HEC MONTRÉAL

LE RISQUE OPÉRATIONNEL DANS LES CAISSES DE RETRAITE

Par :
Elissa Parenteau

Maîtrise ès sciences de la gestion (M. Sc.)
Institut d'économie appliquée
Option en économie financière appliquée

Déposé le 5 janvier 2012

HEC Montréal
3000, chemin de la Côte-Sainte-Catherine
Montréal (Québec)
Canada H3T 2A7

Projet supervisé
06-004-08

Le projet supervisé est intitulé :
Le risque opérationnel dans les caisses de retraite

Par :
Elissa Parenteau

Sous la supervision de :
Georges Dionne – Professeur titulaire, Service de l'enseignement de la finance

I. TABLE DES MATIÈRES

I. TABLE DES MATIÈRES 3

II. LISTE DES FIGURES 4

III. LISTE DES TABLEAUX 4

1. INTRODUCTION 6

2. DESCRIPTION DES DEUX CONCEPTS 8

2.1. STAGE DANS UNE CAISSE DE RETRAITE CANADIENNE (PARTIE I) 8

2.2. RECHERCHE ACADÉMIQUE (PARTIE II) 9

3. RISQUES DANS CETTE CAISSE DE RETRAITE CANADIENNE 11

4. RÈGLEMENTATION DES CAISSES DE RETRAITE 14

5. REVUE DE LA LITTÉRATURE 16

5.1. RISQUE OPÉRATIONNEL DANS BÂLE II 16

5.2. PARTIE I : CALCUL DU RISQUE OPÉRATIONNEL À PARTIR D'INDICATEURS DE RISQUE CLÉS 18

5.3. PARTIE II : DISTRIBUTION DES PERTES OPÉRATIONNELLES 23

6. DONNÉES 28

6.1. GRILLE D'ÉVALUATION 28

6.2. BASE DE DONNÉES POUR ESTIMER LA VALEUR À RISQUE OPÉRATIONNELLE 28

7. MÉTHODOLOGIE 34

7.1. GRILLE D'ÉVALUATION DU RISQUE OPÉRATIONNEL 34

7.2. MODÈLE DE VALEUR À RISQUE OPÉRATIONNELLE 37

8. PRÉSENTATION ET ANALYSE DES RÉSULTATS 40

8.1. GRILLE D'ÉVALUATION 40

8.2. VALEUR À RISQUE OPÉRATIONNELLE 43

9. RECOMMANDATIONS 51

10. CONCLUSION ET PISTES DE RECHERCHE 52

11. BIBLIOGRAPHIE 54

12. ANNEXES 56

II. LISTE DES FIGURES

Figure 1 Évolution de la fréquence des pertes opérationnelles 31
Figure 2 Moyennes en valeurs courantes des pertes opérationnelles ($ millions) 32
Figure 3 Moyennes en valeurs courantes des pertes opérationnelles ($ millions) sans la perte aberrante de 2008 33
Figure 4 Cartographie des risques opérationnels, Operational Risk Management « A Methodology for Risk Mapping » (Scandizzo, 2005)..... 34
Figure 5 VaR absolue versus VaR relative à la moyenne 38
Figure 6 La VaR opérationnelle (OpVaR à 99.9%) 39
Figure 7 Distribution des pertes opérationnelles (1000 $ millions et moins) : distribution log-normale..... 47
Figure 8 Distribution des pertes opérationnelles (1000 $ millions et moins) : distribution normale 49
Figure 9 Comparaison de la VaR en millions de dollars (normale et log-normale)..... 49
Figure 10 Sensibilité de la VaR (% de changement) en fonction des pertes extrêmes..... 50
Figure 11 Grille d'évaluation du risque opérationnel 66

III. LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 Le modèle des risques dans cette institution..... 11
Tableau 2 Huit secteurs d'activités avec leur bêta respectif (Galloppo & Rogora, 2011) 17
Tableau 3 Dimensions du risque opérationnel 19
Tableau 4 Fréquence des pertes pour chacune des catégories..... 30
Tableau 5 Fréquence des pertes pour chacun des pays 30
Tableau 6 Étapes clés pour la cartographie des risques opérationnels..... 35
Tableau 7 Exemple de quantification du risque opérationnel avec les indicateurs 42
Tableau 8 Statistiques des pertes opérationnelles en millions de dollars par catégorie 43
Tableau 9 Statistiques des pertes opérationnelles (en millions) toutes catégories de risque confondues..... 44
Tableau 10 Statistiques supplémentaires des pertes opérationnelles (en millions) toutes catégories de risque confondues..... 44
Tableau 11 Statistiques des pertes opérationnelles (en millions) durant les crises financières..... 45
Tableau 12 Résultats de la VaR à 99.9% avec la distribution log-normale (en millions)..... 46

Tableau 13 Résultats de la VaR à 99.9% avec la distribution normale (en millions) 48
Tableau 14 Résultats distributions log-normale et normale avec pertes totales 69
Tableau 15 Paramètres de la distribution log-normale avec pertes totales 69
Tableau 16 Paramètres de la distribution normale avec pertes totales 69
Tableau 17 Les covariances des paramètres estimés avec la distribution log-normale (pertes totales) 69
Tableau 18 Les covariances des paramètres estimés avec la distribution normale (pertes totales) 70
Tableau 19 Résultats des distributions log-normale et normale (1 donnée aberrante délaissée)... 70
Tableau 20 Les covariances des paramètres estimés avec la distribution log-normale (1 perte aberrante délaissée) 70
Tableau 21 Les covariances des paramètres estimés avec la distribution normale (1 perte aberrante délaissée) 70

1. INTRODUCTION

Depuis la dernière tourmente financière, de nombreuses institutions financières déploient des ressources importantes dans la recherche afin de déterminer de nouvelles techniques de prévention du risque opérationnel. En effet, le comité de Bâle a entamé des travaux importants concernant la règlementation de ce risque inhérent. Les raisons pour lesquelles ces pertes surviennent peuvent être divergentes, mais plusieurs estiment qu'il y a eu un manque accru de contrôles internes, ce qui peut accroître considérablement la probabilité d'occurrence de grandes pertes opérationnelles. D'ailleurs, ce manque de dispositifs de contrôle accompagné d'une faible gouvernance d'entreprise peuvent mener à de la fraude, des exécutions non efficientes de la part des employés et des déviations du code de déontologie de l'institution.

Récemment, le cas médiatique d'une des plus grandes banques de France, la Société Générale, a soulevé de l'inquiétude quant à la gestion du risque opérationnel dans les institutions financières. En fait, M. Kerviel a engendré une perte de 4.9 [1] milliards d'euros initiée sur le marché des contrats à terme. La société générale a agi promptement à la suite de cette annonce; elle s'est notamment engagée à renforcer ses dispositifs de contrôles internes[2]. Pareillement, le cas de M. Madoff a bousculé les marchés financiers. Celui-ci a fraudé des milliers d'investisseurs pour un montant de plus de 64 [3] milliards de dollars US. Ces grands incidents, quoique largement médiatisés, ont démontré qu'il devait y avoir d'importantes mesures à prendre pour sensibiliser les gestionnaires au risque opérationnel.

Le risque de crédit et le risque de marché ont reçu énormément d'attention depuis les dernières années; ainsi, de nombreuses recherches théoriques et appliquées ont alimenté cette littérature. À contrario, le risque opérationnel semble encore tout récent et peu développé bien que les dernières pertes opérationnelles ont reçu suffisamment d'attention de la part du public, des médias et des responsables politique. Considérant l'ampleur probable des pertes opérationnelles, la gestion efficiente du risque opérationnel et le développement d'un système de mesures du risque deviennent nécessaires. Subséquemment, l'adoption d'une pratique plus saine de la gestion du risque opérationnel et la progression des recherches universitaires à ce sujet sont de mises.

[1] http://www.lepoint.fr/economie/affaire-kerviel-la-societe-generale-a-recupere-1-7-milliard-d-euros-10-10-2010-1247254_28.php
[2] http://www.societegenerale.com/vous-etes/journaliste/proces-kerviel
[3] http://www.lesaffaires.com/tag/bernard-madoff/84

L'objectif de ce rapport est d'analyser deux techniques d'évaluation du risque opérationnel. La première technique d'évaluation est d'origine plus pratique et qualitative. Elle consiste en une autoévaluation des risques opérationnels auprès d'une caisse de retraite canadienne. Ainsi, cette partie est réalisée en tant que stage dans une institution financière. Le but de celui-ci est de créer une grille d'évaluation du risque opérationnel qui peut s'appliquer à tous les processus d'affaires internes de la caisse de retraite. D'autre part, la deuxième partie est d'ordre plus théorique et quantitative. Elle consiste en l'estimation d'une Valeur à risque (VaR) sur un échantillon de pertes opérationnelles de plus de 1 million de dollars. Le but est de déterminer une distribution pour la sévérité des pertes opérationnelles qui s'ajuste bien aux données de l'échantillon étudié pour ultérieurement déterminer la VaR à 99.9%. Cette partie est réalisée indépendamment du stage. Néanmoins, elle vient compléter l'analyse du risque opérationnel dans les caisses de retraite, puisque les compagnies sélectionnées dans l'échantillon procèdent aux mêmes types d'activités que ces dernières, soit la gestion d'actifs financiers.

Ce rapport est présenté comme suit. Premièrement, il y a un retour plus précis sur les deux concepts qui sont analysés dans le rapport, soit la grille d'évaluation du risque opérationnel ainsi que la VaR opérationnelle. Deuxièmement, une analyse détaillée des catégories de risques opérationnels auprès de la caisse de retraite étudiée est réalisée. Troisièmement, une brève description de la règlementation déjà mise en place dans les caisses de retraite est exécutée. Quatrièmement, une revue de la littérature est effectuée : tout d'abord sur la réglementation de Bâle II, par la suite sur les méthodes de réalisation d'une grille d'évaluation du risque opérationnel et, finalement, sur la théorie concernant la VaR opérationnelle. Cinquièmement, les données utilisées pour exécuter les deux parties sont présentées et ce chapitre est complété par quelques statistiques descriptives de l'échantillon. Sixièmement, les résultats de la grille d'évaluation et de la VaR opérationnelle sont détaillés et analysés. Le rapport se termine avec quelques recommandations et une conclusion accompagnée d'une brève discussion sur les avenues de recherche possibles sur les deux concepts présentés dans le rapport.

Puisque le rapport comporte deux concepts, soit la grille d'évaluation du risque opérationnel et la VaR opérationnelle, chacun des chapitres renfermera deux parties selon les types d'analyse.

2. DESCRIPTION DES DEUX CONCEPTS

2.1. STAGE DANS UNE CAISSE DE RETRAITE CANADIENNE (PARTIE I)

Le mandat dans cette caisse de retraite canadienne consiste à analyser et documenter le processus de gestion de l'encaisse. Subséquemment, notre équipe devait être en mesure d'évaluer l'efficacité, l'efficience et le risque opérationnel du processus. Pour ce qui est de l'efficacité, nous regardons si les processus alimentent la chaine opérationnelle comme il se doit, c'est-à-dire que toutes les activités ont été accomplies dans l'ordre établi. Du côté de l'efficience, nous regardons, entre autres, les programmes utilisés, les manœuvres manuelles, les emplacements et nous vérifions si les activités sont non seulement pratiquées dans le meilleur délai, mais que la qualité du travail est optimale. Enfin, le risque opérationnel est également examiné pour mesurer, limiter et prévenir les pertes financières que pourraient causer toutes manœuvres de l'encaisse. Suite à nos observations, un inventaire des pistes d'amélioration est réalisé. Par la suite, l'équipe de l'encaisse pourra bénéficier d'un processus cible créé par notre équipe en tenant compte des impacts envisageables sur tous les gens interagissant avec les membres de l'encaisse. Ultérieurement, une priorisation des opportunités d'amélioration sera effectuée par l'équipe et sera sélectionnée avec les employés ciblés dans notre étude. Ensuite, nous élaborerons un plan d'action ayant comme objectif de mettre en œuvre les pistes d'opportunités sélectionnées.

Nous tiendrons également des séances d'observations avec les membres de l'encaisse afin d'évaluer directement l'efficacité, l'efficience et le risque opérationnel du processus. Afin de bien définir nos pistes d'amélioration, nous organiserons des entrevues individuelles avec les gens interagissant directement et indirectement avec les membres de l'encaisse. Finalement, des ateliers de travail seront réalisés pour informer, instrumenter et supporter les employés.

Parallèlement à ce mandat, un approfondissement de l'aspect du risque opérationnel sera réalisé. Tout d'abord, durant les séances d'observation, une identification des risques opérationnels potentiellement nuisibles pour cette firme sera effectuée. Par la suite, une documentation précise de ces risques sera faite. Ainsi, le stage consiste à trouver/sélectionner des indicateurs permettant d'évaluer le risque. D'ailleurs, le groupe de gestion du risque opérationnel a déjà fait l'inventaire de plusieurs indicateurs, mais un assortiment devra être fait afin de s'aligner directement avec l'évaluation des processus d'affaires. Lorsque les méthodes de quantification seront déterminées et expérimentées auprès de l'encaisse, il faudra intégrer ces indicateurs aux différents processus de l'entreprise. À la suite de toutes ces démarches, une grille d'évaluation des risques

opérationnels sera créée permettant ainsi une évaluation facile et efficiente des risques opérationnels dans les processus d'affaires. Finalement, notre équipe pourra bénéficier des instruments mis en place pour évaluer et quantifier les risques opérationnels lors de révision de processus d'affaires.

Sommairement, pour l'équipe dans cette caisse de retraite, l'objectif sera de développer un dispositif de mesure du risque opérationnel. Dans cette étude, la façon la plus simple et gérable dans un délai de temps restreint sera l'utilisation d'indicateurs clés pour permettre à l'équipe d'avoir une méthodologie claire lors d'évaluation du risque opérationnel dans les révisons de processus d'affaires. Cette étude est d'actualité, puisque la dernière crise financière, qui a incontestablement troublé les systèmes financiers mondiaux, a incité les gestionnaires à se documenter davantage sur les méthodes récemment développées pour mesurer le risque opérationnel. Les conséquences seront du moins positives, car cela renforcera la valeur des contrôles internes.

2.2. RECHERCHE ACADÉMIQUE (PARTIE II)

Conjointement à cette étude du risque opérationnel, un côté plus académique a été ajouté. Cette deuxième partie du rapport est indépendante du stage. En fait, cette étude sera réalisée avec la collaboration de Georges Dionne qui a généreusement fourni une base de données comportant des pertes opérationnelles de plus d'un million de dollars. Celle-ci contient plusieurs institutions financières à travers le monde et nous allons concentrer notre étude sur les institutions[4] qui réalisent principalement de la gestion d'actifs. En effet, nous désirons avoir un échantillon qui se rapproche plus particulièrement des activités des caisses de retraite. La base de données a été mise à jour en juin 2011, ainsi nous pourrons faire des statistiques descriptives avec des données récentes, celles datant de la crise financière de 2007-2008 et du début des années 2000. Or, il y aura un approfondissement du risque opérationnel qui consistera en la détermination d'une valeur à risque pour des pertes opérationnelles de plus d'un million dans des institutions similaires aux caisses de retraite. La distribution log-normale sera utilisée pour déterminer le capital règlementaire. C'est une méthode semblable à la LGA (*Loss Distribtion Approach*), qui est citée dans la méthode avancée de Bâle II.

[4] Nous avons exclu les banques de l'échantillon pour nous rapprocher plus particulièrement des activités des caisses de retraite.

Quand bien même les caisses de retraite ne sont pas assujetties à la règlementation de Bâle II, il est possible que cela ne reste pas toujours de la sorte. Certaines recherches commencent déjà à élaborer des plans de régulation des caisses de retraite assurant ainsi des mesures plus sécuritaires afin de protéger le capital à risque des déposants.

3. RISQUES DANS CETTE CAISSE DE RETRAITE CANADIENNE

En 2010, l'institution canadienne étudiée dans le cadre du stage a mis de l'avant un programme de gestion des risques[5] visant à développer des outils plus adaptés ainsi que de mettre en place des mécanismes rigoureux permettant ainsi d'augmenter la capacité d'identifier les risques à travers les secteurs d'affaires, de quantifier les risques et finalement, mettre en place des mesures de gestion pour encadrer tous ces risques. Bien que les risques financiers soient inhérents et regardés de près dans cette entreprise, parce que les gestionnaires doivent continuellement faire face aux risques de liquidité, de crédit, de contreparties et de marché, qu'advient-il du risque opérationnel? Dans le rapport annuel de 2010, cette caisse de retraite s'est engagée à réviser ses indicateurs de risques opérationnels afin de mieux maitriser ce risque. Un étalonnage des pratiques de l'institution a été réalisé durant la dernière année et il y a également eu une analyse des pratiques externes afin d'ajouter de nouveaux indicateurs dans les unités d'affaires de l'institution financière.

Cette caisse de retraite a divisé les risques en trois grandes catégories. Il y a les risques d'affaires, les risques financiers et les risques opérationnels. De ce modèle des risques, nous décortiquerons plus en détail les risques opérationnels. Dans le tableau 1, une liste précise des sous-composantes des trois risques majeurs y est présentée.

Tableau 1 Le modèle des risques dans cette institution

Risque d'affaires	Risque financier	Risque opérationnel
▪ Stratégique ▪ Réputation	▪ Le risque de marché ▪ Le risque de crédit et de contreparties ▪ Le risque de liquidité	▪ Juridique ▪ Conformité ▪ Sinistre ▪ Vol et fraude ▪ Gestion des systèmes ▪ Gestion des processus ▪ Ressources humaines

[5] Rapport annuel 2010

Le risque opérationnel

Selon cette entreprise, le risque opérationnel correspond à « la possibilité de subir une perte financière, directe ou indirecte, à la suite d'une défaillance sur le plan des activités ». Le risque opérationnel est administré et estimé par des techniques d'autoévaluations des risques, de compilation d'incidents et de l'utilisation d'indicateurs de risques.

