.nts.gov/investigations/AccidentReports/Pages/railroad.aspx>

Tableau 2— Description des variables utilisées

Nom de la variable	Description	Source
<i>CAR02</i>	Représente les rendements anormaux cumulatifs pour les deux jours de marché suivant l'accident	Yahoo Finance
<i>MORTS</i>	Indique le nombre de morts engendrés par l'accident, incluant les membres de l'équipage, les passagers et toute autre victime externe	NTSB
<i>BLESSES</i>	Indique le nombre de blessés causés par l'accident	NTSB
<i>LNDOMM</i>	Le log naturel du coût (\$US de 2016) des dommages directs engendrés par l'accident, sans compter les recours collectifs et autres poursuites judiciaires.	NTSB, US Bureau of Labor Statistic
<i>DEVERS</i>	Variable binaire. Elle est égale à 1 si l'accident a engendré un déversement de substances toxiques	NTSB
<i>ERRHUM</i>	Variable binaire. Elle est égale à 1 si la cause de l'accident est reliée à une erreur humaine	NTSB
<i>ERRMEC</i>	Variable binaire. Elle est égale à 1 si la cause de l'accident est reliée à une erreur mécanique	NTSB
<i>PROXIM</i>	Variable binaire. Elle est égale à 1 si l'entreprise possède un chemin de fer près de l'accident	Federal Railroad Administration
<i>UNP, CNI, CSX, NSC, CP, KSU, GWR</i>	Variation binaires pour contrôler pour les caractéristiques spécifiques aux entreprises	N/A

NTSB=National Transportation Safety Board

Tableau 3— Retours anormaux cumulatifs moyens (RACM) des entreprises ferroviaires

Périodes	RACM	Test 1 Patell Z	Test 2 Rank T Test
<i>t = (0,1)</i>	-0,67%	-2,5152**	-2,4336**
<i>t = (0,2)</i>	-0,55%	-1,686*	-1,256
<i>t = (0,4)</i>	-0,43%	-1,0178	-0,9163
<i>t = (0,6)</i>	0,2%	0,4033	1,2147
<i>t = (0,8)</i>	0,45%	0,7827	2,1353**
<i>t = (0,16)</i>	0,05%	0,0522	0,8715

N=180. Les RACM sont calculés selon l'équation (4) de la page 10. N'inclue pas les entreprises directement impliquées dans les accidents. * significatif à 10% ** significatif à 5% *** significatif à 1%

Tableau 4— Résultats groupés par échantillons

Groupes	RACM	Patell z ajustée	Rang t gén.	N	Test diff. t (valeur-p)
<i>≥ 3 morts</i>	1,26%	-2.833***	-2.5595**	72	-2,4273***
<i><3 morts</i>	0,15%	0,3113	0,8182	107	(0,0028)
<i>≥57 blessés</i>	0,71%	-1,7	-0,8249	97	0,3231
<i><57 blessés</i>	-0,4%	-1,2513	-1,9467	90	(0,3735)
<i>≥ 10 984 559\$</i>	0,4%	0,7512	1,1904	88	2,3922***
<i><10 984 559\$</i>	1,31%	-3,0366***	-2,8565***	91	(0,0089)
<i>déversement</i>	0,36%	-0,6114	-0,0094	65	-0,753944
<i>∅ déversement</i>	0,58%	-1,6252	-1,5681	115	(0,2262)
<i>Erreur humaine</i>	0,85%	-2.0846**	-1,5761	97	-0,2629
<i>Erreur mécanique</i>	0,41%	-0,4845	-0,8025	78	(0,3964)
<i>À proximité</i>	0,28%	-0,6498	-0,5344	69	-1,358*
<i>Éloigné</i>	-0,73	-1,9997**	-1,1478	110	(0,0881)

