



Centre des Etudes Doctorales : Sciences Economiques et Gestion

Laboratoire de Recherche : Laboratoire Interdisciplinaire de Recherche en Economie,  
Finance et Management des Organisations

Thèse pour l'obtention du Doctorat

En Sciences Economiques et Gestion

Sous le thème :

## Quantification du risque opérationnel

Développement et Application des modèles de mise à échelle de la sévérité et  
la fréquence des pertes opérationnelles des données externes  
-Cas d'une Banque Marocaine-

Présentée et soutenue par : Sara CHELH

Sous la direction du Professeur : M. Mounir BENBOUBKER

### Membres de Jury :

Pr. Abdelkarim MOUSSA, PES-FSJES- Fès

Président

Pr. Mounir BENBOUBKER, PH-FSJES- Fès

Directeur de thèse

Pr. Mouloud ELHAFIDI, EX-PES-FSJES- Fès

Suffragant

Pr. Lahoussine RACHIDI, PES-FSJES- Agadir

Rapporteur

Pr. Ouchen Abdessamad, PH-ENCG- Fès

Suffragant



## *Dédicace*

*Sans vous je ne suis rien, mais grâce à vous je deviens ...*

*À mon papa l'encyclopédie vivante  
Grâce à toi papa, j'ai appris le sens du travail, la responsabilité et la rigueur  
Je rêve d'une bibliothèque comme la tienne.*

*À ma maman, mes chutes de Niagara de tendresse  
Ton soutien, ta présence et ton amour sont sans égal. Ton cœur est si bon que je pourrais m'y  
réfugier toute ma vie  
Tu es une vraie reine...*

*À ma grande sœur, mon modèle dans la vie  
Tu as toujours été pour moi un exemple dans tout ce que tu faisais (même quand j'avais 5 ans  
et que je volais tes cassettes en cachette pour écouter ta musique)  
Merci pour ton amour et soutien inconditionnel, ta sagesse, ta force mais aussi ton grain de  
folie.*

*À mon beau-frère ou plutôt mon grand frère  
Je sais enfin le bonheur d'avoir un grand frère sur lequel on peut compter. Merci*

*À mon Aylane, mon roi T'challa  
Ton envie de parcourir le monde, ton enthousiasme, ton sourire, ta voix, tes yeux brillants sont  
incomparables. Quand tu me cites les chiffres en coréen après tes séances de taekwondo, je  
fonds.  
Je t'aime tellement.*

*À notre nouveau rayon de soleil Lily  
De magnifiques choses SE SONT PASSÉES EN 2020... Ta venue au monde  
Mon ourson, c'est toi.*

*À ma tante Yamina « Nouna » à qui j'espère avoir été la fille qu'elle n'a jamais eue.*

*À ma meilleure amie Maha, mon clown depuis 13 ans, et que c'est beau d'en avoir un pour la  
vie, sans toi, la vie serait bien triste et si fade  
À mon ami d'enfance Otman grâce à qui ma vie est plus ensoleillée  
À ma Salma au grand cœur, merci de me surprendre chaque jour  
À Hind et Fayçal mes deux extraterrestres favoris, vous êtes le sel de ma vie  
À Sarah et Hanae, merci d'être des amies si merveilleuses  
À Chama et Imane...*

*Je vous aime...*

## *Remerciements*

La thèse a cette particularité d'être à la fois un travail profondément solitaire et tout autant collectif. L'aboutissement de ce travail n'aurait pu être possible sans toutes ces personnes qui m'ont accompagné. Par ces remerciements, je souhaite leur signifier ma gratitude.

Je souhaite tout d'abord remercier mon premier directeur de thèse le Professeur Mouloud EL HAFIDI pour la confiance qu'il m'a témoignée en acceptant la direction scientifique de mes travaux. Je lui suis reconnaissante de m'avoir fait bénéficier tout au long de ce travail de sa grande compétence, de sa rigueur intellectuelle, de son dynamisme, et de son efficacité certaine que je n'oublierai jamais. J'ai eu de la chance de vous avoir comme directeur de thèse.

Je remercie également mon deuxième directeur de thèse, le Professeur Mounir BENBOUBKER, pour ses commentaires pertinents et pour tous les apprentissages mathématiques et statistiques qu'il a su me faire transférer.

Je tiens aussi à exprimer ma reconnaissance à tous les membres du Jury qui m'ont fait l'honneur en acceptant d'examiner d'évaluer et enrichir mon travail par leurs propositions : Professeur Abdelkarim MOUSSA pour m'avoir fait l'honneur d'accepter de présider ce jury ; Professeur Lahoussine RACHIDI pour avoir accepté d'examiner cette thèse. Mes remerciements vont aussi à Monsieur Abdessamad OUCHEN, l'un de mes anciens professeurs, pour avoir accepté l'invitation à participer à ce jury et pour ses conseils judicieux qui ont contribué à alimenter ma réflexion. Je remercie également Monsieur Abdelkader ELKHIDER d'avoir accepté la fonction de rapporteur.

Je remercie ma collègue doctorante Mariame ABABOU avec qui j'ai longuement discuté et débattu, sur nos écrits, nos soutenances nos publications et avec qui les échanges sont allés au-delà de nos sujets de recherche. Tu as été ma plus belle rencontre scientifique et amicale.