Risque de gestion des ressources humaines

Le risque inhérent à la gestion des ressources humaines considère des éléments clés à l'exemple du recrutement, la formation des employés, l'encadrement ainsi que l'évaluation du rendement des employés et leur rémunération.

Risque de gestion des processus

Ce risque s'applique principalement aux processus de saisie, de règlement, de suivi des opérations et des erreurs/omissions lors des exécutions de processus. Ce risque peut aussi subvenir lorsque les sous-traitants, les fournisseurs externes et les partenaires d'affaires offrent des services de mauvaise qualité. Des erreurs opérationnelles peuvent notamment entraîner des pertes financières dues à des liquidités non investies ou des règlements en échec.

Risque de gestion des systèmes

Le risque de gestion des systèmes s'observe plus particulièrement auprès des infrastructures technologiques et des systèmes informatiques mis en place dans l'institution. Toute défaillance de ces systèmes peut entrainer des pertes financières importantes.

Risque de vol et fraude

Il s'agit du risque de pertes financières résultant des actes volontaires visant à frauder, détourner des fonds ou s'approprier des actifs de la caisse de retraite ou de ses déposants.

Risque de sinistre

Le risque de sinistre provient principalement de catastrophes naturelles pouvant ainsi immobiliser les activités quotidiennes de la firme causant subséquemment des pertes financières sérieuses.

Risque de conformité

Le risque de conformité découle principalement du risque relié aux manquements des obligations règlementaires, des politiques de cette entreprise financière et toutes déviations du code de déontologie des employés.

Risque juridique

Le risque juridique est lié aux obligations et aux droits aux activités de la caisse de retraite et son cadre législatif. L'aspect important du risque juridique est le respect des lois et des règlements auxquels tous les employés de l'institution financière sont contraints.

4. RÈGLEMENTATION DES CAISSES DE RETRAITE

Pour l'instant, la réglementation des risques est plus stricte envers les banques et les compagnies d'assurances. Pour ce qui est des caisses de retraite, il n'y a pas encore de cadre spécifique auquel elles doivent se conformer. Un article de l'OECD écrit par Fiona Steward (2010) propose un cadre de régulation et de supervision des caisses de retraite privées. Peu de documents ont été écrits sur le sujet jusqu'à maintenant, mais la récente crise financière et les récentes fraudes ont certainement créé un effet de panique auprès des institutions financières. Ainsi, l'auteure stipule que le secteur de retraite devrait se prévaloir d'un cadre plus strict mettant l'emphase sur la surveillance et la culture de gestion, la stratégie et l'évaluation des risques, les systèmes de contrôles, l'information et le « *reporting* ». Selon elle, une régulation basée sur le risque permet aux caisses de retraite plus de liberté quant à leurs choix d'investissement que l'approche basée sur des règles plus strictes même si les superviseurs vont devoir se conformer à certaines limites quantitatives et à des éligibilités distinctes sur certains actifs. Les autorités doivent s'assurer que les caisses de retraite gèrent adéquatement tous les types de risques pouvant impacter sérieusement leurs positions dans certains investissements. En fait, l'importance imminente d'implémenter un système de contrôle des risques provient de la dernière tourmente financière. La plupart des chutes dans les actifs des caisses de retraite auraient pu être évitées s'il y avait eu un encadrement plus rigoureux de la gestion des risques, puisque certains fonds de retraite étaient exposés à des instruments dont le profil de risque n'était pas approprié et dont ils ne connaissaient pas formellement les conséquences. Ainsi, un cadre de gestion des risques est essentiel pour la protection des futurs retraités, mais aussi pour la stabilité du système financier. Cet article de l'OECD est donc un premier pas vers la régulation des caisses de retraite dans le monde.

Le risque opérationnel a reçu une attention plus particulière du à la croissance de la complexité des produits financiers, la dépendance des systèmes automatisés, la communication internet et les arrangements externes. Le risque opérationnel est un risque qui peut être quantifiable et géré comme n'importe quel autre risque. Les caisses de retraite doivent porter une attention toute particulière à ce risque inhérent. Le cadre de gestion du risque opérationnel devrait être établi selon des étapes bien précises. Tout d'abord, nous nous devons d'identifier l'ensemble des procédures des activités de l'entreprise. Ensuite, à partir de ces documents, il faut définir les différents risques opérationnels, les identifier, les estimer, les gérer et finalement les contrôler. Même si l'article de Fiona Steward (2010) effleure le risque opérationnel et propose une

méthodologie, il reste que ce risque n'est pas identifié comme étant le plus important. Il reste encore beaucoup de progrès à faire avant d'avoir des procédures de gestion du risque opérationnel bien définies auprès des caisses de retraite.

5. REVUE DE LA LITTÉRATURE

Puisque le projet supervisé comporte deux concepts, la revue de littérature se divisera en deux parties. Mais avant tout, nous ferons un survol de la théorie proposé par Bâle II pour les banques. Ainsi, un article intéressant de Galloppo et Rogora (2011) nous aidera à identifier les lignes importantes des récentes propositions de Bâle II. Le document tiré du site International Bank of Settlement (BIS) sera aussi couramment cité. Subséquemment, pour la première partie, une revue d'articles portant sur la gestion des risques opérationnels sera effectuée. Plus précisément, sur la détection du risque opérationnel, l'identification et l'atténuation de celui-ci. Ainsi, la méthode des indicateurs de risque opérationnel clés sera détaillée. Peu de recherches ont été faites sur les indicateurs de risques, néanmoins Sergio Scandizzo (2005) a écrit un excellent article sur le sujet. Subséquemment, le premier concept du projet, c'est-à-dire la création de la grille d'évaluation du risque opérationnel pour l'équipe encadrant le stage, a été basée majoritairement sur son travail. La deuxième partie porte sur la détermination des valeurs à risque opérationnel. Ainsi, la littérature nous suggère, entre autres, des propositions importantes quant aux distributions des pertes opérationnelles à sélectionner ainsi qu'aux procédures pour le calcul de la VaR opérationnelle. Subséquemment, la thèse doctorale de Héla Dahen (2006), les articles de Fachot et al. (2003), Dahen, Dionne et Zajdenweber (2010), Coleman (2010), Galloppo et Rogora (2011), et le livre de G. Cruz (2002) seront très informatifs.

5.1. RISQUE OPÉRATIONNEL DANS BÂLE II

L'article de Galloppo et Rogora (2011) résume très bien les différentes approches de mesure du risque opérationnel dans Bâle II. Les trois approches sont récapitulées ci-dessous.

Approche indicatrice de base (AIB)

Les auteurs Galloppo et Rogoro (2011) stipulent que cette approche est de nature élémentaire et qu'elle peut s'appliquer à n'importe quelle banque. Les institutions qui l'utilisent ne se qualifient généralement pas aux autres méthodes ou bien les régulateurs ne les obligent pas à appliquer les autres méthodes plus complexes. L'approche AIB consiste à calculer un pourcentage fixe de capital basé sur une moyenne annuelle positive sur 3 ans du revenu brut (RB).

$$K_{AIB} = [\sum(RB_{1\ldots n} * \alpha)] / n ,$$

où K_{AIB} est le capital requis selon l'approche indicatrice de base et le paramètre α (alpha) désigne un facteur d'échelle. Celui-ci est présentement fixé à 15% (BCBS, 2006). Le paramètre *n* consiste en le nombre d'années où le revenu brut a été comptabilisé pour la moyenne annuelle.

Approche standardisée

Les mêmes auteurs révèlent que l'approche standardisée est plus complexe que l'approche indicatrice de base. Néanmoins, celle-ci reflète mieux les divers profils de risques de l'entreprise selon les secteurs d'activités qu'elle dispose. En fait, les institutions qui désirent utiliser cette méthode se doivent d'identifier leur revenu brut annuel à l'intérieur de huit secteurs d'activités. Le comité de Bâle sur la supervision des banques a établi cette grille indiquant les huit secteurs d'activités avec leur bêta respectif.

Tableau 2 Huit secteurs d'activités avec leur bêta respectif (Galloppo & Rogora, 2011)

Secteurs d'activités	Facteurs bêta β
Finance corporative (β_1)	18%
Ventes et négociations (β_2)	18%
Banque de détail (β_3)	12%
Banque commerciale (β_4)	15%
Paiements et règlements (β_5)	18%
Services d'agences (β_6)	15%
Gestion d'actifs (β_7)	12%
Courtage de détail (β_8)	12%

Chaque secteur possède son propre bêta qui reflète le risque intégré. Le capital requis se calcule comme étant la somme du capital du risque opérationnel de chaque secteur d'activité :

$$K_{AS} = \{\sum_{années\ 1-3} max[\sum(RB_{1-8} * \beta_{1-8}); 0]\}/3 ,$$

où K_{AS} est le capital requis selon l'approche standardisée, *RB* est le revenu brut pour chacune des catégories et β_{1-8} sont les facteurs bêta énumérés ci-haut. Cette méthode assume implicitement que les pertes agrégées sont parfaitement corrélées.

Approche de mesure interne

Les auteurs Galloppo et Rogora (2011) nous décrivent la méthode interne comme étant une approche avancée. Elle consiste en une méthode de calculs propres à l'entreprise combinée avec une autoévaluation des risques opérationnels afin de déterminer le capital requis pour couvrir les pertes potentielles. Dans cette catégorie, la méthodologie la plus utilisée est l'approche de répartition[6] des pertes. L'institution doit modéliser la sévérité des pertes séparément de la fréquence des pertes opérationnelles. Pour assurer que le modèle soit valable, il est fortement conseillé d'ajouter des données à l'échantillon de pertes opérationnelles à partir de simulations Monte-Carlo ou d'autres méthodes statistiques pour agréger la distribution de pertes. Selon la méthode de répartition des pertes, les pertes agrégées sont naturellement définies comme étant la somme de pertes individuelles.

Une partie du projet supervisé sera basée sur une méthode similaire à l'approche avancée. Ultérieurement, une description d'une technique de VaR opérationnelle sera faite et une portion de la méthodologie proposée par les spécialistes du risque sera appliquée au projet. Subséquemment, dans la partie I, nous faisons en quelque sorte une autoévaluation des risques avec l'utilisation de la grille d'évaluation du risque opérationnel qui est pareillement proposée par le comité. Le projet sera également complété avec une méthode quantitative qu'est la VaR opérationnelle. Les suggestions de Bâle pour les banques seront donc considérées pour les caisses de retraite dans ce travail de maîtrise.

5.2. PARTIE I : CALCUL DU RISQUE OPÉRATIONNEL À PARTIR D'INDICATEURS DE RISQUE CLÉS

Pour l'instant, peu de chercheurs ont analysé la quantification du risque à partir d'indicateurs de risque clés ; conséquemment, il y a peu de guidance pour les gestionnaires. De plus, la cartographie des risques opérationnels n'est pas une tâche facile, car les risques peuvent varier selon les départements et ils ne reflètent pas nécessairement la littérature. Sergio Scandizzo (2005) nous présente quelques dimensions du risque opérationnel que nous pouvons rencontrer dans les entreprises :

[6] Loss distribution approach (LDA)

Tableau 3 Dimensions du risque opérationnel

Dimensions	
Ressources humaines	Les processus sont influencés par des employés, qui eux, s'adaptent, réagissent et improvisent selon différentes situations.
Spécialisation du travail	Puisque les tâches sont très variées à travers les processus de l'entreprise, lors d'absentéisme où de rotation des employés, il y a de fortes probabilités que cela engendre des pertes opérationnelles.
Processus	Les processus changent à travers le temps et la cartographie devient obsolète rapidement.

La cartographie est un outil par lequel les expositions aux risques sont liées adéquatement aux activités des processus d'affaires. Celle-ci permettra d'évaluer les causes de défaillances opérationnelles de même que de rattacher les conséquences des pertes financières aux parties concernées de l'organisation d'où provient le problème originairement. L'essentiel de la cartographie du risque opérationnel gravite autour de cette question fondamentale : « What can go wrong ». Elle peut uniquement se répondre en réalisant une analyse précise des processus d'affaires de l'entreprise. L'équipe où le stage a été réalisé fait, entre autres, de la cartographie de processus. C'est pourquoi une méthode comme celle-ci peut s'appliquer aisément auprès de ces employés. Comme il a été mentionné antérieurement, l'équipe identifie, à travers les observations, les entrevues et les rencontres, les risques opérationnels potentiels dans les processus. La cartographie précise des risques de cette caisse de retraite s'effectue, quant à elle, directement au département de la gestion des risques, cependant la communication entre l'équipe d'optimisation des processus d'affaire et celle de la gestion du risque opérationnel est primordiale.

Scandizzo (2005) suggère de nous poser les questions suivantes lorsque nous tentons d'identifier les risques et de les cartographier :

(i) Quelles ressources ont échoué; est-ce celles des personnes, du processus ou du système;
(ii) De quelles unités de l'organisation provient cet échec et qui est impacté;
(iii) Quel est l'impact de l'échec?
(iv) Existe-t-il des contrôles?
(v) Quelle est l'exposition au risque; les probabilités et les impacts.

En fait, lors de révision de processus que l'équipe effectue, ces questions ressources sont en majorité explorées. Or, les membres de l'équipe de cet été ont fortement appuyé le projet, puisqu'une grille d'évaluation du risque opérationnel leur permettra de sommairement quantifier ce risque. Sans nécessairement être des spécialistes du risque, ils participent directement et indirectement au progrès dans la gestion du risque opérationnel.

Méthode par carte de pointage

Une partie intégrante du projet supervisé est de déterminer des indicateurs de risque opérationnel pour quantifier et qualifier le risque. Peu de recherches ont été produites jusqu'à maintenant. Le comité de Bâle sur la supervision des banques a mis à jour un document sur les principes pour une gestion saine du risque opérationnel. Dans cette révision, il on mit l'emphase sur des principes tels que l'importance première de bien identifier les risques dans les secteurs d'activité de l'entreprise. Suite à l'évaluation des divers risques, la mitigation du risque et les contrôles internes sont primordiaux. (BCBS, 2011) Deux de ces principes se lisent comme suit :

« Principle 6: Senior management should ensure the identification and assessment of the operational risk inherent in all material products, activities, processes and systems to make sure the inherent risks and incentives are well understood. » (BCBS, 2011)

« Principle 7: Senior management should ensure that there is an approval process for all new products, activities, processes and systems that fully assesses operational risk. » (BCBS, 2011)

Scandizzo (2005) décrit, quant à lui, une méthodologie pour cartographier le risque opérationnel avec l'objectif d'identifier les risques dans les différentes étapes des processus d'affaires. Il démontre la façon de procéder pour sélectionner des indicateurs clés afin d'estimer la probabilité d'occurrence et la gravité du risque opérationnel. Pour chacun des processus, il propose d'apporter les contrôles nécessaires pour chacune des activités impliquées. Pour terminer, il élabore sur l'information que l'on peut retirer des indicateurs pour déterminer le profil de risque des lignes d'affaires de l'entreprise.

L'auteur Marcelo G. Cruz (2002), dans son livre *Modeling, measuring and hedging operational risk*, soutient que de savoir précisément où se produisent les erreurs et la façon dont elles se sont créées, sans nécessairement connaitre le nombre exact de pertes, donne nécessairement quelques

indices sur le profil de risque de l'entreprise. C'est pourquoi l'utilisation d'indicateurs de risque peut aider à situer ces risques dans l'entreprise et ainsi aider les cadres dans leur mise en place d'une saine gestion des risques. Ainsi, dans le projet, les indicateurs de risque ont été analysés et sélectionnés attentivement afin de mieux déterminer les endroits probables pouvant être la cause de certains risques et la façon dont certaines erreurs peuvent se produire dans les différents processus observés. En référence aux analyses, les conseillers en processus étalent des recommandations sur différentes observations, qui incluent notamment des mesures pour atténuer et contrôler le risque opérationnel. Nous pouvons prendre comme exemple l'automatisation de certains processus pour éviter la saisie manuelle.

Par surcroît, une façon de procéder, selon Scandizzo (2005), serait de cartographier les risques à chacune des phases d'une activité et essayer d'identifier les indicateurs de facteurs de risques et les inducteurs dans le processus. Cette procédure est, du moins qualitative, mais d'une nature particulièrement riche, car elle donne des indications claires sur les parties du processus dans lesquelles les cadres doivent mettre l'accent. En outre, cela permet d'identifier les indicateurs qui sont les plus pertinents pour chacune des expositions au risque.

Scandizzo (2005) stipule que le rôle des indicateurs de risque est très approprié lors de contrôle et d'analyse prospective. Un indicateur de risque est une variable opérationnelle ou financière qui fournit une base simple nous permettant ainsi de calculer la probabilité et la gravité de chacun des événements de risques opérationnels. Les indicateurs peuvent être des variables spécifiques de causalité ou être simplement des proxys pour des conducteurs de risque et les pertes liées au risque opérationnel. En outre, ils peuvent être parfaitement objectifs ou subjectifs, tout dépendant du risque à évaluer et de l'indicateur utilisé. Il s'en suit que les indicateurs doivent être fréquemment revus afin d'éliminer ceux qui deviennent désuets ou redondants et de procéder au développement de nouveaux indicateurs en fonction de l'évolution du risque opérationnel et l'environnement de contrôle.

Puisque plusieurs variables financières et opérationnelles peuvent être utilisées comme indicateur de risque, les KRIs forment un ensemble hétérogène. En fait, deux classifications mettent l'accent sur les aspects des KRIs et les expositions aux risques opérationnels, soit la probabilité et la gravité (Scandizzo, 2005).