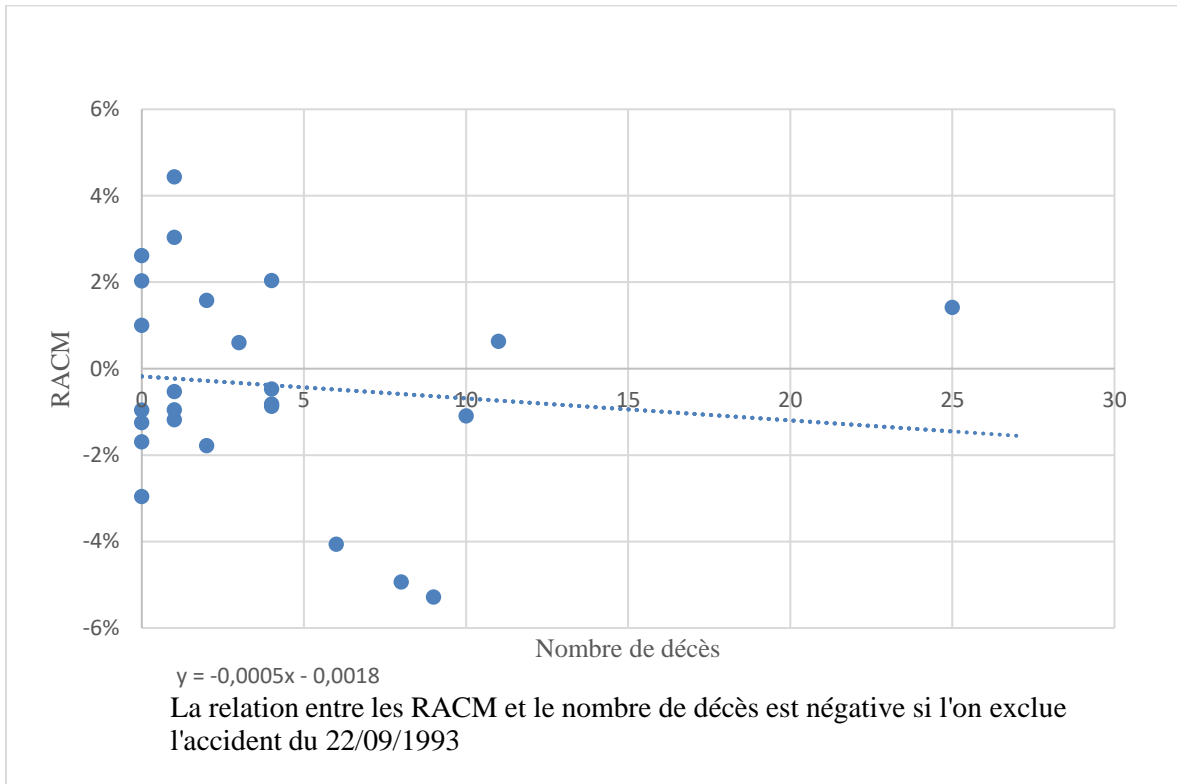
Ces résultats sont présentés pour la période t=(0,2). * significatif à 10% ** significatif à 5% *** significatif à 1%

Tableau 5— Résultats de la régression de l'analyse par variable individuelle

VARIABLES	Coefficient (erreur type robuste)	Statistique t	Valeur-p
<i>MORTS</i>	-0,0027781 (0,007885)	-3,52***	0,002
<i>BLESSES</i>	-0,0000395 (0,0001257)	-0,31	0,756
<i>LNDOMM</i>	-0,0093019 (0,0053499)	-1,74*	0,094
<i>DEVERS</i>	0,0223335 (0,013188)	1,69	0,102
<i>ERMECA</i>	-0,0128218 (0,1437)	-0,89	0,381
<i>PROXIM</i>	0,0012669 (0,0105)	0,12	0,905
<i>UNP</i>	0,0231 (0,025)	0,93	0,362
<i>CNI</i>	0,015 (0,0222)	0,67	0,507
<i>CSX</i>	0,024436 (0,0242)	1,01	0,322
<i>NSC</i>	0,0307464 (0,0252)	1,22	0,234
<i>CP</i>	0,0164 (0,0236)	0,44	0,664
<i>KSU</i>	0,0164 (0,0247)	0,67	0,511
<i>GWR</i>	0,0002764 (0,02952)	0,01	0,993
<i>Constante</i>	0,1474 (0,0857)	1,72	0,097