## Résumé

Suite à la réglementation bancaire établie par le comité de Bâle, les banques sont invitées à quantifier le risque opérationnel en combinant des données internes et externes de pertes. Le recours à des données de pertes externes s'avère essentiel pour compléter les données internes et surtout pour réduire l'effet « surprise ». Cependant, les données externes proviennent de banques de caractéristiques différentes d'où la nécessité d'une mise à l'échelle afin de rendre les données externes homogènes aux données internes. La présente thèse propose des solutions quant au problème d'utilisation des données externes de pertes opérationnelles qui souffre du biais de l'échelle en introduisant de nouveaux déterminants du risque opérationnel comme facteurs d'échelles.

Dans une première étape, nous mettons en place un modèle explicatif des montants de pertes incluant des facteurs spécifiques à la banque ainsi que divers indicateurs réglementaires, juridiques, géographiques économiques et culturels. Cette modélisation a été effectuée en se basant sur un échantillon de données de plus de 5000 pertes rapportées par le SAS OPRISK consortium. Les résultats de l'estimation par la méthode de Newey-West montrent que ces variables ont un pouvoir statistiquement significatif dans l'explication des montants de pertes. Dans une seconde étape, nous nous focalisons sur les facteurs déterminants de la fréquence des pertes opérationnelles afin de développer cette fois-ci, un deuxième modèle pour la mise à l'échelle des fréquences des pertes qui pourraient avoir lieu durant une période déterminée à partir des données externes. Pour la modélisation, le choix s'est porté sur le modèle de poisson tronqué avec composante de régression ainsi que le modèle binomial négatif avec composante de régression puisqu'il s'agit de données de comptage.

Finalement, les facteurs déterminants du risque opérationnel, permettant d'expliquer la sévérité et la fréquence des pertes opérationnelles, sont retenus pour le développement d'une formule de normalisation. Il est donc possible de calculer l'équivalent de la sévérité d'une perte opérationnelle observée dans l'industrie et aussi de générer les fréquences des pertes extrêmes sur un horizon déterminé, même lorsque la banque étudiée n'a pas suffisamment de données. Nous validons notre méthode à travers le cas d'une banque marocaine en démontrant la façon dont une base de données externe peut être utilisée pour développer, analyser des scénarios et prévoir d'autres événements de pertes opérationnelles susceptibles de se reproduire.

**Mots clés :** Risque opérationnel, Banque, Gestion du risque opérationnel, Accords de Bâle, Bases de données internes et externes, Pooled cross section data, Mise à l'échelle, Analyse de scénarios.

## Abstract

Following banking regulations established by the Basel committee, banks are invited to quantify operational risk by combining internal and external loss data. The use of external loss data is essential to complement the internal data, especially to include rare missing events, and to reduce the "surprise" effect. However, the external data come from banks of different characteristics, hence the need for scaling in order to make the external data homogeneous with the internal data. This thesis proposes solutions to the problem of using external operational loss data, which suffers from scale bias by introducing new determinants of operational risk as scaling factors.

In a first step, we set up an explanatory model of the amounts of losses including micro environmental factors such as the size of the bank, the lines of business and the types of risk as well as various regulatory, legal, geographic economic and cultural indicators. . This modeling was carried out based on a sample of data of more than 5000 losses suffered in the four corners of the world, reported by the SAS OPRISK consortium. The results of estimation with the Newey-West show that these variables have statistically significant power in explaining the amounts of losses. In a second step, we focus on the determining factors of the frequency of operational losses in order to develop this time, a second model for the scaling of the frequencies of losses that could take place during a determined period from external data. For modeling, the choice fell on the truncated poisson model with regression component as well as the negative binomial model with regression component since the explanatory variable is a counting data.

Finally, the determining factors of the operational risk, allowing explaining the severity and the frequency of the operational losses, are retained for the development of a standardization formula. It is therefore possible to calculate the equivalent of the severity of an operational loss observed in the industry and to generate the frequencies of extreme losses over a determined horizon, even when the bank studied does not have enough data. We validate our method through the case of a Moroccan bank by demonstrating how an external database can be used to develop, analyze scenarios and predict other events of operational losses likely to recur.

**Key words:** Operational risk, Banking institutions, Operational risk management, Basel accords, internal and external databases, Pooled cross section data, scaling, Scenario analysis.

## Sommaire

Résumé .....	i
Abstract .....	ii
Sommaire .....	iii
Liste des Abréviations et des Acronymes .....	vii
Introduction générale.....	1
1. Présentation du contexte général de la thèse .....	3
2. Problématique et objectifs de la recherche.....	5
3. Positionnement épistémologique.....	8
4. Intérêt et déroulement de la recherche .....	11
5. Organisation de la thèse .....	12
Chapitre I : Cadre théorique de la recherche sur le risque opérationnel bancaire.....	18
Introduction du premier chapitre .....	20
1. Étymologie et terminologie liées au risque et au risque opérationnel.....	22
2. Cadre réglementaire et risque opérationnel.....	34
3. Scandales financiers liés aux risques opérationnels .....	46
Schéma récapitulatif du premier chapitre .....	52
Conclusion du premier chapitre.....	53
Chapitre II : Quantification du risque opérationnel des institutions bancaires .....	55
Introduction du chapitre II.....	57
1. Approches de quantification du risque opérationnel proposées par le comité de Bâle. 59	
2. Éléments nécessaires pour une meilleure quantification du risque opérationnel.....	74
3. Réglementation bancaire marocaine et risque opérationnel.....	93
4. État de l’art des travaux empiriques sur les pertes opérationnelles dans le cadre de Bâle	
97	
Conclusion du chapitre II .....	101