- Les indicateurs descriptifs sont des variables qui donnent de l'information dimensionnelle, telle que la grandeur, le volume et les montants et peuvent être liés entre autres aux impacts dus aux pertes opérationnelles.
- Les indicateurs de performance sont généralement reliés aux sorties du processus d'affaires et donne une indication claire sur la façon dont le processus fonctionne. Subséquemment, ils peuvent être reliés aux problèmes du processus et peuvent être utilisés comme indicateurs de la probabilité d'occurrence d'une perte opérationnelle.
- Les indicateurs de contrôle sont reliés aux mécanismes de gestion et représentent les variables que les gestionnaires vont principalement contrôler. Leurs caractéristiques principales sont la façon dont les gestionnaires peuvent prédire leur évolution et ainsi peuvent davantage contrôler leur environnement.

Selon le même auteur, il y a deux façons de percevoir les indicateurs clés du risque opérationnel. Tout d'abord, ils peuvent être considérés comme des variables de gestion desquels il est possible d'adresser le risque et alerter les gens concernés lors d'expositions aux risques élevées. D'autre part, ils peuvent être utilisés comme étant un système procurant une image globale de l'exposition aux risques opérationnels de l'entreprise. Les indicateurs de risques ne doivent pas être simplement identifiés, réunis et analysés, mais doivent être correctement quantifiés, agrégés et comparés. Ainsi, ils devraient couvrir tous les risques de l'entreprise et donner une vue balancée de toutes les phases clés de chaque processus. De la sorte, une façon organisée de structurer les risques opérationnels de l'entreprise est l'utilisation d'un tableau de bord. L'information condensée dans cette fiche permet une représentation compréhensive du profil de risque de l'entreprise et de chaque unité d'affaires. Le tableau de bord est organisé selon les types de conducteurs de risques et contient, entre autres, les indicateurs de risque, les pertes opérationnelles ainsi que de l'information qualitative qui reflète les améliorations auprès de l'environnement de contrôle de l'entreprise et permet de réduire la fréquence et la gravité des futures pertes opérationnelles.

En somme, Scandizzo (2005) a particulièrement mis l'accent sur les concepts de cartographie du risque et l'utilisation des indicateurs de risques dans la gestion du risque opérationnel. Depuis les récentes pressions causées par les régulateurs pour renforcer le contrôle du risque, le besoin d'identifier, documenter et gérer le risque est devenu une préoccupation majeure pour les gestionnaires. Parmi les indicateurs de risque, les KRIs ont un avantage clair, car ils peuvent être perçus comme étant prospectifs. Ainsi, l'utilisation des KRIs et du tableau de bord sera efficiente

seulement s'il y a une entière coopération de la part des employés et des gestionnaires concernés. Ainsi, ce document sera la référence première pour la grille d'évaluation du risque opérationnel. Les étapes, les exemples cités dans l'article et la méthodologie proposée sont tout simplement adéquats pour le projet supervisé.

5.3. PARTIE II : DISTRIBUTION DES PERTES OPÉRATIONNELLES

L'approche typique est la répartition des pertes comme mentionnée antérieurement dans la méthode proposée par le comité de Bâle. Cette approche interne consiste à utiliser une base de données de pertes opérationnelles et de classer les différents événements de pertes. À partir de ces données, il est possible de bâtir deux distributions, soit une pour la fréquence des pertes et l'autre sur la sévérité des pertes opérationnelles. Les événements doivent être divisés selon les différents secteurs d'activité de l'institution financière. Pour le projet supervisé, une seule distribution sera analysée. Les pertes totales seront considérées et il y aura une estimation des paramètres d'une distribution de sévérité des pertes opérationnelles pour ainsi trouver les valeurs à risque de notre échantillon.

Dahen, Dionne et Zajdenweber (2010) ont utilisé 52 pertes opérationnelles de 1 million et plus d'une banque américaine afin de calculer les probabilités d'occurrence des pertes extrêmes. Avec les résultats obtenus, ils ont calculé la prime d'assurance que cette banque devrait débourser pour construire ses pertes externes. La base de données comprend les montants des pertes, le type de risque opérationnel, le secteur d'activités et de l'information spécifique sur la firme ayant subi des pertes. Les auteurs mentionnent que la distribution des pertes opérationnelles est asymétrique ayant une queue de distribution étalée vers la droite. La taille des pertes extrêmes est caractérisée par un coefficient d'aplatissement très élevé. Pour ces chercheurs, ce résultat n'est pas surprenant puisque les événements de pertes opérationnelles sont plutôt aléatoires sans échelle intrinsèque.

Rodney Coleman (2010) soutient également que les pertes ne sont pas gaussiennes, ainsi la distribution ne doit pas comporter de côté négatif. Une distribution normale tronquée quant à elle ne donne pas assez de probabilité à la queue de distribution. La distribution log-normale a été utilisée largement dans la théorie économétrique et la distribution Weibull (décrite ultérieurement), pour sa fiabilité en modélisation. Dans son livre, l'auteur Marcelo G. Cruz (2002) a insisté sur le fait qu'il est primordial de bien comprendre le comportement de la queue de distribution. Dans le cas des pertes opérationnelles, il faut des distributions qui possèdent une

queue de distribution plus épaisse afin de capter les extrêmes. Malgré le fait que les pertes opérationnelles ne sont pas gaussiennes, la distribution normale est celle qui est la plus utilisée pour les applications de marché, notamment pour la gestion du risque de marché. La distribution log-normale suit l'idée qu'une distribution normale peut être transformée. Comme mentionné dans ce même livre, il y a un nombre de θ tels que Z = log(X- θ) est distribué normalement ; cette distribution est la log-normale. Elle possède des paramètres facilement estimables.

Galloppo et Rogora (2011) ont identifié les distributions potentiellement adéquates pour modéliser la gravité des pertes. Les voici énumérées ci-dessous.

La distribution log-normale :

$$f(x_i;\mu,\sigma) = \frac{1}{x\sigma\sqrt{2\pi}} e^{\left[-\frac{\frac{1}{2}(\log(x)-\mu)}{\sigma}\right]^2} \quad \forall\, x \in R_+, \sigma > 0, \mu \geq 0\ .$$

La distribution de Pareto :

$$f(x_i;a,b) = \frac{ab^a}{x^{a+1}} \quad \forall\, x \geq b, a > 0, b > 0\ .$$

La distribution Weibull :

$$f(x_i;\alpha,\beta) = \frac{\alpha}{\beta} \times \left(\frac{x}{\beta}\right)^{\alpha-1} \ e^{-\left(\frac{x}{\beta}\right)^{\alpha}} \forall\, x \in R_+, \beta > 0, \alpha \geq 0\ .$$

La distribution exponentielle :

$$h(x) = \frac{1}{\lambda}\exp\left(-\frac{x}{\lambda}\right) I_{[0,\infty]}(x) \quad \lambda > 0\ .$$

La distribution Gamma :

$$h(x) = \frac{1}{\lambda^{\alpha}\beta(\alpha)} x^{\alpha-1}\exp\left(-\frac{x}{\lambda}\right) I_{[0,\infty]}(x) \quad \lambda > 0, \alpha > 0,$$

$$\beta(\alpha) = \int_0^{\infty} t^{\alpha-1}\ e^{-t} dt\ .$$

Marcelo G. Cruz (2002) a lui-même testé quelques-unes de ces fonctions. Il a utilisé trois fonctions, soit l'exponentielle, la Weibull et la Pareto. Il conclut qu'aucun des modèles n'a

prouvé un bon ajustement des données extrêmes. Il suggère de travailler avec des distributions qui traitent plus facilement les événements extrêmes.

Afin de voir si la distribution sélectionnée s'ajuste bien aux données, Marcelo G. Cruz (2002) a proposé un test d'ajustement de la distribution, soit le test Kolmogorov-Smirnov (KS). Cela permet de vérifier la différence de l'ajustement entre la distribution empirique et celle qui a été estimée par la méthode de maximum de vraisemblance (MLE)[7] par exemple. Avant d'effectuer ce test, les paramètres doivent être estimés pour la distribution. Le test se présente ainsi :

$$D_n = \max[|F_n(x) - F(x)|] ,$$
$$F_n(p_{k,n}) = \frac{n-k+0.5}{n} ,$$

où D_n est la distance KS, n est le nombre de points de données, k est le rang des points de données (maximum 1) et $F(x)$ est la distribution de la distribution ajustée aux données.

Frachot et al. (2003) ont plutôt insisté sur l'importance de bien spécifier des biais. Les biais sont particulièrement problématiques lors de modélisation, mais une façon de les surmonter est par la bonne utilisation de la méthode de maximum vraisemblance pour estimer les paramètres, ce que la majorité des auteurs cités utilisent.

Dès que les distributions de sévérité et de fréquence sont déterminées, il est possible de calculer le capital opérationnel requis. En fait, Marcelo G. Cruz (2002) et Frachot et al. (2003) suggèrent des méthodes de simulations pour agréger les deux distributions. Ainsi, il est possible de calculer le capital qui est établi à 99.9% percentile de la distribution de perte (OpVaR) :

$$\Pr\{L > OpVaR\} = 0.1\% ,$$

où L représente les pertes opérationnelles agrégées. En fait, le seuil va grandement influencer le capital requis, puisque celui-ci est intégré dans le calcul du capital. Frachot et al. (2003) spécifient que l'exactitude du capital requis dépend également des paramètres estimés à partir des distributions de fréquence et de sévérité. Les auteurs soutiennent qu'en pratique, ils simulent des

[7] Maximum Likelihood Estimators

sentiers de fréquence et de sévérité des paramètres pour ainsi estimer les distributions sélectionnées. Pour chaque sentier, un capital requis est calculé et ils obtiennent éventuellement la distribution de probabilités. Pour ce qui est de l'ajustement des données, Fachot et al (2003) soutiennent que si les la communauté OpRisk se commet à utiliser un seul ensemble de distributions, soit la distribution Poisson pour la fréquence et la distribution log-normale pour la sévérité, il serait beaucoup plus facile de faire des comparaisons entre le capital requis des banques. Ils soutiennent que le bénéfice de cette homogénéité surpasse largement la perte d'exactitude due à l'utilisation d'un *one-size-fits-all distributions*.

Dans le cadre de l'étude, la distribution log-normale sera préférée aux autres pour sa modélisation simple et rapide. Même si la distribution possède seulement deux paramètres et qu'elle sous-estime quelque peu la VaR opérationnelle (Dahen & Dionne, 2007), elle reste une bonne approximation. Tout d'abord, voici un sommaire des caractéristiques des fonctions de densités et cumulatives de la distribution log-normale :

$$f(x;\ \mu,\sigma) = \frac{1}{x\sigma\sqrt{2\pi}} \times e^{\left(-\frac{z^2}{2}\right)}, \qquad x > 0$$

$$F(x;\mu,\sigma) = \ \Phi(z)\ ,$$

où : $z = \frac{\log(x)-\mu}{\sigma}$.

Dans la base de données de 52 pertes opérationnelles d'une banque américaine, Dahen, Dionne et Zajdenweber (2010) ont, tout comme notre base de données, un seuil de collecte de 1 $ million USD. Pour bien représenter la fonction tronquée, il faut appliquer le seuil x_0 de 1 M. Ainsi, chaque perte x se doit d'excéder le seuil x_0 de 1 M dans la base de données.

Ainsi, ils établissent une loi log-normale conditionnelle :

$$f(x;\ \mu,\sigma|x \geq x_0) = \frac{f(x;\ \mu,\sigma)}{1-F(x_0;\ \mu,\sigma)}\ pour\ x \geq x_0\ ,$$
$$F(x;\ \mu,\sigma|x \geq x_0) = \frac{F(x;\ \mu,\sigma)-F(x_0;\mu,\sigma)}{1-F(x_0;\ \mu,\sigma)}\ pour\ x \geq x_0\ .$$

Subséquemment, ils estiment les paramètres à partir de la méthode de maximum vraisemblance.

Les solutions optimales de μ_{EMV} et σ_{EMV} se résolvent ainsi :

$$L(x_i;\ \mu,\sigma) = \sum_{i=1}^{n} Log(f(\ x_i;\ \mu,\sigma)) - nLog\big(1 - F(x_0;\ \mu,\sigma)\big).$$

La méthode de maximum de vraisemblance sera également utilisée dans notre étude.

En conclusion, Coleman (2010) nous témoigne qu'il n'y a pas de méthodologie précise en soi qui nous assure une réponse précise. Ainsi, il existe une multitude d'approches ; elles peuvent être qualitatives comme quantitatives. La quantité de données de pertes reste tout de même essentielle pour une modélisation fiable et précise (BCBS, 2011), sinon le capital peut être sous/surévalué. De plus, il faut plusieurs périodes pour accumuler cette base de données afin d'effectuer des calculs statistiques fiables. Néanmoins, il est possible d'agencer des données externes à la base de données interne pour mieux évaluer les probabilités de pertes extrêmes (Dahen, La Quantification du Risque Opérationnel des Institutions Bancaires, Thèse de Doctorat , 2006). Malgré les nombreuses approches apportées par de nombreux chercheurs, celle de la répartition des pertes demeure de loin la plus populaire (Galloppo & Rogora, 2011).

6. DONNÉES

6.1. GRILLE D'ÉVALUATION

Afin de bâtir la grille d'évaluation du risque opérationnel pour l'équipe, il a fallu suivre un cadre déjà établi du groupe de gestion du risque opérationnel. Ainsi, les risques ont dû être divisés en sept catégories. La catégorie des ressources humaines, qui a été subdivisée en quatre, soit la rétention, la relève, la quantité et la qualification. Ensuite, la catégorie de la gestion des processus divisée en quatre, soit les procédures opérationnelles, les processus, les erreurs humaines et la gestion des données et de la documentation. Le risque de gestion des systèmes, quant à lui, a été fractionné en trois, soit systèmes/interfaces/applications, sécurité et quantité. Une catégorie « autre » a été créée afin d'introduire les quatre derniers grands risques opérationnels de la caisse de retraite. Enfin, celle-ci comporte le risque de vol et fraude, le risque juridique, le risque de conformité et le risque de sinistre. Pour catégoriser les risques, le rapport annuel de 2010 a été utilisé.

De plus, quelques rencontres ont été effectuées avec les intervenants du groupe de gestion du risque de l'entreprise. Une liste d'indicateurs de risques clés a aussi été fournie, mais peu d'entre eux ont été sélectionnés. La grille d'évaluation doit comporter des indicateurs qui permettent une évaluation globale du risque opérationnel et qui peuvent s'appliquer à n'importe quel processus d'affaires, donc la plupart des indicateurs ont été créés dans la mesure où ils comblent tous les risques opérationnels présents dans les processus d'affaires et que les besoins de l'équipe soient comblés.

6.2. BASE DE DONNÉES POUR ESTIMER LA VALEUR À RISQUE OPÉRATIONNELLE

Description des données

Pour effectuer l'estimation des paramètres, la base de données Algo OpData sera utilisée. Cette base de données provient du fournisseur Algorithmics. Elle compile des pertes opérationnelles de 1 million et plus provenant de différentes compagnies à travers le monde. Cette base de données a été tout récemment mises à jour. Ainsi nous avons des pertes sur une période de près de quarante ans, soit de 1972-2011. En ayant des données sur cette longue période, nous pouvons capter la crise financière du début des années 2000 et celle de 2007-2008.

Dans le cadre du projet supervisé, les données utilisées proviendront uniquement du secteur d'activité « Gestion d'actifs ». Or, l'intention est de capturer les compagnies financières ayant des activités semblables à celles des caisses de retraite.

La base de données contient les types d'événements de pertes. En d'autres termes, les pertes sont réparties selon différents événements. Les types d'événements ont été détaillés suivant trois niveaux. Voici détaillé ci-dessous le niveau I :

- Perturbation des affaires et échecs des systèmes
- Pratiques d'emploi et sécurité au travail
- Livraison exécution et gestion des processus
- Produits clients et pratiques commerciales
- Livraison exécution et gestion des processus
- Produits clients et pratiques commerciales
- Fraude externe
- Fraude interne

Dans le calcul de la VaR opérationnelle, nous fusionnons tous les types d'événements de pertes ensemble. Algo OpData nous informe également des compagnies impactées par les pertes. Puisque toutes ces pertes ont été médiatisées, il est possible de divulguer le nom des personnes ayant causé la perte opérationnelle. De plus, nous détenons l'information sur la filiale qui a subi directement la perte. Dans le cadre de l'étude, nous tenons compte des filiales. Pour chacune des pertes, nous avons de la documentation précise sur la façon dont la perte a été réalisée. Algo OpData nous donne le montant de la perte en devise, en dollar américain et finalement en dollar USD ajusté à l'inflation. La valeur courante des pertes est actualisée avec l'indice économique le CPI en date du 30 juin 2011. Dans ce projet, la valeur actualisée avec l'indice économique sera utilisée. Pour chacune des pertes, nous avons la date de règlement (jour/mois/année). Les pertes sont également réparties selon les unités d'affaires concernées. Ainsi, nous avons neuf unités dans la base : services d'agence, gestion d'actifs, banques commerciales, finance d'entreprise, paiement et règlement, banques de détail, courtage de détail, négociation et vente, autres. Dans notre étude, nous considérerons seulement la gestion d'actifs pour représenter les activités principales des caisses de retraite. Algo OpData a également identifié les secteurs/industries concernés par les pertes. Dans cette base, nous avons 9 secteurs : mines, carrières et extraction de pétrole et de gaz, fabrication, transport et entreposage, financière et des assurances, immobilier,

location et location à bail, services professionnels, scientifiques et techniques, gestion des sociétés et d'entreprises, autres services (sauf administration publique) et administration publique. Les pertes survenues dans tous les secteurs seront considérées. Dans la base de données, nous avons sept zones géographiques : l'Asie, les Caraïbes, l'Amérique centrale et Sud, l'Europe, le Moyen-Orient et Afrique, l'Amérique du Nord et l'Océanie.