N=175. La variable dépendante est CAR02, comme définie au tableau 2. Les erreurs standards ont été groupées pour les variables relatives aux accidents. * significatif à 10%
 ** significatif à 5% *** significatif à 1%

Figure 1: La relation entre les RACM et le nombre de décès



7.2 Tests statistiques

Test statistique paramétrique : Le test Patell z ajusté :

Étape 1 : Standardisation des rendements anormaux (RAS) :

$$RAS_{i,t} = \frac{RA_{it}}{S_{RAit}}$$

Où S_{RAit} représente l'écart-type obtenu par la régression (1)

Étape 2 : Sous l'hypothèse nulle que $H_0: RACM = 0$, la statistique z de Patell est donnée par :

$$Z_{Patell} = \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{i=1}^N \frac{RASC}{S_{RASC}}$$

Où RASC représente les rendements anormaux standardisés cumulatifs :

$$RASC_i = \sum_{t=T_1+1}^{T_2} RAS_{i,t}$$

Étape 3 : Le $Z_{Patell \text{ ajusté}}$ est une modification de la Z_{Patell} standard, donné par :

$$Z_{Patell \text{ ajusté}} = \sqrt{\frac{1}{1 + (N - 1)\bar{r}}} \times Z_{Patell}$$

Où \bar{r} représente la moyenne de la corrélation croisée des périodes d'estimations des rendements anormaux. S'il n'y a pas de corrélation croisée, alors la statistique devient une z Patell standard.

Test non paramétrique : Le test de rang t généralisé

Étape 1 : On définit l'écart-type des rendements anormaux cumulatifs standardisés comme :

$$RACS_i = \frac{RAC_i}{S_{RAC_i}}$$

où S_{RAC_i} représente l'écart-type des RACs. Pour tenir compte de la volatilité potentielle des rendements anormaux avant l'accident, on définit :

$$RACS_i^* = \frac{RACS_i}{S_{RACS}}$$

Il convient par la suite de définir les rendements anormaux cumulatifs généralisés comme suit :

$$RACG_{i,t} = \begin{cases} RACS_i^* & \text{pour tout } t \text{ dans la fenêtre de l'évènement} \\ RAS_{it} & \text{pour tout } t \text{ dans la période d'estimation} \end{cases}$$

Étape 2 : Définition de $K_{i,t}$:

$$K_{i,t} = \frac{\text{rang}(RACG_{i,t})}{L_i + 2} - 0,5$$

où L_i fait référence au nombre de retours choisis dans la fenêtre post-évènement

Étape 3 : Sous l'hypothèse $H_0: RACM = 0$, le test de rang t généralisé est donné par :

$$t_{grang} = Z \left(\frac{L_1 - 1}{L_2 - Z^2} \right)^{1/2}$$

Où $Z = \frac{\overline{K_0}}{S_{\overline{K}}}$

Pour des explications plus détaillées sur les statistiques de tests, veuillez consulter Müller (2010) et Kolari et Pynnoen (2010) pour le test paramétrique ainsi que Kolari et Pynnoen (2011) pour le test non paramétrique.