Chapitre III : Facteurs déterminants du risque opérationnel bancaire.....	103
Introduction du chapitre III .....	105
1. Environnement de l'institution financière : source du risque bancaire .....	106
2. Revue de la littérature sur les facteurs déterminants du risque opérationnel .....	111
3. Facteur humain : source du risque opérationnel.....	143
Conclusion du chapitre III.....	159
Chapitre IV : Démarche méthodologique .....	160
Introduction du chapitre IV .....	162
1. Présentation du protocole et des instruments de la recherche empirique.....	164
2. Description de la base de données externe : SAS OPERATIONAL RISK DATA ....	168
3. Description et codification des variables explicatives .....	171
Conclusion du chapitre IV.....	197
Chapitre V : Facteurs déterminants de la sévérité des pertes opérationnelles : Évidence empirique.....	199
Introduction du chapitre V .....	201
1. Présentation de la méthode des Moindres Carrés et sa procédure d'estimation .....	203
2. Schématisation des étapes parcourues pour l'estimation des paramètres de la régression linéaire de la sévérité des pertes .....	218
3. Résultats de l'estimation des paramètres de la régression linéaire pour la sévérité des pertes.....	221
4. Interprétation des résultats .....	234
5. Robustesse du modèle .....	246
Conclusion du chapitre V.....	252
Chapitre VI : Facteurs déterminants de la fréquence des pertes opérationnelles : Évidence empirique.....	255
Introduction du chapitre VI.....	257
1. Description du modèle .....	258
2. Présentation des résultats .....	265

3. Interprétation des résultats .....	271
Conclusion du chapitre VI.....	278
Chapitre VII : Amélioration de la gestion des risques opérationnels via la mise à échelle d'une base de données de pertes externe – cas d'une banque Marocaine -.....	280
Introduction du chapitre VII.....	282
1. Analyse de la base de données interne .....	285
2. Application du modèle de mise à échelle de la sévérité des pertes opérationnelles ...	298
3. Application du modèle de mise à échelle de la fréquence des pertes opérationnelles	309
Conclusion du chapitre VII.....	315
Conclusion générale .....	317
Références Bibliographiques.....	327
Ouvrages.....	328
Articles et rapports.....	334
Thèses et Mémoires .....	345
Références électroniques .....	346
Liste des figures, tableaux, équations et encadrés.....	348
Liste des Figures.....	349
Liste des Tableaux .....	351
Liste des Équations .....	353
Liste des Encadrés .....	353
Annexes.....	354
Annexe n°1 : La typologie des risques opérationnels.....	355
Annexe n°2 : Les éléments de la base de données externe SAS OP Risk.....	356
Annexe n°3 : Les plus grandes pertes opérationnelles enregistrées .....	359
Annexe n°4 : Statistiques descriptives sur les données de la base de données externe.....	362
Annexe n°5 : Résultats de l'estimation des paramètres de la régression linéaire (Chapitre VI) .....	374
Annexe n°6 : Résultats de l'estimation des coefficients dans le modèle de la fréquence ..	402

Annexe n°7 : L'intervalle de temps entre la découverte et la reconnaissance des pertes  
opérationnelles..... 404

## Liste des Abréviations et des Acronymes

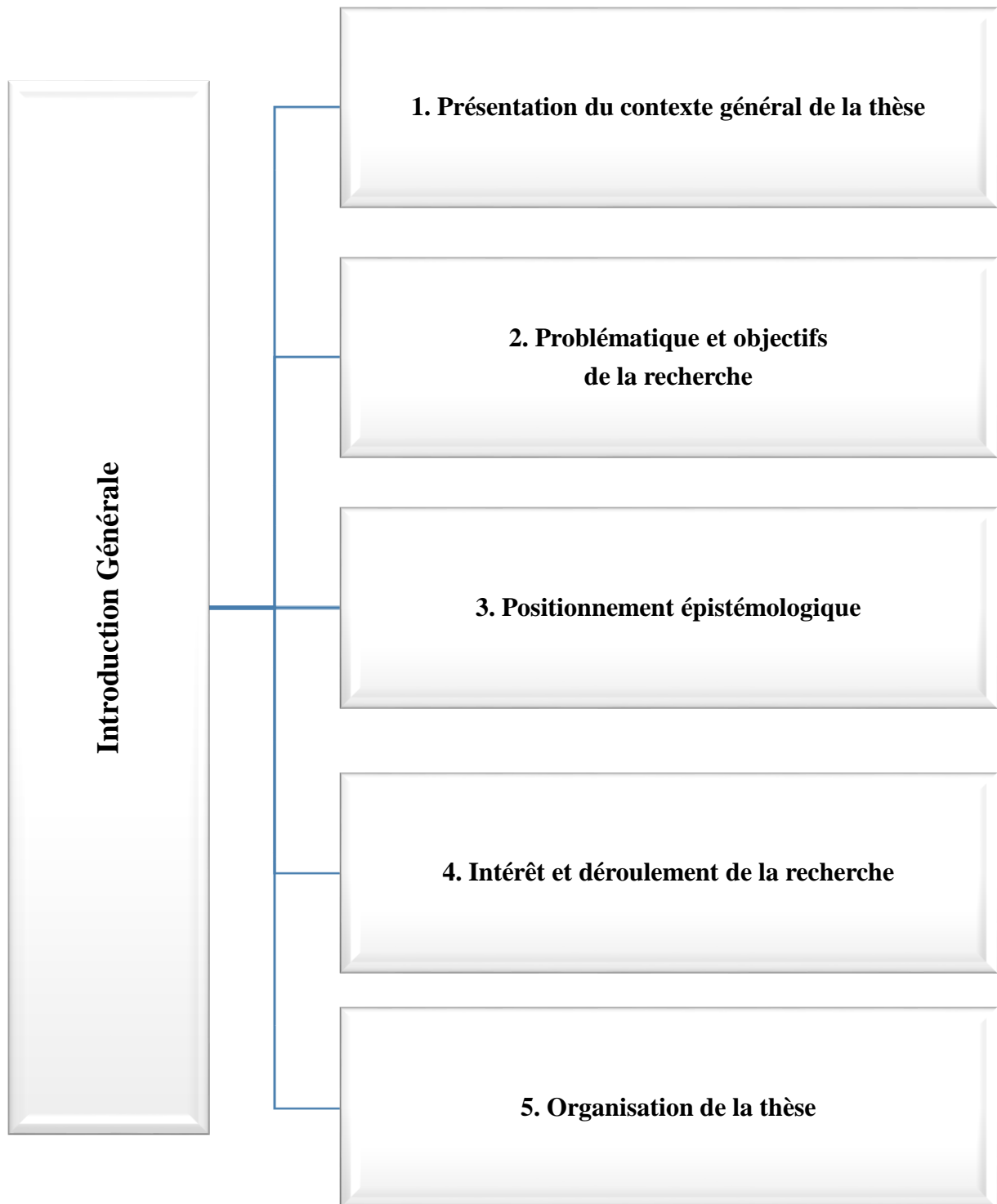
AGE	Accords Généraux d'Emprunt
AMA	Approche de Mesure Avancée
APA	American Psychological Association
BA-CA	Bank Austria-Creditanstalt
BIA	Méthode de Base
BLUE	Best Linear Unbiased
BN	Binomial Négatif
BRI	Banque des Règlements Internationaux
CBCB	Comité de Bâle sur le Contrôle Bancaire
CFPB	Consumer Financial Protection Bureau
Comp. Com.	Composante Commune
Comp. Idios.	Composante Idiosyncratique
CRO	Comité des Risques Opérationnels
FED	Federal Reserve System
FMI	Fonds Monétaire International
FSI	Financial Stability Institute
G10	Groupe des dix
HAC	Heteroscedasticity and Autocorrélation Consistent
HRO	High Reliability Organizations
HVB	Bayerische Hypo-Und Vereinsbank
ISO	International Organisation for Standardisation
KRI	Key Risk Indicator
LDA	Loss Distribution Approach