Statistiques sur la base de données

Tableau 4 Fréquence des pertes pour chacune des catégories

Type d'événement	Fréquence des pertes	%
Produits clients et Pratiques commerciales	294	39.78
Fraude externe	54	7.31
Fraude interne	345	46.68
Autre[8]	46	6.22
Total	739	100

Nous pouvons remarquer que la catégorie fraude interne constitue approximativement 47 % de notre échantillon. Subséquemment, c'est un risque important que les institutions financières ne doivent pas prendre à la légère. Il y a également la catégorie « produits clients et pratiques commerciales » qui occupe une grande proportion de l'échantillon, soit près de 40 %.

Tableau 5 Fréquence des pertes pour chacun des pays

Lieu	Fréquence des pertes	%
Asie	30	4.06
Europe	121	16.37
Amérique du Nord	545	73.75
Océanie	21	2.84
Autres[9]	22	2.98
Total	739	100

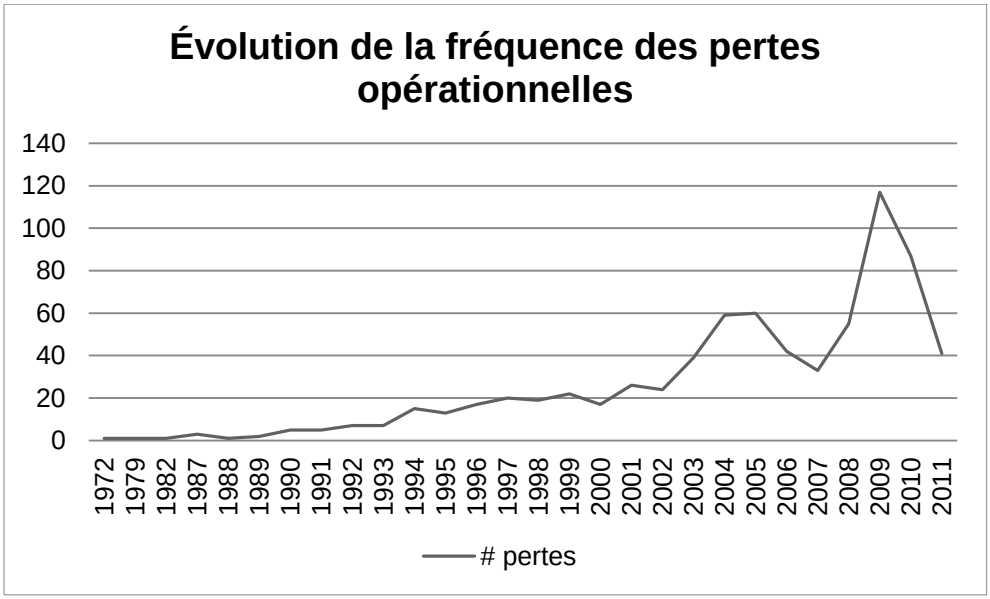
[8] *Perturbation des affaires et échecs des systèmes, Pratiques d'emploi et sécurité au travail, Livraison exécution et gestion des processus*

[9] *Les Caraïbes, l'Amérique centrale et Sud, le Moyen-Orient et l'Afrique*

Les grandes pertes opérationnelles proviennent principalement de l'Amérique du Nord avec 74 % suivie par l'Europe avec 16 %. Il y a encore peu de données sur l'Asie, l'Océanie et la catégorie autres.

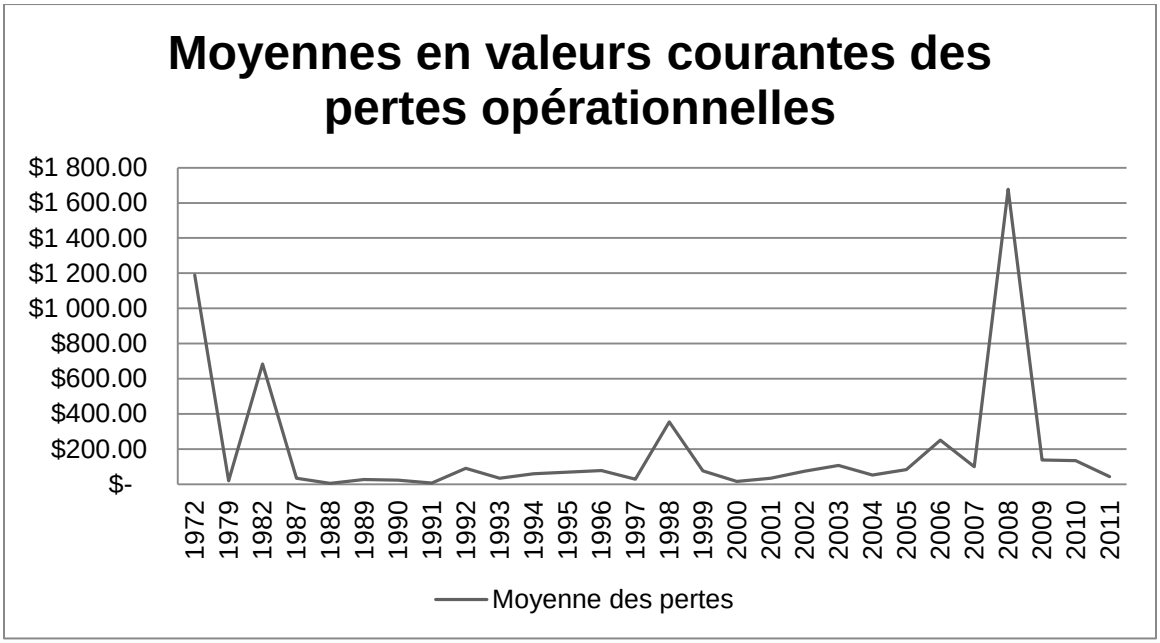
Voici ci-dessous un graphique représentant l'évolution de la fréquence des pertes opérationnelles dans le temps (Figure 1). Le graphique présente une pente croissante lors des années 1972-2005, donc plus de pertes opérationnelles médiatisées avec les années. À la suite de la bulle technologique du début des années 2000, il y a eu un accroissement plus prononcé de la fréquence de pertes, mais cela sur une courte période, puisqu'en 2006-2007, il y a eu une chute de la fréquence de pertes médiatisées jusqu'en 2008. Une montée fulgurante de fréquence de pertes opérationnelles se fait voir après cette petite période de décroissance. Ainsi, la crise financière de 2008 à une incidence importante sur la détection de pertes opérationnelles dans le milieu financier. Un manque de liquidité dans le marché a probablement favorisé la détection de grandes pertes opérationnelles. Nous pouvons notamment penser aux pertes liées aux pyramides de Ponzi récemment médiatisées et qui sont plus facilement détectables lors de crise. Par la suite, il y a eu une chute de la fréquence des pertes suivant cette période de crise. Le marché a subi quelques règlementations, ce qui a probablement eu un impact favorable sur la gestion du risque opérationnel. Ce qui est également intéressant de voir dans le graphique, c'est que le maximum de nombre de pertes est toujours détecté 2-3 années après le début de la crise.

Figure 1 Évolution de la fréquence des pertes opérationnelles



Subséquemment, nous avons un graphique démontrant les moyennes en valeurs courantes des pertes opérationnelles (Figure 2). Il y a quelques endroits où les montants moyens des pertes sont très élevés relativement aux autres. En 1972, il y a eu une perte opérationnelle de 1 190 $ million. Celle-ci découle d'un détournement de fonds de fonds mutuels réalisés par le président de la compagnie. En 1982, il y a eu une perte de 683 $ millions provenant également de fraude interne. Cette perte découle de fraude interne puisque cette société gouvernementale reportait de faux ratios de solvabilité. En 1998, une compagnie surexposée au risque souverain, à la dette, à la volatilité et à la liquidité a réalisé une perte de 6 071 $ millions. Cette perte provient du fait que les cadres n'ont pas été en mesure d'implémenter une saine stratégie de gestion des risques et de proprement exécuter des tests de tension. En 2006, une perte de 6 683 $ millions a été réalisée par un fond de couverture qui a adopté de mauvaises pratiques d'affaires en manipulant le marché financier. Finalement, en 2008, une perte énorme de 69 791 $ millions a été produite par la compagnie Bernard Madoff Investment Services LLC. Celle-ci découle d'une fraude interne, plus précisément de manipulation des rendements à partir de pyramides de Ponzi, ce qui a fait perde aux investisseurs au moins 50 $ milliard. Ce fut la plus grande perte réalisée à Wall Street; elle a été par la suite estimée à 65 $ millions. M. Madoff a récolté une peine d'emprisonnement de 150 ans, soit le maximum pour ce type de crime.

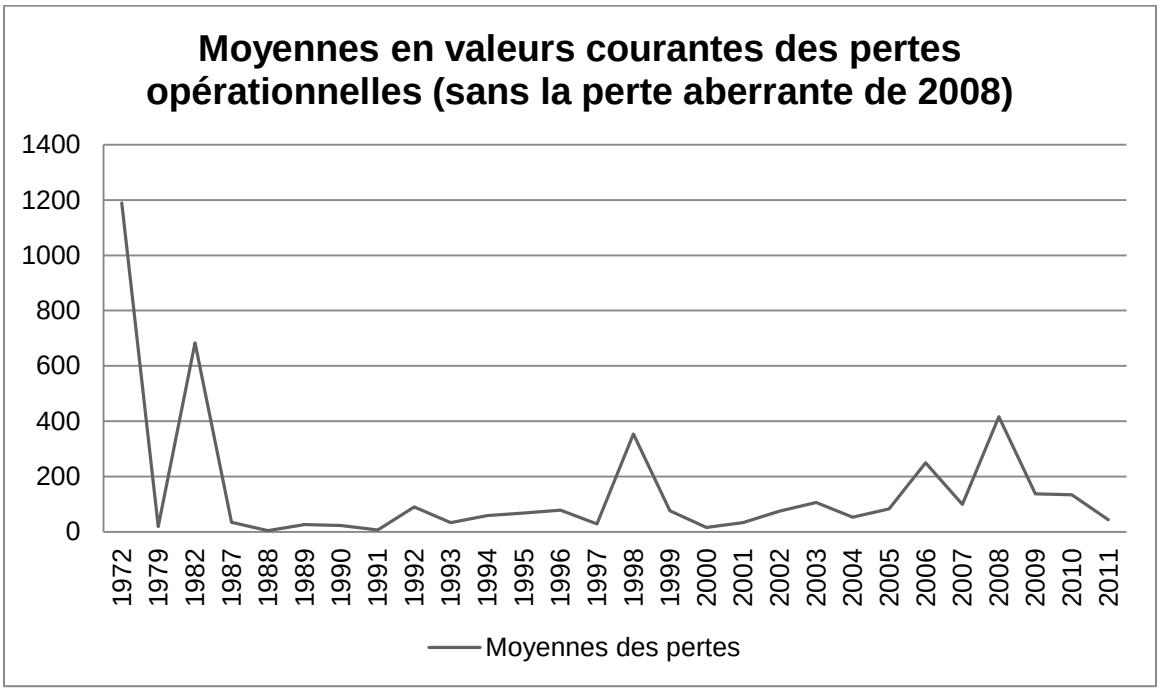
Figure 2 Moyennes en valeurs courantes des pertes opérationnelles ($ millions)



Outre ces pertes extrêmes, les moyennes se tiennent en deçà de 200 $ millions. Il faut tout de même noter que la moyenne est influencée par la fréquence. Ainsi, en 1972 et en 1982, les

moyennes sont élevées puisqu'une seule perte opérationnelle a été enregistrée pour chacune des dates. Dans la figure 3, nous avons l'évolution des pertes moyennes, mais cette fois-ci la perte aberrante de 2008 a été retirée.

Figure 3 Moyennes en valeurs courantes des pertes opérationnelles ($ millions) sans la perte aberrante de 2008



Lorsque nous éliminons la perte actualisée de 70 milliards de dollars de M. Madoff, la moyenne des pertes opérationnelles, qui se situait à 1677.95 millions de dollars, chute dramatiquement à 416.61 millions de dollars. Malgré la suppression de la grande perte en provenance de fraude pyramidale, il reste tout de même que 2008 fut une année où de nombreuses pertes opérationnelles furent discernées dans le marché.

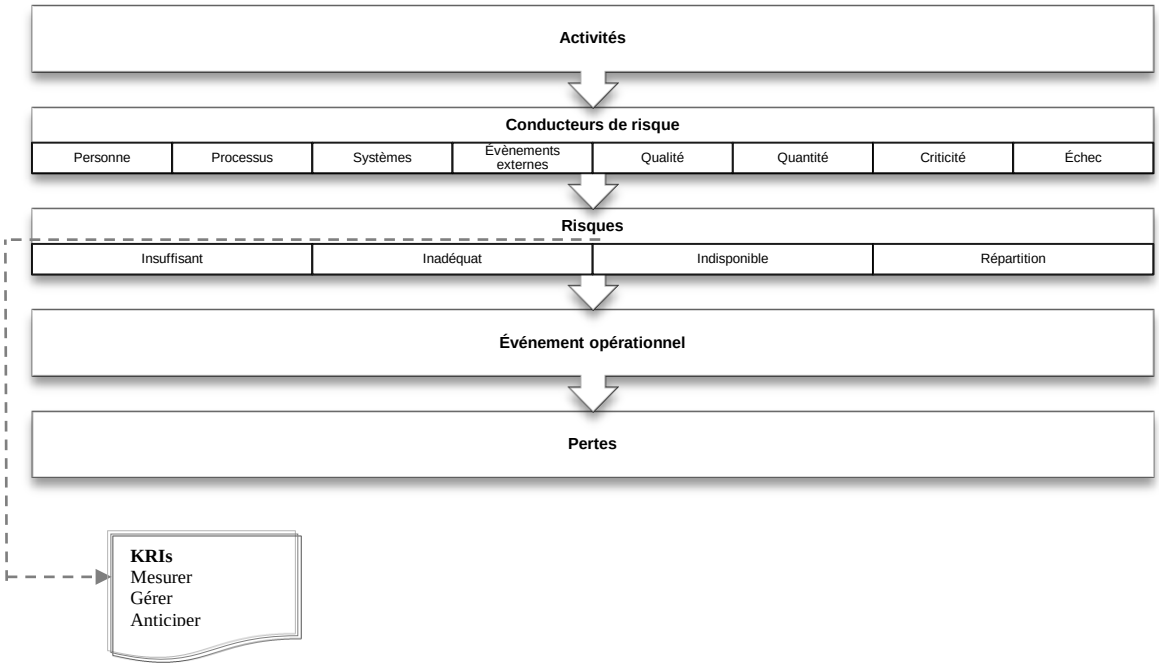
7. MÉTHODOLOGIE

7.1. GRILLE D'ÉVALUATION DU RISQUE OPÉRATIONNEL

La création de la grille d'évaluation du risque opérationnel a été faite à partir d'indicateurs de risques clés et de questions qualitatives. Cette méthode a été basée sur le travail de Sergio Scandizzo (2005) qui est une référence pour l'utilisation d'indicateurs pour quantifier le risque opérationnel. Étant donné que cette méthode est toute récente, peu de références ont pu être utilisées. L'institut du risque opérationnel (2010) a également publié un rapport intéressant sur les indicateurs de risque clé auquel ce projet a pris appui. D'autres ouvrages, notamment Immaneni et al. (2004), Davies et al. (2006) et Supatgiat et al. (2006), ont également agrémentées notre recherche sur les indicateurs de risques clés.

Voici une méthodologie judicieuse proposée par Sergio Scandizzo (2005) dans son article intitulé « Risk Mapping and Key Risk Indicators in Operational Risk Management » :

Figure 4 Cartographie des risques opérationnels, Operational Risk Management « A Methodology for Risk Mapping » (Scandizzo, 2005)



Les étapes clés de Scandizzo (2005) peuvent se résumer en six points :

Tableau 6 Étapes clés pour la cartographie des risques opérationnels

Identification des activités clefs (cartographie des processus)	Cette étape permet d'obtenir une image claire et précise des activités supportées par chacun des processus de l'entreprise. Au cours de la cartographie, le niveau de détails peut être très général à l'égard des macros processus de l'organisation et approfondit aux micros détails pour les unités de travail.
Analyser les conducteurs de risque	Identifier les différentes ressources qui peuvent engendrer des pertes opérationnelles, telles que des personnes, des processus, des systèmes et des dépendances externes.
Analyser les facteurs de risque	Il s'agit de déterminer la quantité, la qualité, l'importance et les pertes. Dans chaque activité, les mêmes ressources peuvent échouer à plusieurs reprises, toutes dépendantes de la nature de la tâche effectuée et du risque entourant celle-ci.
Identifier les risques	Ce qui est important à cette étape, c'est que durant l'identification des risques, il est important de noter tous les types de risque inhérents et par la suite, sélectionner les plus pertinents.
Identification et analyse des KRIs (Key risk indicators)	Pertinent, il est recommandé de sélectionner les indicateurs dont la fréquence des pertes opérationnelles et/ou sévérité de l'impact sont proprement liées. Non redondant, lorsque nous observons une forte corrélation entre deux indicateurs, l'un des deux ne devrait pas être considéré. Mesurable, si possible, prendre des indicateurs qui permettent toute objectivité et qui sont quantifiables et vérifiables. Facile à gérer, ainsi suivre les indicateurs ne devrait pas être incommodant et dispendieux Vérifiable, les indicateurs et les sources employés devraient être formellement documentés

Pour créer la grille d'évaluation du risque opérationnel, la méthodologie de Scandizzo (2005) a été préférée. Lors de révisions de processus d'affaires, l'équipe d'optimisation des processus identifie les activités des équipes de travail concernées. Celles-ci sont ensuite intégrées dans un diagramme de flux à différents niveaux et sont analysées en termes d'efficacité, d'efficience et de risque opérationnel. Suite à l'analyse de ces activités et leur documentation, il est possible d'identifier des conducteurs de risque opérationnel. Par exemple, il peut y avoir des échecs de systèmes, un manque de ressources humaines, une défaillance des processus, etc. Il s'agit ensuite d'identifier les risques potentiels. Ainsi, pour identifier ces risques éventuels, la grille d'évaluation du risque opérationnel entre en jeu. Il s'agit d'anticiper les risques qui peuvent se produire dans la majorité des processus d'affaires en faisant de la recherche, en consultant

différent employés et de faire de l'observation auprès des membres de la gestion de l'encaisse. Subséquemment, des indicateurs possédant les caractéristiques citées antérieurement peuvent être sélectionnés. D'abord, pour évaluer le risque opérationnel à partir d'indicateurs de risque clé, nous devons catégoriser les risques opérationnels dont nous devons couvrir. Comme mentionné antérieurement, sept risques opérationnels doivent être examinés. Ceux-ci ont été reclassés en sous-catégories de risques dans la grille d'évaluation. Par la suite, cette grille pourra être utilisée pour la plupart des processus d'affaires et permettra à l'analyste de signaler les irrégularités au gestionnaire concerné.