BIBLIOGRAPHIE

Articles

ARMITAGE, Seth, «Event Study Methods and Evidence On Their Performance», *The Journal of Economic Surveys*, Volume 8, No.5, 1995, p.25-52

BAUMAN, Scott W., CONOVER, Mitchell C. et MILLER, Robert E., «Investor Overreaction in International Stock Markets», *The Journal of Portfolio Management*, Volume 25, No.4, 1999, p.102-111

BORENSTEIN, Severin et ZIMMERMAN, Martin B., «Market Incentives for Safe Commercial Airline Operation», *American Economic Review*, Volume 78, No5, 1988, p.913-935

BOSCH, Jean-Claude, ECKARD, E. Woodrow et SINGAL, Vijay, «The Competitive Impact of Air Crashes: Stock Market Evidence», *The Journal of Law and Economics*, Volume 41, No.2, 1998, p. 503-519

CABLE, John et HOLLAND, Kevin, «Modelling Normal Returns in Event Studies: A Model-Selection Approach and Pilot Study», *The European Journal of Finance*, Volume 5, No. 4, 1999

DE BONDT, Werner F. M. et THALER, Richard H., «Further Evidence on Investor Overreaction and Stock Market Seasonality», *The Journal of Finance*, Volume 42, No.3, 1987, p. 557-581

DODD, Peter et WARNER, Jerold B., «On Corporate Governance: A Study of Proxy Contest», *Journal of Financial Economics*, Volume 11, No.4, 1983, p.401-438

DREMAN, David N. et LUFKIN, Eric A., «Investor Overreaction: Evidence That Its Basis Is Psychological», *Journal of Psychology and Financial Markets* (maintenant *Journal of Behavioral Finance*), Volume 1, No.1, 2000, p.61-75

FAMA, Eugene F., FISHER, Lawrence, JENSE, Michael C. et ROLL, Richard, «The Adjustment of Stock Prices to New Information», *International Economic Review*, Volume 10, No.1, 1969, p.1-21

FERSTL, Robert, UTZ, Sebastian et WIMMER, Maximilian, «The Effect of the Japan 2011 Disaster on Nuclear and Alternative Energy Stocks Worldwide: An Event Study», *Business Research*, Volume 5, No.1, 2012, p. 25-41

KODA, Yuga, «Do Peers Get Punished: Stock Market Effect of BP Oil Spill on Peers», *Journal of Environmental and Resource Economics at Colby*, Volume 3, No.1, 2016

KOLARI, James W. et PYNNONEN, Seppo, «Nonparametric Rank Tests for Event Studies», *Journal of Empirical Finance*, Volume 18, No.5, 2011, p. 953-971

KOLARI, James W. et PYNNONEN, Seppo, «Event Study Testing with Cross-sectional Correlation of Abnormal Returns», *The review of Financial Studies*, Volume 23, No.11, p. 3996-4025

MACKINLAY, Craig A., «Event Studies in Economics and Finance», *Journal of Economic Literature*, Volume 35, 1997, p. 13-39

MALONEY, Michael T. et MULHERIN, J. Harold, «The Complexity of Price Discovery in an Efficient Market: The Stock Market Reaction to the Challenger Crash», *The Journal of Corporate Finance*, Volume 9, no.4, 2003, p.453-479

MITCHELL, Mark L., « The Impact of External Parties on Brand-name Capital: The 1982 Tylenol Poisonings and Subsequent Cases», *Economic Inquiry*, Volume 17, no. 4, 1989, p. 601-618

WALKER, Thomas J., PUKTHUANTHONG, Kuntara et BARABANOV, Sergey S., «On the Stock Market's Reaction to Major Railroad Accidents», *Journal of the Transportation Research Forum*, Volume 45, No.1, 2006, p. 23-39

Sites internet

MÜLLER, Simon, «Significance Tests for Event Studies»,
< <http://www.eventstudytools.com/significance-tests> >, mis à jour le 15 octobre 2015,
consulté le 3 novembre 2016

National Transportation Safety Board,
<http://www.nts.gov/investigations/AccidentReports/Pages/railroad.aspx>, consulté le 14
novembre 2016

Yahoo Finance Canada, <https://ca.finance.yahoo.com/>, consulté le 23 septembre 2016