MCG	Moindres Carrés Généralisés
MCO	Moindres Carrés Ordinaires
MCP	Moindres Carrés Pondérés
NAB	National Australia Bank
Nb	Nombre
OR/RO	Operational Risk/Risque Opérationnel
ORX	Operational Riskdata eXchange
PNB	Produit Net Bancaire
PwC	PricewaterhouseCoopers
SEC	Securities and Exchange Commission
SIMEX	Singapore International Monetary Exchange
SMA	Standardized Measurement Approach
UE	Union Européenne
VIF	Variance Inflation Factor



# **Introduction générale**





## 1. Présentation du contexte général de la thèse

Quoi de commun entre une attaque terroriste quelque part dans ce monde, un tremblement de terre au Japon, le suicide d'un cadre en entreprise ou encore une simple panne informatique ? À première vue, rien ! Mais si nous enfilons la casquette d'un *Risk Manager*, nous allons remarquer que ces événements, qui peuvent être tragiques, constituent ce qu'il convient d'appeler, les risques opérationnels. Nous remarquons avec ces exemples que nous venons de citer, que les risques opérationnels sont quasiment partout, toujours présents, protéiformes par nature, innombrables et illimités par essence. C'est pour cette raison que le premier qualificatif qui nous vient à l'esprit est celui de la diversité. Chaque risque, ne serait-il pas un risque opérationnel pour l'organisation ?

Les Risques Opérationnels (RO) peuvent répondre à de multiples définitions, selon les spécificités sectorielles ou réglementaires. Chaque secteur d'activité a essayé de définir ce que sont, ou ce que ne sont pas, les risques opérationnels. À la première lecture, tout risque peut être considéré comme étant un risque opérationnel puisque, lors de la conception, la production, la livraison, la saisie, le paiement, ou encore lors d'une opération de recrutement ou de formation, nous sommes dans l'opérationnalité de l'entreprise. Car d'un séisme, d'un incendie, d'une attaque à main armée, d'un vol de matériel à l'inondation d'un stock, de la perte d'une donnée informatique à la destruction inopinée d'archives, tous ces exemples nous démontrent encore une fois combien la notion de risque opérationnel se présente comme étant extrêmement large, diversifiée et diffuse.

Les institutions financières ont montré un intérêt croissant pour identifier les pertes liées aux risques opérationnels. Leur intérêt a été certainement stimulé par les événements récents d'énormes pertes opérationnelles que le secteur bancaire a connues à travers le monde. En effet, le secteur financier a subi d'énormes pertes opérationnelles : Nous pouvons citer l'exemple du

---

scandale financier qu'a connu la Baring Bank, la plus ancienne banque du Royaume-Uni, avec une perte qui s'élève à 1.3 Milliard de Dollars suite à des activités de négociation frauduleuses ou encore plus récemment, la Société Générale en France qui a connu à son tour de très lourdes pertes opérationnelles (4,9 Milliards d'Euros). Ces exemples, illustrant la multiplication des scandales financiers, servent de signal d'avertissement aux institutions financières, c'est pourquoi les banques doivent impérativement bien définir, mesurer et gérer ce type de risque.