À partir des résultats de la grille, il est possible de calculer le capital requis pour couvrir les risques opérationnels de chacun des départements. Par contre, pour être en mesure de calculer un capital, la grille doit refléter les activités précises de chacun des processus. Ainsi, une grille universelle ne pourrait pas s'appliquer. Pour ce qui est des membres de l'équipe, le calcul du capital n'est pas requis.

7.2. MODÈLE DE VALEUR À RISQUE OPÉRATIONNELLE

VaR paramétrique

Soit les pertes P et la fonction de densité de la loi de distribution f(P). Ainsi, il est possible de déterminer la probabilité que P soit supérieur à un P* donné qui celui-ci sera déterminé par un degré de confiance 1- c sélectionné.

La probabilité est égale à :

$$\text{Prob}[\text{P} > P*] = \int_{P*}^{\infty} f(P)dP = c \,,$$

où c est la probabilité que P > P*.

Avec un degré de confiance de 95%, il y aura 5% des chances d'avoir une perte plus grande que P*. Nous pourrons calculer la valeur de P* explicitement.

Pour débuter, supposons que les pertes sont distribuées selon une distribution normale $N(\mu, \sigma^2)$. Nous obtenons z* = 1.65 selon la table de la loi normale lorsque α = 0.05. Ainsi, Prob [z >z*] = 0.05.

Pour simplifier les calculs, nous transformons les pertes en z :

$$z = \frac{P-\mu}{\sigma} \,.$$

Nous avons maintenant les pertes centrées et réduites (μ=0, σ^2=1).

Subséquemment,

$$Prob\,[P > P^*] = Prob\,[z > z^*] = 0.05 \,,$$
$$Prob\,[z > 1.65] = 0.05 \,,$$
$$Prob\left[z > [(P^* - \mu)/\sigma]\right] = 0.05 \,.$$

Donc,

$$\frac{P^* - \mu}{\sigma} = 1.65\,,$$

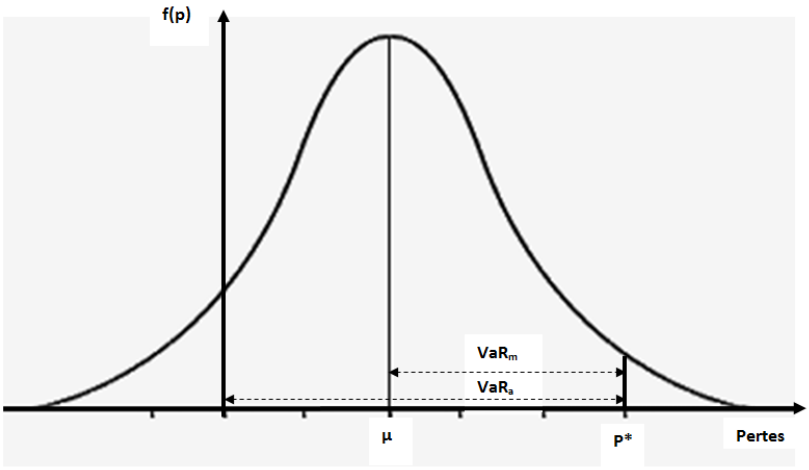
$$P^* = \mu + 1.65\sigma\,.$$

Ce qui nous amène à :

$$\text{VaR absolue : } VaR_a = 1.65\sigma + \mu = P^*\,,$$

$$\text{VaR relative à la moyenne : } VaR_m = 1.65\sigma = P^* - \mu = VaR_a - \mu\,.$$

Figure 5 VaR absolue versus VaR relative à la moyenne



Cette méthode simple est appropriée pour des données qui suivent une loi normale. Pour ce qui est du type de pertes étudiées, cette distribution n'est pas nécessairement adéquate puisque nous pouvons posséder une distribution *leptocurtique*. Ainsi, nous nous pencherons davantage sur une distribution log normale. D'ailleurs, la méthode détaillée antérieurement est tout de même intéressante. La distribution comporte également deux paramètres, une moyenne μ et un écart type σ. Voici un sommaire des caractéristiques des fonctions de densité (f) et cumulative (F) :

$$f(x;\,\mu,\sigma) = \frac{1}{x\sigma\sqrt{2\pi}} \times e^{\left(-\frac{z^2}{2}\right)},\; x > 0\,,$$

$$F(x;\mu,\sigma) = \Phi(z)\,,$$

où $z = \frac{\log(x) - \mu}{\sigma}$.

Nous estimerons ensuite les paramètres à partir de la méthode de maximum de vraisemblance.

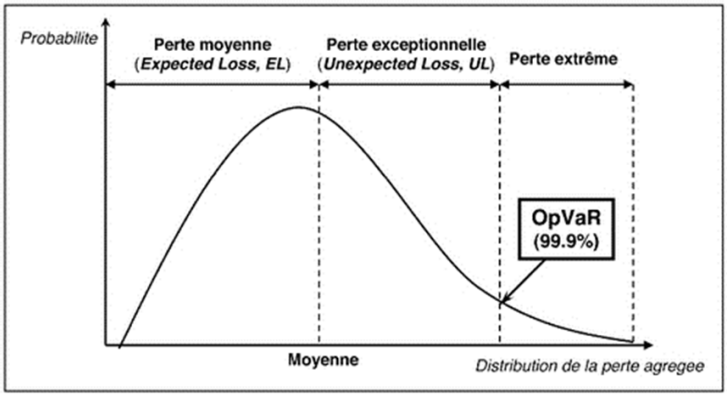
Les solutions optimales de μ_{EMV} et σ_{EMV} se résolvent ainsi :

$$L(x_i;\ \mu, \sigma) = \sum_{i=1}^{n} Log[f(x_i;\ \mu, \sigma)]\ .$$

La solution de maximisation nous donne les paramètres qui maximisent la fonction de vraisemblance. Pour trouver la $VaR_{99.9\%}$ de cette distribution empirique, nous estimons les paramètres de la distribution et nous sélectionnons un niveau de confidence de 99.9%. C'est une méthode paramétrique.

Voici une description graphique décrivant la distribution théorique des pertes opérationnelles. Nous avons la queue de distribution les pertes extrêmes que nous désirons capter lors du calcul de la VaR.

Figure 6 La VaR opérationnelle (OpVaR à 99.9%)[10]



Dans cette étude, le niveau de confiance sera établi à 99.9 %; c'est le niveau de confiance que le comité de Bâle suggère pour le calcul de la VaR avec les méthodes avancées. Notre calcul tiendra compte de la VaR absolue uniquement. Nous pouvons remarquer que la distribution typique est étendue vers la droite. Nous voulons trouver la valeur du capital opérationnel que l'institution doit détenir pour prévenir les manques de liquidité due aux pertes opérationnelles probables.

[10] Ce graphique est tiré sur le site : http://www.cairn.info/resume.php?ID_ARTICLE=RFG_191_0093, *Le risque opérationnel bancaire, Dispositif d'évaluation et système de pilotage*, Éric Lamarque et Frantz Maurer.

8. PRÉSENTATION ET ANALYSE DES RÉSULTATS

8.1. GRILLE D'ÉVALUATION

Les indicateurs de risques peuvent être utilisés comme système d'évaluation permettant d'obtenir une image globale de l'exposition aux risques des différentes activités d'un processus. Les indicateurs de risques ne doivent pas simplement être identifiés, réunis et analysés, mais doivent être correctement quantifiés, agrégés et comparés. Ainsi, ils devraient couvrir tous les risques opérationnels et donner une vue balancée de toutes les phases clés de chaque processus. De la sorte, une façon de structurer les risques opérationnels est l'utilisation d'une grille d'évaluation du risque. L'information condensée dans cette fiche permet une présentation compréhensive du profil de risque de chaque processus. La grille est organisée par catégorie et sous-catégories de risques opérationnels, d'indicateurs de risques, d'un système de quantification du risque, d'information qualitative et de contrôles de l'entreprise. Cette grille permet d'avoir un cadre d'évaluation standardisée du risque opérationnel dans chacun des processus de l'équipe.

Observations

Notre implication dans le mandat de révision du processus de l'encaisse a permis d'identifier certains risques opérationnels et cela nous a aidés à créer la grille d'évaluation du risque opérationnel pour l'équipe d'optimisation des processus d'affaires. Une façon simple et efficiente d'identifier les risques opérationnels est d'accompagner les analystes dans leurs activités quotidiennes. Ainsi, une semaine a été passée avec l'équipe de l'encaisse afin d'identifier les points d'inefficience et des facteurs clés du risque opérationnel. L'observation a été un avancement important dans le processus de création de la grille d'évaluation et cela a été une source d'inspiration. Il s'agit maintenant d'expliquer la raison pour laquelle ce secteur particulier alimentait notre recherche :

- Les analystes effectuent beaucoup d'opérations manuelles ;
- Ils ont accès aux comptes bancaires de l'entreprise ;
- Les postes demandent des connaissances spécifiques en finance ;
- L'expérience des employés influence beaucoup la façon de travailler ;
- Beaucoup de documents confidentiels se promènent d'un étage à un autre avec des instructions de paiements précises pour les analystes de l'encaisse ;
- Ils ont accès à de l'information confidentielle sur les placements de l'entreprise ;

- Les employés de l'encaisse communiquent avec les contreparties ;
- Ils reçoivent de nombreuses données (intrants) et en produisent également (extrants) ;
- Ils sont contraints à des échéanciers précis (devises étrangères, devises canadiennes et devises américaines) ;
- L'importance de leurs logiciels d'applications ;
- Etc.

Le groupe GRO (Gestion du Risque Opérationnel) a mis de l'avant la création d'indicateurs de risques. De plus, ils ont débuté à collecter des données de pertes opérationnelles, cependant l'échantillon est trop petit pour être en mesure d'utiliser des méthodes statistiques. Comme mentionnée antérieurement, une modélisation avec un petit échantillon ne produit pas de résultats stables. La méthode d' Héla Dahen sur la combinaison de pertes internes et externes pourrait être utile. Puisque les caisses de retraite ne sont pas soumises aux règlementations de Bâle, il n'est pas nécessairement avantageux pour elles d'acheter une base de données externe dispendieuse. Le groupe des risques opérationnels de cette institution va avant tout agir comme support aux gestionnaires dans l'intention de les aider dans l'implémentation de mesures pour contrer le risque opérationnel.

La grille et les procédures se retrouvent en annexe. Voici, ci-dessous, la façon dont la grille est disposée pour quantifier le risque opérationnel dans les processus d'affaires. L'unité est indiquée pour assurer l'homogénéité entre l'évaluation et la référence. La colonne valeur est le résultat de l'indicateur, par exemple, le taux de roulement des employés de l'équipe. Ainsi, entre chaque révision de processus, il sera possible d'indiquer l'évolution de l'indicateur. Les valeurs obtenues sont comparées à une référence qui déterminera sa cote. Ensuite, chaque risque possède un poids précis dans le calcul de la moyenne pondérée des catégories de risque. Ainsi, nous obtenons un niveau de risque pour chaque grande catégorie de risques, mais également un calcul global contenant tous les risques opérationnels.

Tableau 7 Exemple de quantification du risque opérationnel avec les indicateurs

Unité	Valeur	Évolution	Moyenne des processus	Score	Poids
%		⇧		✔	20%
#		⇨		!	20%
oui/non		⇩		✖	20%
/h		…		…	…
/mois		…		…	…

✔ =1 ! =2 ✖ =3

Or, la quantification se fait à l'aide des poids que nous attribuons à chacune des catégories de risque opérationnel et son score (1-3) qui est déterminé en effectuant du *benchmarking*. Veuillez noter que certains indicateurs sont de natures qualitatives, cependant ils sont convertis en information quantitative avec la méthode de *scorecard* (selon les poids et les scores de chacun). L'évolution de l'indicateur se fera avec les années, lorsque les processus seront révisés à nouveau. Subséquemment, ils pourront voir si les risques opérationnels ont été mitigés en tenant compte de l'effort de l'équipe. Le calcul du niveau de risque opérationnel se fait à l'aide d'une moyenne pondérée. Cette moyenne pondérée est calculée pour chacune des catégories, mais aussi pour l'ensemble des grands risques opérationnels du processus.

Veuillez-vous référer aux procédures de la grille opérationnelle en annexes pour obtenir des exemples concrets d'indicateurs de risque. Ainsi, pour chaque indicateur, il y a une explication concernant l'objectif de l'indicateur et le détail du calcul de l'indicateur si nécessaire. La grille d'évaluation du risque opérationnel est dynamique dans une feuille Excel. Quelques macros/commandes ont été créées pour faciliter son utilisation. En plus des indicateurs de risque, il y a également des sous-sections réservées à la mitigation du risque ainsi que pour les contrôles opérationnels et financiers en places dans les processus. Bref, cette grille donne une vue d'ensemble des risques opérationnels à contrôler pour chacun des processus à réviser par l'équipe. Celle-ci procure également un appui important pour l'équipe de gestion du risque opérationnel.

8.2. VALEUR À RISQUE OPÉRATIONNELLE

Statistiques descriptives de l'échantillon

Comme mentionné antérieurement, notre échantillon possède plusieurs types de risque. Les voici énumérés ci-dessous avec quelques statistiques descriptives :

Tableau 8 Statistiques des pertes opérationnelles en millions de dollars par catégorie

	Produits clients et pratiques commerciales	**Fraude externe**	**Fraude interne**	**Autres**[11]
N	294	54	345	46
Moyenne	86.27	541.60	299.41	172.67
Standard déviation	410.06	1529.88	3765.41	891.42
Minimum	1.06	1.43	1.03	1.14
Maximum	6683.22	7739.24	69790.56	6070.76

Voici ci-haut la description des pertes selon les différentes catégories de risque. La catégorie fraude interne est celle qui contient le plus de données. Dans le cadre de la gestion du risque opérationnelle, des contrôles internes se doivent d'être implantés et bien suivis. Cette catégorie possède des caractéristiques non négligeables, soit des pertes de 299 $ millions en moyenne. Les pratiques commerciales demandent également d'être bien gérées, cette catégorie possède 294 pertes dans l'échantillon. Néanmoins, elle possède une moyenne de plus faible amplitude relativement aux autres catégories. De plus, il y a beaucoup plus de variances dans les catégories de fraudes (interne et externe). Nous pouvons notamment remarquer l'étendue très élevée de la catégorie fraude externe (69 790 $ millions).

Notre échantillon complet comporte 739 pertes provenant des institutions réalisant de la gestion d'actifs. Nous avons considéré toutes les pertes pour le calcul des VaR opérationnelles.

[11] Perturbation des affaires et échecs des systèmes, pratiques d'emploi et sécurité au travail, livraison exécution et gestion des processus

Tableau 9 Statistiques des pertes opérationnelles (en millions) toutes catégories de risque confondues

Variable	Observations	Moyenne	Écart-type	Minimum	Maximum
Pertes	739	224.425	2628.673	1.03	69790.59

Notre échantillon possède une moyenne de 224 $ millions. Nous avons une perte extrême se situant à 69 790 $ millions. Celle-ci provient d'une fraude interne, plus précisément de vols et fraudes, où un employé a détourné des actifs de clients. La SEC (Securities and Exchange Commission) a formellement formulé une plainte le 11 décembre 2008 contre Bernard L. Madoff qui a été accusé d'avoir entrepris de sérieuses pyramides de Ponzi.

La base de données contient 16 grandes pertes excédant les 1000 $ millions. Ces pertes démesurées proviennent principalement de fraude interne, de pratiques d'affaires et de pratiques d'emploi. Celles-ci découlent notamment des pertes dues à des délits d'initié, de compensations exagérées et de détournements d'actifs.

Tableau 10 Statistiques supplémentaires des pertes opérationnelles (en millions) toutes catégories de risque confondues

Variable	Somme	Skewness	Kurtosis	Médiane
Pertes	165 850.1	25.24	665.81	15.71

Un coefficient d'aplatissement (Kurtosis) de 665.81 démontre que la distribution des pertes est très pointée vers le haut. Un coefficient de dissymétrie (Skewness) de 25.24 illustre que la distribution est répartie vers la droite. En fait, il est logique qu'il y ait seulement une queue de distribution puisque nous ne pouvons pas avoir de pertes négatives. Notre distribution des pertes sera donc de type *leptocurtique* et étalée vers la droite.

Puisque l'échantillon se situe sur une longue période, nous avons la possibilité d'effectuer une comparaison statistique entre les deux dernières crises de 2000-2001 et 2007-2008. Dans le Tableau 11, nous avons notamment les quatre moments des distributions de pertes opérationnelles. Les moyennes des pertes lors de la crise du début des années 2000 sont beaucoup plus faibles que celle de la crise financière de 2007-2008. Ce qui influence grandement la moyenne en 2008 c'est bien sûr la fraude interne de Bernard Madoff. Si nous enlevons cette perte aberrante de 2008, nous pouvons discerner que tous les moments de la distribution sont affectés,

mais il reste tout de même que les statistiques demeurent très élevées. En 2007, nous avons plus que le double de la valeur moyenne des pertes qu'en 2001. La dispersion des pertes est beaucoup plus élevée pour les années 2007-2008 que celles du début 2000. Les coefficients de dissymétrie sont plutôt similaires lors des années 2000-2001 et 2007. Toutefois, les coefficients d'aplatissement sont plus prononcés au début des années 2000 relativement à 2007. Néanmoins, 2008 possède de loin le plus grand coefficient d'aplatissement, même si nous enlevons la perte de M. Madoff. La dernière crise financière a récolté près de la moitié plus de pertes opérationnelles que lors de la bulle technologique.

Tableau 11 Statistiques des pertes opérationnelles (en millions) durant les crises financières

	2000	2001	Total (2000-2001)	2007	2008	Total (2007-2008)	2008 (sans Madoff)
Moyenne	15.35	33.37	26.25	99.51	1677.95	1086.04	416.61
Maximum	96.31	259.42	259.42	650.02	69790.56	69790.56	7739.24
Minimum	1.3	1.27	1.27	1.18	1.1	1.1	1.1
Écart-type	24.65	61.10	50.32	182.69	9432.71	7471.91	1224.47
Kurtosis	8.38	9.26	13.60	6.67	51.28	83.12	25.71
Skewness	2.56	2.64	3.21	2.25	7.04	8.99	4.55
Étendue	95.01	258.15	258.15	648.84	69789.46	69789.46	7738.14
Somme	17	26	43	33	55	88	54

Présentation et analyse des résultats des VaR opérationnelles

Les calculs ont été faits à partir du logiciel *Matlab et Stata (backtesting)*. Pour la représentation graphique, la commande *dfittool* de *Matlab* a été utilisée. À partir de Matlab et Stata, la méthode du maximum de vraisemblance a été utilisée pour estimer les paramètres de la distribution. Ces paramètres seront utilisés pour calculer la VaR paramétrique. Bref, nous estimons d'abord les paramètres à partir des pertes et l'imposition d'une distribution, par la suite nous appliquons les formules suivantes pour trouver les valeurs à risque opérationnelle :

Distribution log-normale : $VaR_{99.9\%} = e^{(z\sigma+\mu)}$,

Distribution normale : $VaR_{99.9\%} = z\sigma + \mu$,

où z est approximativement également à 3.09 (valeur critique alpha de 0.001), σ est le standard déviation estimé par MLE et μ est la moyenne de la distribution des pertes et également estimé par MLE. La première formule désigne la VaR tiré de la distribution log-normale et la deuxième d'une distribution normale.

Les tableaux suivant illustrent les résultats des VaR opérationnelles pour les deux distributions, soit la log-normale et la normale. Il y a notamment les paramètres des distributions, les intervalles de confiances et les changements en pourcentage lorsque nous éliminons des pertes aberrantes.

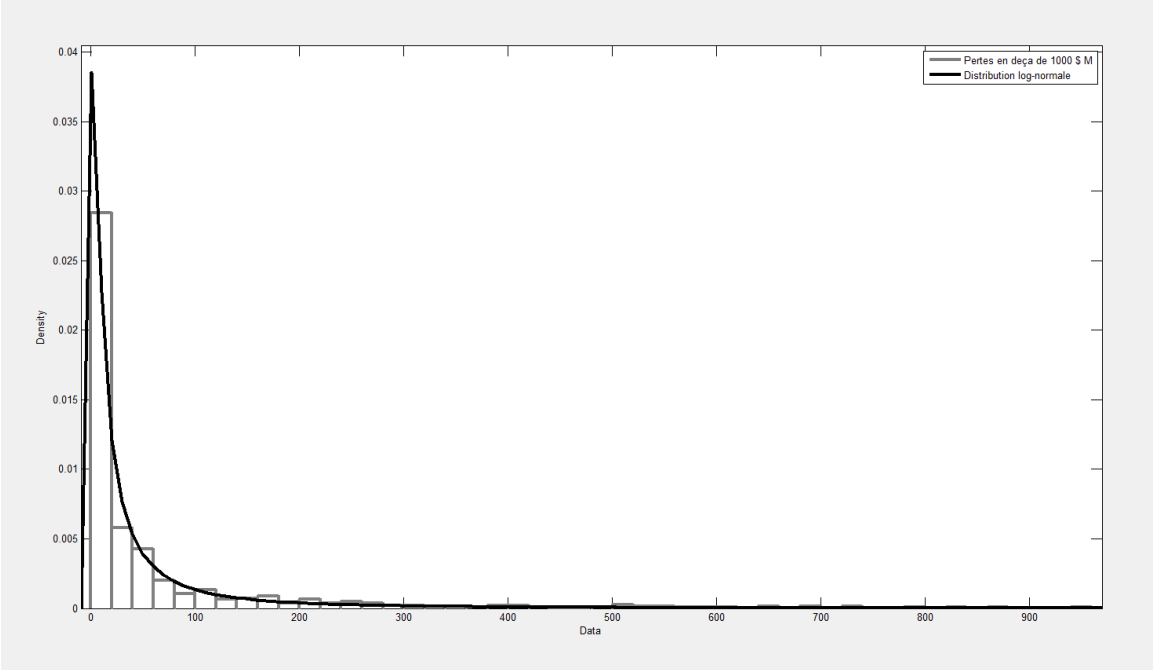
Tableau 12 Résultats de la VaR à 99.9% avec la distribution log-normale (en millions)

Distribution log-normale						
# pertes	**μ**	**Intervalle 99.9%**	**σ**	**Intervalle 99.9%**	**$VaR_{99.9\%}$ VaR=exp(zσ+μ)**	**% change**
739	2.95	[2.73-3.16]	1.8	[1.66-1.97]	4 976.18 $	
738	2.94	[2.72-3.15]	1.77	[1.63-1.94]	4 490.46 $	-9.761%
737	2.93	[2.71-3.14]	1.76	[1.62-1.93]	4 310.50 $	-4.008%
736	2.92	[2.71-3.13]	1.75	[1.61-1.91]	4 137.75 $	-4.008%
735	2.91	[2.70-3.12]	1.74	[1.6-1.9]	3 971.92 $	-4.008%
734	2.9	[2.69-3.11]	1.72	[1.59-1.88]	3 696.71 $	-6.929%
733	2.9	[2.69-3-10]	1.71	[1.58-1.87]	3 584.22 $	-3.043%
732	2.89	[2.68-3.10]	1.7	[1.57-1.86]	3 440.58 $	-4.008%
731	2.88	[2.67-3.09]	1.69	[1.56-1.85]	3 302.69 $	-4.008%
730	2.87	[2.67-3.08]	1.69	[1.55-1.84]	3 269.83 $	-0.995%
729	2.87	[2.66-3.07]	1.68	[1.54-1.84]	3 170.33 $	-3.043%
728	2.86	[2.66-3.07]	1.67	[1.54-1.83]	3 043.27 $	-4.008%
727	2.86	[2.65-3.06]	1.66	[1.53-1.82]	2 950.66 $	-3.043%
726	2.85	[2.65-3.05]	1.66	[1.53-1.81]	2 921.30 $	-0.995%
725	2.84	[2.64-3.05]	1.65	[1.52-1.81]	2 804.23 $	-4.008%
724	2.84	[2.64-3.05]	1.65	[1.52-1.81]	2 804.23 $	0.000%
723	2.83	[2.63-3.03]	1.64	[1.51-1.79]	2 691.84 $	-4.008%

Nous pouvons remarquer que les montants de la VaR opérationnelle ne varient pas beaucoup lorsque nous éliminons des pertes extrêmes. En fait, cette distribution est la plus utilisée en pratique. Due à l'épaisseur de sa queue, qui est considérée comme moyenne, elle réussit à capter en partie les grandes pertes. Nous avons 16 pertes aberrantes sur 739, soit 2% de l'échantillon. Plusieurs auteurs vont enlever jusqu'à 5 % des pertes pour mieux estimer les paramètres.

Chernobai et Rachev (2006) indiquent que l'estimation des paramètres est plus robuste lorsque nous écartons les pertes très extrêmes. Autrement, la VaR sera surévalué. Par contre, il y a un certain paradoxe à enlever des données aberrantes. Ce sont ces pertes extrêmes qui peuvent être destructives pour une institution, donc estimer la probabilité d'occurrence en tenant compte de ces données aberrantes peut prévenir de grandes pertes opérationnelles et voir même la faillite d'une entreprise. Néanmoins, nous enlevons de la robustesse au modèle quant à l'ajustement des pertes dans une distribution lorsque nous gardons des données aberrantes. Regardons la Figure 7 où 2 % des pertes aberrantes ont été enlevées. Ainsi le graphique contient seulement les pertes en deçà de 1000 $ millions. Voici à quoi ressemblerait le graphique de la distribution des pertes log-normale (noir) relativement à l'histogramme des pertes opérationnelles (gris) :

Figure 7 Distribution des pertes opérationnelles (1000 $ millions et moins) : distribution log-normale



Visuellement, il est possible de voir que l'ajustement se fait approximativement bien entre la distribution log-normale et l'histogramme des pertes.

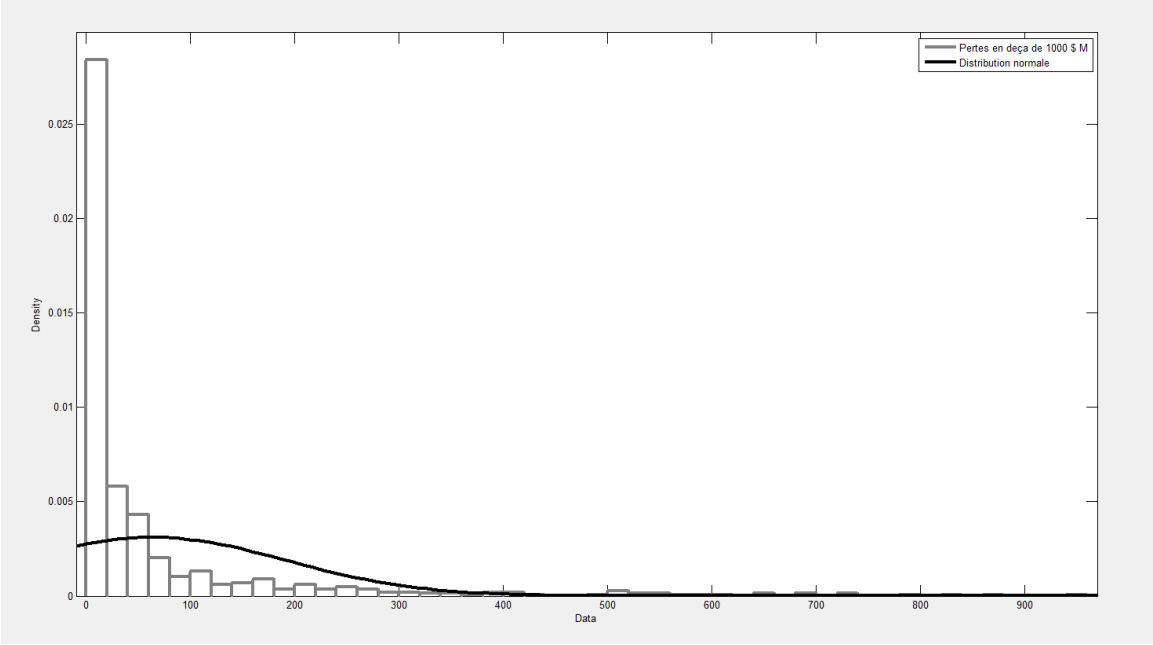
Malgré le fait que nous savons que la distribution normale n'est pas une bonne approximation pour déterminer la VaR opérationnelle, nous avons tout de même estimé les paramètres afin de comparer les résultats à la distribution log-normale. Nous nous attendons à ce que la distribution normale sous-évalue la VaR puisque la queue de distribution capte plus difficilement les pertes extrêmes. Voici ci-dessous le tableau des résultats de la distribution normale :

Tableau 13 Résultats de la VaR à 99.9% avec la distribution normale (en millions)

Distribution normale						
# pertes	**μ**	**Intervalle 99.9%**	**σ**	**Intervalle 99.9%**	**$VaR_{99.9\%}$ VaR= zσ+μ**	**% change**
739	224.43	[-95.04-2416.66]	2626.89	[2419.66-2872.35]	8 342.13 $	
738	130.16	[58.83-201.49]	586.11	[539.84-640.91]	1 941.38 $	-76.728%
737	119.84	[57.11-182.57]	515.09	[474.41-563.30]	1 711.59 $	-11.836%
736	109.93	[56.35-163.50]	439.63	[404.89-480.80]	1 468.49 $	-14.203%
735	100.98	[56.23-145.73]	366.98	[337.96-401.37]	1 235.03 $	-15.898%
734	92.85	[57.01-128.68]	293.66	[270.42-321.20]	1 000.33 $	-19.004%
733	87.28	[56.49-118.07]	252.13	[232.17-275.80]	866.42 $	-13.386%
732	82.56	[55.97-109.14]	217.53	[200.30-237.96]	754.78 $	-12.885%
731	79.14	[55.04-103.25]	197.13	[181.50-215.66]	688.32 $	-8.805%
730	76.16	[54.13-98.20]	180.06	[165.78-197]	632.59 $	-8.097%
729	73.84	[53.16-94.52]	168.9	[155.49-184.8]	595.78 $	-5.818%
728	71.88	[52.21-91.54]	160.49	[147.74-175.61]	567.83 $	-4.691%
727	70.22	[51.31-89.14]	154.26	[142-168.80]	546.92 $	-3.683%
726	68.59	[50.43-86.75]	147.97	[136.20-161.93]	525.85 $	-3.852%
725	66.97	[49.60-84.34]	141.48	[130.22-154.84]	504.18 $	-4.122%
724	65.35	[48.80-81.89]	134.66	[123.94-147.39]	481.48 $	-4.501%
723	63.79	[48.04-79.54]	128.09	[117.89-140.21]	459.62 $	-4.541%

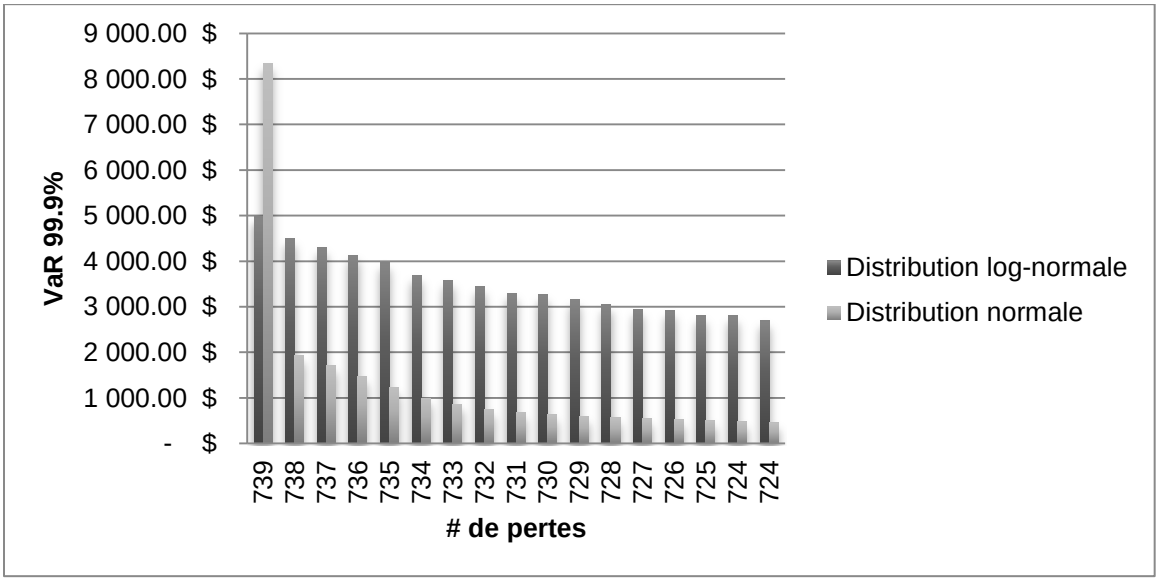
On peut voir qu'il y a un saut lorsque nous enlevons la perte extrême de plusieurs milliards de l'échantillon. À la suite de la suppression de cette donnée aberrante, on peut remarquer que la distribution normale sous-estime la VaR opérationnelle. Si nous enlevons d'autres pertes extrêmes, on peut discerner que la VaR opérationnelle suivant la distribution log-normale est beaucoup plus stable, c'est-à-dire que les variations sont moindres que la distribution normale. Il est tout de même très étonnant que la VaR opérationnelle soit aussi grande avec la perte de près de 70 $ milliards. Nous pouvons remarquer que l'écart-type est très élevé, soit de 2626.89 $ millions. À l'exception de cette VaR plutôt inattendue, nous avons des résultats comme prédit, soit une VaR plus élevée du côté de la distribution log-normale. Voici ci-dessous un graphique (Figure 8) présentant les pertes en deçà de 1000 $ millions pour la distribution normale. Visuellement, nous constatons que la distribution log-normale représente mieux la distribution des pertes opérationnelles. De plus, le test Kolmogorov-Smirnov (KS) rejette la distribution normale à 5% de degré de confiance.