Le problème central du risque opérationnel était l'absence d'une définition précise acceptable dans l'ensemble du secteur jusqu'à la fin des années 90. Conscientes de l'ampleur des perturbations que peut causer ce risque, les autorités de régulation ont ouvert un débat sur l'élaboration d'un cadre de gestion adapté au risque opérationnel en 1999. Un tel cadre permettrait, entre autres, d'identifier les pertes opérationnelles, de mesurer les réserves de fonds propres réglementaires opérationnels nécessaires pour les couvrir et surtout de proposer des directives assurant un meilleur management de ce type de risque. Pour une meilleure gestion, le comité de Bâle ainsi que la réglementation bancaire qui essaie de s'aligner aux pratiques internationales, préconisent l'utilisation d'une large base de données regroupant les pertes opérationnelles. Or la base de données historique interne n'est pas suffisante pour une bonne estimation de la distribution de la fréquence et du montant des pertes, une alimentation avec des données externes est cependant nécessaire. Il est donc justifié de combiner ces éventuelles pertes sévères avec les pertes de la base de données interne d'une banque afin d'atténuer leur effet « surprise » (l'imprévu) et de calculer un capital risque opérationnel adéquat. Mis à part le calcul du capital réservé au risque opérationnel, l'utilisation de la base de données externe peut nous servir d'une manière générale comme un benchmark qui peut aider l'institution bancaire d'avoir plus de visibilité sur d'autres pertes opérationnelles susceptibles de se produire. Or, les données externes proviennent de banques de caractéristiques différentes d'où la nécessité d'une mise à l'échelle afin de rendre les données externes homogènes aux données internes. Compte

---

tenu de l'étendue et de la complexité de la gestion des risques d'entreprise, la bonne définition ainsi que la bonne gestion des risques opérationnels sont devenues donc une nécessité pour la pérennité de l'institution financière. La présente thèse s'inscrit dans ce contexte de référence et propose des solutions, quant au problème d'utilisation des données externes de pertes opérationnelles qui souffre du biais de l'échelle, en introduisant de nouveaux déterminants du risque opérationnel comme facteurs d'échelles.

## **2. Problématique et objectifs de la recherche**

Suite à un stage de fin d'études au sein du service risque opérationnel et contrôle interne dans le siège d'une des plus grandes banques marocaines, notre intérêt pour le sujet s'est automatiquement manifesté. En effet, suite à notre courte expérience professionnelle, les difficultés et les questions des managers dont nous en sommes témoins, constituent une piste primaire pour la constitution de notre problématique qui va nous permettre d'avoir un ancrage managérial intéressant par la suite. Nous avons remarqué que la modélisation de ce type de risque pose effectivement un grand problème pour les gestionnaires : ladite banque dispose d'une base de données interne, ainsi qu'une base de données externe regroupant l'ensemble des pertes connues dans l'industrie, cependant l'utilisation de cette dernière n'est pas optimale. C'est durant cette période qu'une multitude de questions ont commencé à émerger entre autres nous pouvons citer : pourquoi le risque opérationnel est si difficile à quantifier ? Comment tirer profit de ces deux bases de données pour avoir une meilleure visibilité sur l'occurrence d'un tel risque ? Comment nous pouvons améliorer la gestion de ce risque au sein de nos banques marocaines ?

L'intérêt porté pour ce sujet peut effectivement constituer un point de départ pour la construction de la problématique, néanmoins, le fait de s'intéresser à un sujet ne constitue pas un « objet de recherche » en tant que tel. Un raffinement doit être établi en soumettant le sujet

---

aux différentes théories, concepts et méthodologies pour en déduire les concepts fréquemment abordés, ou encore les lacunes et insuffisances théoriques, et surtout en déduire les préoccupations des managers dans ce domaine.

Commençons par la première voie envisageable pour élaborer la problématique est qui est la détection des insuffisances des théories existantes sur le sujet du risque opérationnel : la littérature empirique sur le risque opérationnel, est assez mince, ce qui n'est pas surprenant pour au moins deux raisons. La première est le manque de données de bonne qualité, étant donné le secret avec lequel les entreprises traitent leurs pertes opérationnelles. La deuxième est la difficulté de modéliser le risque opérationnel, car les causes des pertes opérationnelles sont extrêmement hétérogènes, allant de la fraude aux incendies aux poursuites judiciaires ou encore aux pannes informatiques.

En ce qui concerne l'étude des déterminants susceptibles d'avoir un impact sur le risque opérationnel, dans le cadre de la correction du biais de l'échelle dont souffre la base de données externe, la plupart des études se sont focalisées sur les facteurs spécifiques à la banque, la taille de la banque étant la spécificité de l'entreprise la plus utilisée comme variable explicative (Dahen & Dionne, 2010; Na et al., 2005, 2006; Shih et al., 2000; R. Wei, 2007). Cependant, il est souvent suggéré que ni les preuves empiriques ni la théorie et ni même l'intuition ne soutiennent l'importance de la taille en tant que déterminant des pertes opérationnelles (de Fontnouvelle et al., 2003; Herring, 2005; Pezier, 2003).

Il existe un manque relatif de littérature développée sur les impacts de la gouvernance d'entreprise, de l'économie et de l'environnement réglementaire et juridique sur la gravité des pertes opérationnelles. En effet, la question de savoir comment la gravité de l'événement de perte ou encore la fréquence peuvent être affectées par le pays dans lequel la perte est subie a reçu beaucoup moins d'attention.