Figure 8 Distribution des pertes opérationnelles (1000 $ millions et moins) : distribution normale



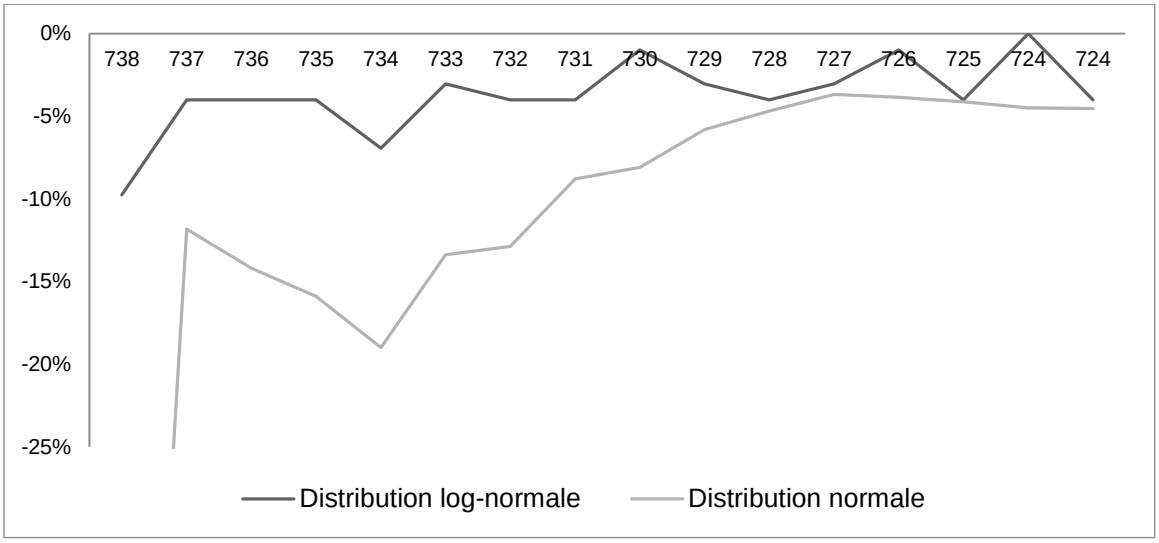
La Figure 9 représente les résultats des VaR selon les deux distributions. Ainsi, la distribution normale sous-estime de beaucoup la VaR opérationnelle, excluant la perte de 70 $ milliards. Ainsi, la log-normale représente un meilleur ajustement pour déterminer les valeurs à risque auprès des institutions financières.

Figure 9 Comparaison de la VaR en millions de dollars (normale et log-normale)



La Figure 10 représente la sensibilité de la VaR opérationnelle. Le graphique est établi de sorte que nous avons des changements en pourcentage lorsque nous éliminons une perte extrême à la fois. Il est intéressant de voir que lorsque nous enlevons la perte de 70 $ milliards, nous avons des variations moins élevées. Nous pouvons voir qu'avec la distribution log-normale, les variations sont de moindre amplitude. Ainsi, si nous supprimons une perte, la VaR ne va pas changer énormément. Au contraire, la distribution normale nous démontre moins de stabilité lorsque nous supprimons des données de grande ampleur. Plus nous approchons l'échantillon de moins de 1000 $ millions, plus la distribution normale devient stable. La distribution log-normale démontre des variations plutôt constantes relativement à la distribution normale.

Figure 10 Sensibilité de la VaR (% de changement) en fonction des pertes extrêmes



Bref, lorsque nous écartons la perte aberrante de 70 $ milliards de M. Madoff, nous constatons que la distribution log-normale représente davantage notre échantillon de pertes opérationnelles que la distribution normale. D'autres distributions pourraient être mises à l'épreuve afin de renforcer notre modèle. Nous pouvons notamment penser à la distribution Weibull, exponentielle et Pareto. Cependant selon Cruz (2002), ces distributions ne se sont pas avérées satisfaisantes pour modéliser les pertes opérationnelles. Du moins, selon la littérature, la distribution log-normale reste tout de même une très bonne approximation pour représenter les pertes opérationnelles.

9. RECOMMANDATIONS

Durant le stage, il a été pertinent de voir le plan d'action que le groupe de gestion des risques a mis en place. Ceci prouve qu'ils prennent au sérieux ce risque et qu'ils prévoient le mitiger avant qu'il n'impacte le portefeuille des déposants. L'équipe d'optimisation des processus d'affaires s'est penchée directement sur ce risque imminent en permettant la création d'une grille d'évaluation du risque opérationnel pour les processus d'affaires. C'est un grand pas vers une meilleure gestion du risque opérationnel puisque cette équipe pourra travailler conjointement avec l'équipe de gestion du risque opérationnel.

Subséquemment, quelques recommandations pour l'équipe sont notamment d'approfondir les techniques de détection des risques opérationnels. L'utilisation de la grille sera alors d'une grande importance lorsque les membres de l'équipe analyseront les processus de l'entreprise. La grille se devra d'être évolutive. En d'autres termes, la grille se devrait d'être révisée fréquemment, donc revoir les indicateurs, accumuler des statistiques et revoir les contrôles.

Dans un autre ordre d'idée, la valeur à risque est une mesure remarquable pour déterminer le capital opérationnel afin de protéger les déposants. La méthode élaborée antérieurement est peu avancée du point de vue statistique, toutefois des économètres et statisticiens ont élaboré en détail la modélisation de distribution de pertes, donc les institutions pourront en prendre appuie. Le modèle de distribution log-normale n'est pas nécessairement le plus adéquat, mais les paramètres sont facilement extractibles en effectuant des méthodes du maximum de vraisemblance. Ce qu'il faut déterminer avant tout, c'est une distribution qui réplique le plus précisément les pertes recueillies au sein de l'entreprise et à l'externe. Il est formellement reconnu que la distribution des pertes opérationnelles est plutôt *leptocurtique* possédant généralement une queue de distribution étalée vers la droite, donc cela est plus difficilement modelable. Ces méthodes demandent de la rigueur, mais une fois établies, elles peuvent être rapidement accomplies. Le calcul de la VaR requière également un échantillon avec de nombreuses pertes et la combinaison de ces pertes avec une base de données externe est recommandée afin de capter les pertes situées dans la queue de distribution. Avec toutes les démarches, il sera possible de découvrir la réserve de capital requise selon un degré de confidence sélectionné, qui selon Bâle II devrait s'établir à 99.9%.

10. CONCLUSION ET PISTES DE RECHERCHE

Ce projet a donné lieu à deux parties. Tout d'abord, la grille d'évaluation du risque opérationnel qui est basée sur une analyse plus qualitative et qui se transforme en quantitative avec l'utilisation de la somme pondérée des résultats du processus entier. Dans cette grille, l'utilisation d'indicateurs de risque a été préférée. Cependant, pour être en mesure de déterminer les bons indicateurs, de l'observation s'impose, des rencontres avec différents membres de l'entreprise et de la modélisation statistique avec des données adéquates. Jusqu'à maintenant, peu d'auteurs ont publié sur le sujet. Ainsi, pour ajouter de la puissance à l'analyse de ce risque, une partie qualifiable est de mise conformément au comité de Bâle. Il ne faut pas oublier que le risque opérationnel est un risque difficilement quantifiable, contrairement aux autres risques. Ainsi, pour des recherches ultérieures, il serait judicieux de réaliser des grilles d'évaluation du risque opérationnel avec des indicateurs quantitatifs pour chacun des secteurs de l'entreprise. La difficulté de ce projet était de trouver une grille d'évaluation qui pouvait s'appliquer à n'importe quel processus de la caisse de retraite. Ainsi, il était difficile de sélectionner des indicateurs quantitatifs seulement. À des fins plus précises, une grille différente devrait être créée pour le secteur de l'investissement, une autre pour les opérations et une dernière pour les activités supports.

Du côté de la VaR opérationnelle, nous avons utilisé la distribution log-normale pour modéliser la distribution de sévérité. Nous avons également estimé les paramètres de la distribution normale afin de comparer nos résultats. Puis, nous avons utilisé la méthode de maximum de vraisemblance pour l'estimation des paramètres de moyennes et d'écarts types. Par la suite, nous avons utilisé les paramètres pour calculer les valeurs normalisées et log-normalisées à 99.9 %. Il est possible de constater que les deux distributions captent difficilement les valeurs extrêmes. Selon les tests utilisés par Dahen, Dionne et Zajdenweber (2010), les résultats montrent que la distribution Pareto généralisée est appropriée pour les modèles comportant des pertes extrêmes. Coleman (2010) soutient que même la distribution log-normale échoue puisqu'elle n'est pas en mesure de capter les pertes extrêmes. Ainsi, Coleman arrive à la même conclusion que Dahen, Dionne Zajdenweber (2010), soit prendre une distribution qui provient de la théorie des valeurs extrêmes, la distribution *Generalized Pareto* (GPD). Coleman appuie également que la distribution *Generalized Extreme Value* (GEV) réussît à bien modéliser les pertes puisqu'elle possède, tout comme la GPD, trois paramètres, soit μ pour le lieu, σ pour l'échelle et ξ pour la forme, qui peuvent être modifiés pour obtenir un bon ajustement. Les distributions log-normale et normale

possèdent seulement deux paramètres, donc elles démontrent moins flexibilité. Dahen (2006) et Coleman (2010) proposent tous les deux de modéliser le corps et la queue de la distribution séparément. Coleman (2010) propose deux distributions GEV, une pour le corps et une pour la queue, ce qui reflète la théorie des valeurs extrêmes. Il suggère également de modéliser la fréquence avec des modèles statistiques standards comme la distribution Poisson ou la probabilité de distribution binomiale négative. En revanche, si les fréquences des pertes suivent un *pattern* irrégulier, les deux modèles ne pourront être utilisés. Finalement, Bâle II demande de combiner les deux modèles de gravité et de fréquence pour obtenir un modèle joint. Ainsi, des méthodes de simulations Monte Carlo peuvent être utilisées pour réaliser de telles combinaisons. En conséquence, ces recommandations pourront servir pour des recherches futures pour ainsi améliorer la quantification du risque opérationnel dans les caisses de retraite.

11. BIBLIOGRAPHIE

BCBS. (2011). *Principles for the Sound Management of Operational Risk.* Switzerland: Bank for International Settlement.

Chernobai, A., & Rachev, S. (2006). Applying Robust Methods to Operational risk Modeling. *Journal of Operational Risk*, 27-41.

Coleman, R. (2010). A VaR too far? The pricing of operational risk. *Journal of Financial Transformation 28*, 123-129.

Cruz, M. G. (2002). *Modeling, measuring and hedging operational risk.* Chichester: John Wiley & Sons.

Dahen, H. (2006). *La Quantification du Risque Opérationnel des Institutions Bancaires, Thèse de Doctorat* . Montréal: HEC MONTRÉAL.

Dahen, H., & Dionne, G. (2007). *What about Underevaluating Operational Value at Risk in the Banking Sector?* Montréal: CIRPÉE.

Dahen, H., & Dionne, G. (2009). Scaling models for the severity and frequency of external operational loss data. *Journal of Banking & Finance*, 1484-1496.

Dahen, H., Dionne, G., & Zajdenweber, D. (2010). A practical application of extreme value theory to operational risk in bank. *The Journal of Operational Risk*, 5,2, 63-78.

Davies, J., Finlay, M., McLenaghen, T., & Wilson, D. (2006). Key Risk Indicators - Their Role in Operational Risk Management and Measurement. *RiskBusiness International Limited*.

FiMarkets. (2011). *The Operational Risk*. Consulté le 06 05, 2011, sur fimarkets.com: http://www.fimarkets.com/pagesen/operational-risk.php

Frachot, A., Moudoulaud, O., & Roncalli, T. (2003). *Loss Distribution Approach in Practice.* Lyon: Groupe de Recherche Opérationnelle, Crédit Lyonnais.

Galloppo, G., & Rogora, A. (2011). What has Worked in Operational Risk? *Global Journal of Business Research*.

Gujarati, D. N. (2007). *Basic Econometrics.* New York: McGraw-Hill Companies, Inc.

Immaneni, A., Mastro, C., & Haubenstock, M. (2004). A Structured Approach to Building Predictive Key Risk Indicators. *The RMA Journal*, 42-47.

Mepuis, O., & Brocard, C. (s.d.). Risque opérationnel : la mise en place de tableaux d'indicateurs. *OTC Conseil*.

Nahoumovitch, B., & al. (2011). *Risques opérationnels, Quelles réponses face à un risque difficile à appréhender?* Paris: Optimind.

Scandizzo, S. (2005). Risk Mapping and Key Risk Indicators in Operational Risk Management. *Economic Notes*, 231-256.

Stewart, F. (2010). Pension Funds's Risk-Management Framework. *OECD Working Papers on Insurance and Private Pensions*.

Supatgiat, C., Kenyon, C., & Heusler, L. (2006). Cause-to-Effect Operational-Risk Quantification and Management. *Risk Management*, 16-42.

The Institute of Operational Risk. (2010). *Operational Risk Sound Practice Guidance, Key Risk Indicators.* Institute of Operational Risk.

The International Organisation of Pension Supervisors (IOPS). (s.d.). *Good Practices in Risk Management of Alternative Investments by Pension Funds.* IOPS.

12. ANNEXES

Procédures de la grille d'évaluation du risque opérationnelle

But de la grille

Les indicateurs de risques peuvent être utilisés comme système d'évaluation permettant d'obtenir une image globale de l'exposition aux risques des différentes activités d'un processus. Les indicateurs de risques ne doivent pas simplement être identifiés, réunis et analysés, mais doivent être correctement quantifiés, agrégés et comparés. Ainsi, ils devraient couvrir tous les risques et donner une vue balancée de toutes les phases clés de chaque processus. De la sorte, une façon organisée de structurer les risques opérationnels est l'utilisation d'une grille d'évaluation du risque. L'information condensée dans cette fiche permet une présentation compréhensive du profil de risque de chaque processus. La grille est organisée par catégorie et sous-catégories de risques opérationnels, d'indicateurs de risques, d'un système de quantification du risque, d'information qualitative et de contrôles. Cette grille permet d'avoir un cadre d'évaluation standardisée du risque opérationnel dans chacun des processus de l'équipe.

But de la procédure

Livrer à l'équipe un mode d'emploi permettant une utilisation simple et rapide de la grille d'évaluation du risque opérationnel.

Catégories de risque opérationnel

Selon l'institution, le risque opérationnel « correspond à la possibilité de subir une perte financière, directe ou indirecte, à la suite d'une défaillance sur le plan des activités ».

Description de la grille

Il y a sept grandes catégories de risques opérationnels dans la grille d'évaluation. Trois d'entre eux ont été divisés en sous-catégories. *Pour chacun des indicateurs et questions, voici des précisions sur la façon de les interpréter afin d'assurer l'homogénéité :*

Ressources humaines

	Indicateurs/Questions	Précisions
Rétention	Taux de roulement (volontaire) [# de départs/ # moyen d'employés réguliers]	Si le taux de roulement est élevé, cela augmente le risque opérationnel. Lorsque des employés quittent leurs fonctions, il peut y avoir un manque de personnel engendrant des oublis, des délais, des tâches non accomplies, etc. De plus, l'embauche de nouveaux personnels comporte toujours un risque opérationnel : il est difficile de prévoir le comportement des nouveaux employés et s'ils possèdent réellement les savoirs-faires et savoirs-êtres nécessaires. Le risque d'erreur peut augmenter si les nouveaux employés ne sont pas à l'aise avec les logiciels et les méthodes utilisés.
Relève	% de fonctions critiques relevées [Postes critiques relevés /postes critiques]	Relève en cas de départ/maladie. Lorsque les employés critiques quittent leur poste, il est souvent difficile de trouver rapidement le personnel adéquat pour réaliser leurs fonctions. Entre temps, des erreurs peuvent se glisser, un manque de supervision peut engendrer de la fraude, etc.
Qualification	Les employés ont-ils besoin de formation supplémentaire pour accomplir leurs tâches?	S'il y a un manque de compétences et/ou connaissances, moins d'analyse est effectuée et plus d'erreurs peuvent se glisser.
Quantité	Les ressources sont-elles suffisantes?	Un manque d'employés dans l'équipe peut mener à un environnement plus stressant, un manque de temps pour accomplir les tâches, une incapacité à remplacer des employés, etc.

Gestion des processus

	Indicateurs/Questions	Précisions
Procédure opérationnelle	Disponibilité des procédures opérationnelles à jour [Procédures à jour/procédures totales] [Taux de couverture (activités couvertes/activités totales)]	Les procédures opérationnelles disponibles et mises à jour diminuent le risque opérationnel, car les employés peuvent se référer aux procédures en cas de doute. Les employés de relève doivent avoir un document de référence pour les aider à effectuer leurs tâches efficacement, limiter les erreurs et les oublis.
	Les rôles et les responsabilités sont-ils clairement établis?	Afin d'éviter un dédoublement des tâches, les rôles et responsabilités de chacun doivent être clairement établis et communiqués. Si plusieurs employés procèdent aux mêmes tâches, d'autres tâches tout aussi importantes peuvent ne pas obtenir l'attention nécessaire, ce qui peut entraîner des pertes.
Processus	Le processus est-il complexe?	Est-ce que les processus actuels sont appropriés? Les étapes du processus sont-elles facilement réalisables? Un processus démontrant une grande complexité peut engendrer des erreurs, des oublis, etc. Ainsi, la simplification de la chaine opérationnelle diminue le risque opérationnel.
Erreur humaine	Proportion d'entrées et validations manuelles [Entrées et/ou validation manuelles/ (automatisés + manuelles)]	Les entrées manuelles peuvent occasionner des erreurs de saisies.
	Macros manuelles (outils, applications et modèles) programmées [# de macros manuelles]	Lorsque les employés créent leurs macros, pour de la modélisation financière, augmenter l'efficience de leur processus, etc., il peut y avoir des erreurs de programmation ou de calculs engendrant des écarts dans les résultats, se matérialisant en pertes opérationnelles. Ainsi, plus il y a de macros, plus le risque opérationnel est élevé. Une double validation (ou une approbation TI) de ces modèles diminue le risque opérationnel. Les macros englobent : VBA, Python, Matlab, C++, Stata, EViews, Rats, SAS, Mathematica, etc.