---

L'humain est considéré comme étant l'une des principales sources de la provenance du risque opérationnel. Les individus sont des êtres culturels par nature, en d'autres termes chaque personne est façonnée par sa culture, et nos habitudes sont inscrites dans notre culture. La culture influence de la manière la plus profonde nos comportements. Il faut rappeler que la culture est partagée et collective. Elle constitue, en effet, la part inconsciente de nos comportements car elle est intériorisée. Les sociétés individualistes par exemple, ont plus tendance à connaître des risques opérationnels puisque le comportement individualiste par conséquence conduit les salariés du monde de la finance à devenir opportuniste et jouer ainsi contre l'intérêt de l'institution ce qui est le cas de la plupart des scandales qu'a connu le monde de la finance durant ces dernières années.

- > Pour résumer, lors de la consultation de la littérature empirique sur les déterminants du risque opérationnel, nous avons remarqué une contradiction dans la théorie concernant l'impact des facteurs spécifiques à la banque notamment la taille sur les pertes opérationnelles. Nous avons remarqué aussi un manque relatif de littérature développée sur les impacts de la gouvernance, de l'économie et de l'environnement réglementaire et juridique sur la gravité, et surtout sur la fréquence des pertes opérationnelles. Nous avons aussi aperçu que la dimension culturelle ou sociale est occultée au sein des travaux théoriques.

Nous nous interrogeons spécifiquement sur **les facteurs susceptibles d'avoir un impact sur la variation de la sévérité et la fréquence des pertes, afin de corriger le biais d'échelle dont souffre la base de données externe, qui regroupe l'ensemble des pertes opérationnelles observées dans l'industrie, et d'optimiser son utilisation pour une meilleure gestion du risque opérationnel.**

### 3. Positionnement épistémologique

Le choix d'une méthodologie pour bien mener sa recherche est d'une grande importance, puisque tout travail de recherche repose sur une certaine vision du monde. Le chercheur doit alors se positionner en amont, et trancher concernant le phénomène de management qu'il souhaite étudier en se posant des questions sur la nature de la réalité (construite ou donnée) à appréhender, sur ce que l'on propose d'étudier (la problématique), sur la finalité de la recherche, sur la nature de l'approche à adopter (quantitative, qualitative ou une combinaison des deux), et enfin sur la démarche à retenir (processus ou contenu).

L'adoption d'une méthode de recherche est souvent la conséquence d'un choix méthodologique et épistémologique. En effet, le paradigme épistémologique cadre les hypothèses de la recherche, contrôle la démarche de recherche en conditionnant les choix méthodologiques (inductive/déductive/abduction), ces derniers définissent à leurs tours les méthodes de recherche à mobiliser (quantitatives/qualitatives). Le questionnement épistémologique fait, par conséquent, partie intégrante de la construction d'un projet de recherche. Qu'est-ce que donc l'épistémologie ? Et quel est donc le positionnement épistémologique que nous allons adopter dans ce travail de recherche ?

Piaget (1967, p.6), définit l'épistémologie comme « l'étude de la constitution des connaissances valables ». Selon Perret & Séville (2007, p.13) « l'épistémologie a pour objet l'étude des sciences. Elle s'interroge sur ce qu'est la science en discutant de la nature, de la méthode et de la valeur de la connaissance. La réflexion épistémologique s'impose à tout chercheur soucieux d'effectuer une recherche sérieuse, car elle permet d'asseoir la validité et la légitimité d'une recherche. ». Cependant, nous remarquons de nos jours, que les chercheurs ont toujours tendance à confondre entre « épistémologie » et « méthodologie ». En effet, selon Gavard-Perret et al. (2012, p.14) le questionnement épistémologique ne se limite pas à une réflexion

---

méthodologique, mais vise à clarifier la conception de la connaissance sur laquelle le travail de recherche reposera, c'est-à-dire définir l'objectif de la recherche, la stratégie de recherche, ainsi que les méthodes et les techniques mobilisées. La méthodologie n'est dans ce cas qu'un aspect de l'épistémologie qui s'intéresse à la pertinence et à la validité du processus d'élaboration des connaissances mis en œuvre à l'égard de l'objectif de recherche poursuivi.

Un chercheur ne construit pas sa propre conception de la connaissance isolément, celle-ci est influencée par les grands courants de pensée auxquels se réfèrent les chercheurs de la communauté à laquelle il appartient, appelés paradigmes épistémologiques. En matière d'épistémologie, les recherches en sciences de gestion reconnaissent généralement deux groupes de positionnements possibles qui sont usuellement identifiés comme étant des repères épistémologiques en sciences de l'organisation au sens de Kuhn (1963) : (1) le positivisme ; et (2) l'interprétativisme et le constructivisme. Pour résumer ces trois paradigmes nous pouvons dire que la philosophie positive estime qu'il existe une essence propre à l'objet de connaissance cette essence est la « Réalité », elle met donc l'accent sur la vérification de la réalité, le projet du constructivisme tend à la construire et l'interprétativisme à la comprendre (Perret & Séville, 2007, p.14).

Les positivistes (au sens du positivisme logique) considèrent que la réalité existe en soi et que la connaissance est objective. Ils admettent ainsi que cette réalité a ses propres lois quasi-invariables et que dans cette réalité existe un ordre universel qui s'impose à tous. La vision déterministe de la réalité qui caractérise cette approche se fait à travers une démarche causale, en d'autres termes, il s'agit de trouver une concomitance constante entre les événements et de reconstituer la chaîne cause-effets. Le positivisme ne reconnaît comme scientifique qu'une

---

méthode reposant sur la logique déductive<sup>1</sup> qu'il considère comme étant la seule méthode permettant d'avoir une reproduction objective de la réalité et refuse d'attribuer un caractère scientifique à la logique inductive<sup>2</sup>. La déduction est une démarche qui fonde le raisonnement hypothético-déductif et qui met l'accent sur l'élaboration d'une ou plusieurs hypothèses et à les confronter par la suite à une réalité. Cependant, cette approche positiviste est de plus en plus critiquée, spécifiquement par deux théoriciens qui sont Popper et Kuhn, car l'imprévisibilité et l'instabilité des comportements sont deux éléments qui caractérisent plus les sociétés que l'irréversibilité et la rationalité (Perret & Séville, 2007, pp.17-23 ; Wacheux, 1996, p.40).

Il n'est donc pas toujours possible de saisir parfaitement la réalité dans son ensemble, surtout lorsqu'il s'agit des systèmes humains et sociaux, c'est dans cette perspective que le paradigme post-positiviste a été développé. Le post-positivisme, diffère du positivisme en considérant que la réalité ne peut être connue que de manière probabiliste, et donc la vérification n'est pas possible. De même, le chercheur doit se contenter d'approcher au plus près la réalité, en particulier en multipliant les méthodes. De ce point de vue, alors que les positivistes n'envisagent pas d'autres approches que la méthode expérimentale et la vérification d'hypothèses par les tests statistiques, les post-positivistes acceptent d'autres modes de collecte de données (Gavard-Perret et al. 2012, pp. 28-34 ; Gephart, 2004).

Dans cette recherche, le positionnement épistémologique adopté devrait être proche du post-positiviste dans la mesure où la réalité existe mais ne peut être appréhendée que de façon imparfaite. Cette recherche se veut d'emprunter une « boucle récursive » comportant une

---

<sup>1</sup> La logique déductive est un raisonnement qui conclut à partir de prémisses, d'hypothèses à la vérité d'une proposition en utilisant des règles d'inférence. Selon Grawitz, La déduction est avant tout un moyen de démonstration. (Cité par Charreire Petit & Durieux, 2007, p.60).

<sup>2</sup> La logique inductive est une logique de généralisation prenant appui sur un raisonnement par lequel nous passons du particulier au général, des faits aux lois, des effets à la cause et des conséquences aux principes (Charreire Petit & Durieux, 2007, p.61).

---

abduction, une déduction et une induction dépassant ainsi l'opposition classique entre démarche inductive et démarche hypothético-déductive. Ces catégories d'inférences coexistent dans le processus de la production de la connaissance. Le chercheur peut être amené à inférer à partir d'observations de manières incertaines des lois (induction), ou plus vraisemblablement des conceptualisations, explications ou conjectures (abduction). Ces conceptualisations, associées à un certain nombre de conditions initiales, sont susceptibles de servir de prémisses et peuvent éventuellement faire l'objet d'un test. À l'issue d'inférences certaines (déduction), le chercheur est en mesure d'avancer une conclusion explicative et/ou prédictive. L'utilisation de la technique de la déduction va nous permettre donc de générer des conséquences, alors que l'induction d'établir des règles générales et finalement la technique de l'abduction de construire des hypothèses. Ces trois phases qui sont l'induction, l'abduction ainsi que la déduction sont donc enchâssées, au sein de boucles itératives utilisées tout au long de la présente étude. Rappelons, enfin, que cette boucle n'a pas besoin d'être intégralement parcourue durant la présente recherche : il suffit qu'elle le soit collectivement dans la communauté scientifique (Charreire Petit & Durieux, 2007, p.64 ; David, 1999 ; Gavard-Perret et al., 2012, p.34).

#### **4. Intérêt et déroulement de la recherche**

L'ambition de ce projet de recherche est de mieux comprendre les causes du risque opérationnel puisque la difficulté de la modélisation de ce risque réside dans l'hétérogénéité de ses déclencheurs. L'objectif de cette thèse est donc de développer une méthode qui peut utiliser des données externes pour prédire la gravité et la fréquence des pertes auxquelles une banque est exposée. Nous visons, dans un premier lieu, déterminer les facteurs qui peuvent avoir un impact significatif sur le montant puis la fréquence des pertes opérationnelles en introduisant un nouveau facteur qui capte l'effet culturel. Une fois les facteurs retenus, nous pouvons donc mettre à l'échelle une perte opérationnelle observée dans l'industrie et calculer son équivalent

---

pour une banque donnée, et anticiper par conséquent des événements rares, mais dont les conséquences sont d'une immense lourdeur pour les banques. Cette méthode personnalisée permet une meilleure maîtrise du coût du risque opérationnel et permet aussi d'assurer l'optimisation de la couverture de ces risques.

À cette fin, nous utilisons un échantillon de 6 535 événements de pertes opérationnelles enregistrées sur deux décennies allant de 1996 à 2016 dans plus de 120 pays à travers le monde. Une caractéristique unique de cette étude est l'utilisation d'une nouvelle source de données sur les pertes opérationnelles qui identifie les événements réels de pertes opérationnelles, il s'agit de la base de données SAS OPRISK qui est considéré comme étant un consortium de données de premier plan composé de plusieurs dizaines de banques internationales. Nous examinons en particulier sept types de risque qui peuvent être particulièrement sensibles aux conditions réglementaires économiques de gouvernance ainsi qu'aux facteurs culturels : Fraude Interne ; Fraude Externe ; Pratiques en matière d'emploi et sécurité sur le lieu de travail ; Clients, produits et pratiques commerciales ; Dommages aux actifs corporels, Dysfonctionnement de l'activité et des systèmes et Exécution livraison et gestion des processus.