Gestion des données	La gestion documentaire est-elle à un niveau acceptable?	Une grande quantité de papiers, documents, factures, tickets, etc. qui circulent alimente le risque opérationnel, car la probabilité d'oublis ou de pertes de documents augmente.
	Le délai de réception des intrants (données) au processus est-il à un niveau acceptable?	De grands délais de réception augmentent le risque opérationnel : certaines données sont primordiales pour effectuer les tâches quotidiennes.
	Les employés et/ou le gestionnaire sont-ils satisfaits de la qualité des données? [Qualité des intrants] [Qualité des extrants]	Si les données comportent des erreurs, cela peut avoir divers impacts dans les calculs, dans les modèles financiers, etc.

Gestion des systèmes

	Indicateurs/Questions	Précisions
Système / interface / application	Fiabilité des systèmes [Durée moyenne des pannes en heures]	Cet indicateur permet d'évaluer la fiabilité des systèmes : des pannes réglées rapidement diminuent les impacts.
	Soutien technique des applications critiques	Les employés ont-ils un soutien en cas de panne, erreur ou question relative aux systèmes et progiciels? L'absence de support engendre-t-elle un risque opérationnel important lors de manœuvres incorrectes dans les systèmes?
	La disponibilité des systèmes est-elle à un niveau adéquat?	Les systèmes sont-ils accessibles lors des heures de pointe? S'il y a une indisponibilité d'un système, les employés sont-ils avertis à l'avance? Les arrêts sont-ils effectués durant des périodes plus calmes? Une indisponibilité des systèmes critiques peut limiter certains employés à accomplir leurs tâches quotidiennes et ainsi occasionner des retards, des pertes.
	Les liens avec les fournisseurs sont-ils à un niveau acceptable?	Une dépendance à un fournisseur élevée augmente le risque opérationnel : une absence de support d'un fournisseur peut empêcher l'institution de poursuivre ses activités (ex. impact de la non-disponibilité d'un terminal et des applications

		Bloomberg, temps nécessaire pour trouver un autre fournisseur, prolongation ou achat de nouveaux contrats, etc.). Des liens bien établis avec les fournisseurs permettent une meilleure coordination/coopération et assure le bon fonctionnement des activités.
Sécurité	Existe-t-il une incohérence entre les profils des employés et leurs accès?	Les accès à certaines écritures doivent être suivis de façon régulière pour éviter des pertes opérationnelles, vol et fraude.
	La sécurité de l'information est-elle à un niveau acceptable?	S'assurer que l'information reste confidentielle : les fax sont bien transmis, les courriels sont vérifiés, les sites internet sont sécuritaires, etc.
Quantité	Nombre d'applications corporatives et départementales par processus [# d'applications corporatives/processus] [# d'applications départementales/processus]	Un nombre élevé de systèmes et progiciels augmente le risque opérationnel : l'utilisation de plusieurs applications peut engendrer des oublis, des entrées en doubles, etc.

Autres risques

	Indicateurs/Questions	Précisions
Vol et fraude	Existe-t-il une probabilité élevée qu'un employé de l'équipe s'engage dans des activités frauduleuses?	Ex. La ségrégation des tâches limite le risque de vol et fraude : ex. la combinaison de certaines tâches facilite le détournement de fonds, la manipulation de la valorisation, etc. Ainsi, une mauvaise ségrégation des tâches augmente la probabilité de fraude.
Juridique	Les activités liées au processus peuvent-elles entrainer un risque juridique?	Afin d'éviter des litiges, est-ce que les employés communiquent adéquatement avec le public et les fournisseurs? La perte de confiance vis-à-vis les clients/fournisseurs peut entrainer des conséquences néfastes et augmenter le risque opérationnel. Parfois, cette catégorie peut être difficilement observable.
Conformité	La conformité aux règles/normes est-elle	Le respect des normes et des règles d'investissement est primordial pour une

	respectée?	institution financière. Le non-respect de ces règles peut affecter grandement la réputation.
Sinistre	Le statut du plan de continuité des affaires selon le secteur	Lors d'incidents majeurs, la firme doit prévoir le déplacement de certaines de ses activités critiques dans un autre endroit. Si le plan de continuation des affaires n'est pas à jour et n'inclut pas les activités clés du processus, le risque opérationnel augmente.

*Précisions sur la terminologie utilisée dans les sous-colonnes de « risque » **:***

Colonnes	
Indicateur	Calculs de la valeur des indicateurs
Unité	Les unités des valeurs calculées ; uniformise les résultats et facilite la comparaison
Valeur	Selon les indicateurs, indiquer la valeur obtenue. Ainsi, la valeur peut être en pourcentage (%), en nombre (#) ou oui/non/en cours. Pour les valeurs en pourcentage (%), une commande limite les entrées, ainsi les valeurs négatives ou supérieures à 100% ne seront pas acceptées. Pour le nombre (#), les valeurs négatives ne seront pas acceptées. Pour les réponses qualitatives, une liste déroulante permet de sélectionner la réponse adéquate.
Évolution	Indique la tendance depuis la dernière révision du processus. Augmentation de la valeur de l'indicateur Stabilité de la valeur de l'indicateur Diminution de la valeur de l'indicateur
Moyenne des processus	Afin de simplifier l'analyse du risque, les valeurs obtenues sont comparées à la moyenne des processus. D'autres références peuvent être utilisées selon le type de processus évalué. Pour les premiers processus, les évaluations seront un peu plus subjectives, car il faudra quelques mois pour accumuler une base de données.
Score	(1) Évaluation positive : soit la valeur est supérieure ou égale[12] à la moyenne de l'institution, soit la réponse est positive. (2) Évaluation neutre : soit la valeur est légèrement inférieure ou égale à la moyenne, soit la réponse à la question est « incertain ». Une attention particulière doit être portée à cette sous-catégorie de risque.

[12] L'évaluation comparative doit prendre en compte que la moyenne processus n'est pas nécessairement optimale; un jugement s'impose.

	La situation n'est pas critique, mais des changements apporteraient des améliorations. (3) La situation est critique : des actions doivent être mises en place pour limiter/éviter les pertes. La valeur obtenue est très inférieure à la moyenne ou la réponse à la question est négative.
Poids	Les poids reflètent l'importance relative des indicateurs et sont utilisés pour calculer la moyenne pondérée des résultats des activités. Il y a aussi des poids qui ont été alloués aux grandes catégories de risque opérationnel lors du calcul du risque global du processus.

Paramètres

Poids

Grandes catégories de risques opérationnels	**Poids**
Ressources humaines	20%
Gestion des processus	30%
Gestion des systèmes	30%
Autres (vol et fraude, juridique, conformité et sinistre)	20%
Somme des poids	100%

Un poids plus élevé a été attribué à la gestion des processus et gestion des systèmes, notamment parce que les problématiques les plus importantes se retrouvent dans ces catégories. (Point relevé du groupe GRO)

Score

Résultat	
Bon	1 (risque faible)
Moyen	2 (risque moyen)
Faible	3 (risque élevé)

Chaque sous-catégorie de risque possède son poids. La somme des poids des sous-catégories donne 100%. Ainsi, puisque les scores sont de 1-3, nous obtenons un résultat de catégorie se situant entre 1 et 3.

Seuils pour déterminer la gravité du risque opérationnel

Il est possible de modifier les seuils dans grille. Il s'agit de changer les chiffres dans la légende et la grille s'ajustera automatiquement.

Niveau de risque		**Seuils**
Bon	<	1,75/3
Moyen	>=	1,75/3
Élevé (risque élevé)	>	2,25/3

Mitigation du risque

Pour chaque sous-catégorie de risque, une question supplémentaire est posée afin de vérifier s'il y a actuellement en place des mesures de mitigation du risque opérationnel. Pour cette section, il s'agit tout simplement de répondre à la question fermée (oui/non/en cours). Il est possible d'ajouter plus de précisions dans la section commentaire.

Contrôles

Pour les contrôles clés, se référer au document « *Justification de la présence des contrôles manuels* » du programme d'attestation financière. Ainsi, les définitions sont clairement indiquées. Si plusieurs contrôles clés s'appliquent, mettre celui qui est le plus important et ajouter les autres dans la case « commentaire ».

	Contrôles	*Nature du contrôle*
Conformité	Contrôles opérationnels et leur réalisation	Identifier les contrôles opérationnels lors des révisions de processus. Indiquer leur nature, c.-à-d. le type de contrôle en place.
	Contrôles financiers (PAF)	Identifier les contrôles financiers (PAF) et indiquer la nature du contrôle en place.

Attributs	
Contrôles clés[13] (PAF)	- Autorisation - Appartenance - Intégralité - Détection fraude - Valeur - Mesure - Valeur - Présentation - Protection des actifs - Prévention fraude - Autorisation - Existence - Réalité
Acteurs (la personne qui exécute le contrôle)	- Back-Office - Middle-Office - Front-Office - Support - Autre (ajouter des précisions dans la case commentaire, soit le secteur ou le titre de la personne qui effectue le contrôle) Ex. : Support –> Vérification interne Support –> Direction des risques –> Gestion du risque opérationnel Back-office –> Opérations –> Gestion des données –> Paramètres de marché
Fréquence temporelle (occurrence)	- Quotidienne - Hebdomadaire - Mensuelle - Trimestrielle - Semestrielle - Annuelle - Autre - S.O. Intervalle de temps entre les contrôles. Ex. les contrôles sont effectués à chaque semaine (hebdomadaire). Ajouter des précisions dans la case commentaire si nécessaire.

[13] Document de la gouvernance financière – février 2011 – *Justifications de la présence des contrôles manuels dans le programme d'attestation financière.*

Importance du contrôle, Efficacité du contrôle, Efficience du contrôle, Complexité du contrôle	Échelle de 1-3 : ✔ Bon (1) ! Moyen *(2)* ✖ Faible (3)
Automatisation du contrôle	- Automatisation déjà complétée (oui) - Automatisation en cours (en cours) - Entièrement manuel (non) - S.O.
Documentation du contrôle	*Est-ce que les contrôles identifiés sont documentés :* - Oui, Non, En cours, S.O.

Figure 11 Grille d'évaluation du risque opérationnel

Effacer tout

Grille d'évaluation du risque opérationnel

Catégories de risque opérationnel	Sous-catégorie de risque opérationnel	Libellé indicateur ou Question	Indicateur ou précision	Risques							Mitigation du risque		
				Unité	Valeur	Évolution	Moyenne des processus	Score	Poids	Commentaire	Question	Réponse	Commentaire
Ressources humaines	Rétention	Taux de roulement (volontaire)	# de départs/ # moyen d'employés rég.	%					20%		Existe-t-il des mesures de rétention des employés?		
	Relève	% de fonctions critiques relevées	Postes critiques relevés/postes critiques	%			à venir		20%		Existe-t-il une rotation des tâches des employés?		
											Existe-t-il un plan de continuation si un des employés critiques quitte son poste?		
	Quantité	Les ressources sont-elles suffisantes?	S.O.	oui/non			S.O.		20%		Le gestionnaire est-il en processus de recrutement?		
	Encadrement	Les rôles et les responsabilités sont-ils clairement établis?	S.O.	oui/non			S.O.		20%		Existe-t-il de la documentation précise définissant clairement les rôles et tâches des employés?		
	Qualification	Les employés ont-ils besoin de formation supplémentaire pour accomplir leurs tâches?	S.O.	oui/non			S.O.		20%		Les employés suivent-ils une formation en continu?		
	Niveau de risque opérationnel						0						
Gestion des processus	Procédure opérationnelle	Disponibilité des procédures opérationnelles à jour	Procédures à jour/procédures totales	%					10%		Les procédures sont-elles communiquées aux employés et facilement accessibles?		
			Taux de couverture (activités couvertes/activités totales)	%					10%				
	Processus	Le processus est-il complexe?	S.O.	oui/non			S.O.		15%		Existe-t-il de la documentation précise définissant le processus actuel en place?		
	Erreur humaine	Proportion d'entrées et validations manuelles	Entrées et/ou validation manuelles/(automatisés + manuelles)	%					10%		Existe-t-il des projets en cours pour automatiser certaines pratiques?		
		Macros manuelles	# de macros* manuelles par processus	#					10%		Existe-t-il des tests/outils démontrant la validité des macros utilisées?		
	Gestion des données et documentations	La gestion documentaire est-elle à un niveau acceptable?	S.O.	oui/non			S.O.		10%		Existe-t-il des mesures et/ou outils assurant la distribution et la gestion adéquate des documents?		
		Le délai de réception des intrants (données) au processus est-il à un niveau acceptable?	S.O.	oui/non			S.O.		15%		Existe-t-il une procédure en place pour contacter le fournisseur de données en cas de délais?		
		Les employés et/ou gestionnaires sont-ils satisfaits de la qualité des données?	Qualité des intrants	oui/non			S.O.		10%		Existe-t-il des techniques et/ou outils d'évaluation pour assurer la qualité des données?		
			Qualité des extrants	oui/non			S.O.		10%				
	Niveau de risque opérationnel						0						

Gestion des systèmes	Système/Interface/Application	Fiabilité des systèmes	Durée moyenne des pannes en heures	h			S.O.		20%		Existe-t-il des mesures de substitutions pour assurer la relève en cas de panne?		
		Soutien technique des applications critiques	S.O.	oui/non			S.O.		15%		Existe-t-il un processus en place pour assurer le soutien nécessaire pour les applications critiques?		
		La disponibilité des systèmes est-elle à un niveau adéquat?	S.O.	oui/non			S.O.		15%		Les heures de non-disponibilités des systèmes critiques sont-elles adéquates?		
		Les liens avec les fournisseurs sont-ils à un niveau acceptable?	S.O.	oui/non			S.O.		10%		Existe-t-il d'autres fournisseurs possédant l'expertise dont l'équipe a besoin?		
	Sécurité	Existe-t-il une incohérence entre les profils des employés et leurs accès?	S.O.	oui/non			S.O.		10%		Existe-t-il une gestion systématique des accès?		
		La sécurité de l'information est-elle à un niveau acceptable?	S.O.	oui/non			S.O.		10%		Existe-t-il des outils et/ou méthodes pour assurer la sécurité de l'information?		
	Quantité	Nombre d'applications corporatives et départementales par processus	Le nombre d'applications corporatives est-il à un niveau acceptable?	oui/non			S.O.		10%		Existe-t-il un processus d'optimisation de la chaine opérationnelle?		
			Le nombre d'applications départementales est-il à un niveau acceptable?	oui/non			S.O.		10%				
	Niveau de risque opérationnel			0									
Autres	Vol et fraude	Existe-t-il une probabilité élevée qu'un employé de l'équipe s'engage dans des activités frauduleuses?	S.O.	oui/non			S.O.		25%		Existe-t-il des ateliers/rencontres de sensibilisation dans l'équipe?		
	Juridique	Les activités liées au processus peuvent-elles entrainer un risque juridique?	S.O.	oui/non			S.O.		25%		Existe-t-il des ateliers/rencontres de sensibilisation dans l'équipe?		
	Conformité	La conformité aux règles/normes est-elle respectée?	S.O.	oui/non			S.O.		25%		Les documents règles/normes sont-ils facilement accessibles aux employés?		
	Incidents majeurs	Le statut du plan de continuité des affaires selon le secteur	vert/jaune/rouge	couleur			à venir		25%		Les activités critiques du processus sont -elles documentées dans le plan de continuité des affaires?		
	Niveau de risque opérationnel			0									

	Contrôles	Nature du contrôle	Commentaires	Contrôles clés	Acteurs	Fréquence temporelle	Importance du contrôle	Efficacité du contrôle	Efficience du contrôle	Complexité du contrôle	Automatisation du contrôle	Documentation du contrôle
Processus	Contrôles opérationnels et leur réalisation											
	Contrôles du programme d'attestation financière (PAF)											

Résultats Matlab d'ajustement de la distribution log-normale

Voici, ci-dessous, les résultats de l'ajustement suivant une distribution log-normale et normale.

Commandes Matlab :

```
>> [PHAT,PCI] = MLE(PERTES,'DISTRIBUTION','LOGNORMAL','ALPHA',.001, 'THRESHOLD', 1)
>> [PHAT,PCI] = MLE(PERTES,'DISTRIBUTION','NORMAL','ALPHA',.001, 'THRESHOLD', 1)
```

Tableau 14 Résultats distributions log-normale et normale avec pertes totales

Distribution	Log-normale	Normale
Log likelihood	-3659.15	-6867.15
Moyenne	95.9391	224.425
Variance	224642	6.90992e+006

Tableau 15 Paramètres de la distribution log-normale avec pertes totales

	Parameter Estimate	Std. Err.
mu	2.94622	0.0661629
sigma	1.79861	0.0468318

Tableau 16 Paramètres de la distribution normale avec pertes totales

	Parameter Estimate	Std. Err.
mu	224.425	96.6973
sigma	2628.67	68.4448

Tableau 17 Les covariances des paramètres estimés avec la distribution log-normale (pertes totales)

	mu	sigma
mu	0.00437753	3.36874e-018
sigma	3.36874e-018	0.00219321

Tableau 18 Les covariances des paramètres estimés avec la distribution normale (pertes totales)

	mu	sigma
mu	9350.37	-1.80172e-013
sigma	-1.80172e-013	4684.69

Voici, ci-dessous, les résultats de l'ajustement suivant une distribution log-normale et l'exclusion d'une donnée aberrante.

Tableau 19 Résultats des distributions log-normale et normale (1 donnée aberrante délaissée)

Distribution	Log-normale	Normale
Log likelihood	-3635.92	-5750.82
Moyenne	90.8337	130.162
Variance	183879	343988

Tableau 20 Les covariances des paramètres estimés avec la distribution log-normale (1 perte aberrante délaissée)

	mu	sigma
mu	0.0042654	5.91541e-020
sigma	5.91541e-020	0.00213704

Tableau 21 Les covariances des paramètres estimés avec la distribution normale (1 perte aberrante délaissée)

	mu	sigma
mu	466.108	-4.38439e-014
sigma	-4.38439e-014	233.529