Nos résultats seront à la fois utiles aux organismes de réglementation chargés de la politique bancaire et aux gestionnaires des risques bancaires, qui sont obligés d'élaborer des mesures quantitatives d'atténuation des risques opérationnels, et qui souhaitent comprendre les facteurs de risque opérationnel dans les différentes juridictions dans lesquelles leurs entreprises opèrent.

## **5. Organisation de la thèse**

Afin de conduire cette recherche, nous proposons de nous inspirer du style APA pour rédiger la présente thèse. Le style APA est un format éditorial défini par l'American Psychological

---

Association<sup>3</sup> pour les publications et écrits scientifiques, dans les domaines des sciences humaines. Les normes APA suivent des règles spécifiques non seulement sur la manière dont les sources doivent être citées ou encore comment la présentation de la bibliographie doit être faite, mais les normes APA donnent aussi des indications pour la mise en page des documents académiques (American Psychological Association, 2019).

Ainsi, le plan que nous avons suivi dans ce travail doctoral est fortement inspiré de cette démarche. En effet, notre travail est composé de sept chapitres articulés autour de deux parties. La première partie regroupe les trois premiers chapitres, ces derniers permettent de préciser notre assise théorique et de développer nos hypothèses, et un chapitre consacré au protocole de notre recherche en se focalisant sur la méthodologie et à la présentation de notre échantillon. La seconde partie, composée de trois chapitres, concerne les différentes analyses menées et les résultats obtenus, ainsi qu'à la discussion de ces résultats. Ce travail de recherche s'achève par une conclusion générale qui revient sur les principaux apports théoriques et managériaux qui sont appréciés au regard des limites de cette étude. Le recul acquis à la fin de cette recherche nous permet de dégager des pistes de recherches futures prometteuses. Sommairement décrits dans ce paragraphe, nous revenons dans ce qui suit sur les principaux éléments développés dans les différents chapitres de notre thèse. Au début de chaque chapitre nous allons présenter un schéma démontrant les titres des sections pour avoir une meilleure visibilité de la structure du chapitre.

Le **premier chapitre** (*Chapitre I : Cadre théorique de la recherche sur le risque opérationnel bancaire*) mettra l'accent sur l'origine de la notion du risque et sur les différents termes avec lesquels la notion du risque peut être confondue. Nous nous intéresserons dans ce chapitre aussi à la terminologie liée au risque opérationnel. Nous expliquerons l'émergence de ces risques

---

<sup>3</sup> <https://apastyle.apa.org/style-grammar-guidelines> .

---

dans le secteur bancaire en clarifiant les particularités du risque opérationnel bancaire et en énumérant les différents scandales financiers liés au risque opérationnel.

En revanche, le **deuxième chapitre** (*Chapitre II : Quantification du risque opérationnel des institutions bancaires*) se focalisera sur la réglementation bancaire nationale et internationale, et l'apport du comité de Bâle en matière du risque opérationnel, en effectuant une vue d'ensemble de Bâle I et de Bâle II, ainsi que les nouvelles propositions suggérées dans le cadre de Bâle III. Nous mettrons essentiellement l'accent sur les avantages que peut représenter l'incorporation d'une base de données externe dans le processus de gestion du risque opérationnel.

L'étude des facteurs explicatifs du risque opérationnel des firmes bancaires fait l'objet du **troisième chapitre** (*Chapitre III : Facteurs déterminants du risque opérationnel bancaire*). Nous allons détailler les facteurs spécifiques à l'institution financière (taille de la banque, la ligne d'affaire, les types de risques), et puis les facteurs concernant l'environnement dans lequel opère l'institution bancaire (lieu géographique, taux de chômage, PIB, système juridique, facteurs culturels) ; et enfin expliquer l'impact que peut avoir ces facteurs sur la sévérité et la fréquence des pertes opérationnelles. Cette étape nous permettra d'élaborer nos hypothèses de recherche qui stipulent que les facteurs micro et macro-environnementaux ont un impact significatif sur la sévérité et la fréquence des pertes opérationnelles.

Dans le **quatrième chapitre** (*Chapitre IV : Démarche méthodologique*), nous allons présenter notre protocole de recherche qui reprendra en détails les éléments méthodologiques liés au déroulement de notre collecte de données, et expliquera en détails la démarche adoptée empiriquement. Nous présenterons ensuite les caractéristiques de la base de données SAS et enfin nous allons finir ce chapitre par une étude statistique sur les variables dépendantes ainsi que les variables explicatives.

Le **chapitre V** (*Chapitre V : Facteurs déterminants de la sévérité des pertes opérationnelles : Évidence empirique*) se structure de la manière suivante : la première section consiste à établir une revue de la littérature concernant le modèle de la régression multiple, ses hypothèses, et l'estimateur qui est le MCO. Nous prévoyons par la suite, de traiter la multi-colinéarité et comment gérer l'abondance d'informations ainsi que les différentes techniques de sélection de variables explicatives. Nous allons nous attarder sur les étapes de validation du modèle. Le point suivant sera consacré aux problèmes particuliers liés au non-respect des hypothèses à travers l'étude de deux formes de violation qui sont l'autocorrélation des erreurs et l'hétéroscédasticité. Pour chacun des deux cas, nous allons détailler les outils de détection, les causes, ainsi que les outils de correction à travers de nouvelles procédures d'estimation. La deuxième section se focalisera sur les différentes étapes encourues pour avoir une formule adéquate qui nous permettra d'estimer au mieux le montant des pertes opérationnelles. Nous évoquerons bien évidemment les résultats de l'estimation des coefficients du modèle avec justification dans la troisième section. En revanche, la dernière section du chapitre se focalisera sur l'interprétation des résultats statistiquement et économiquement.

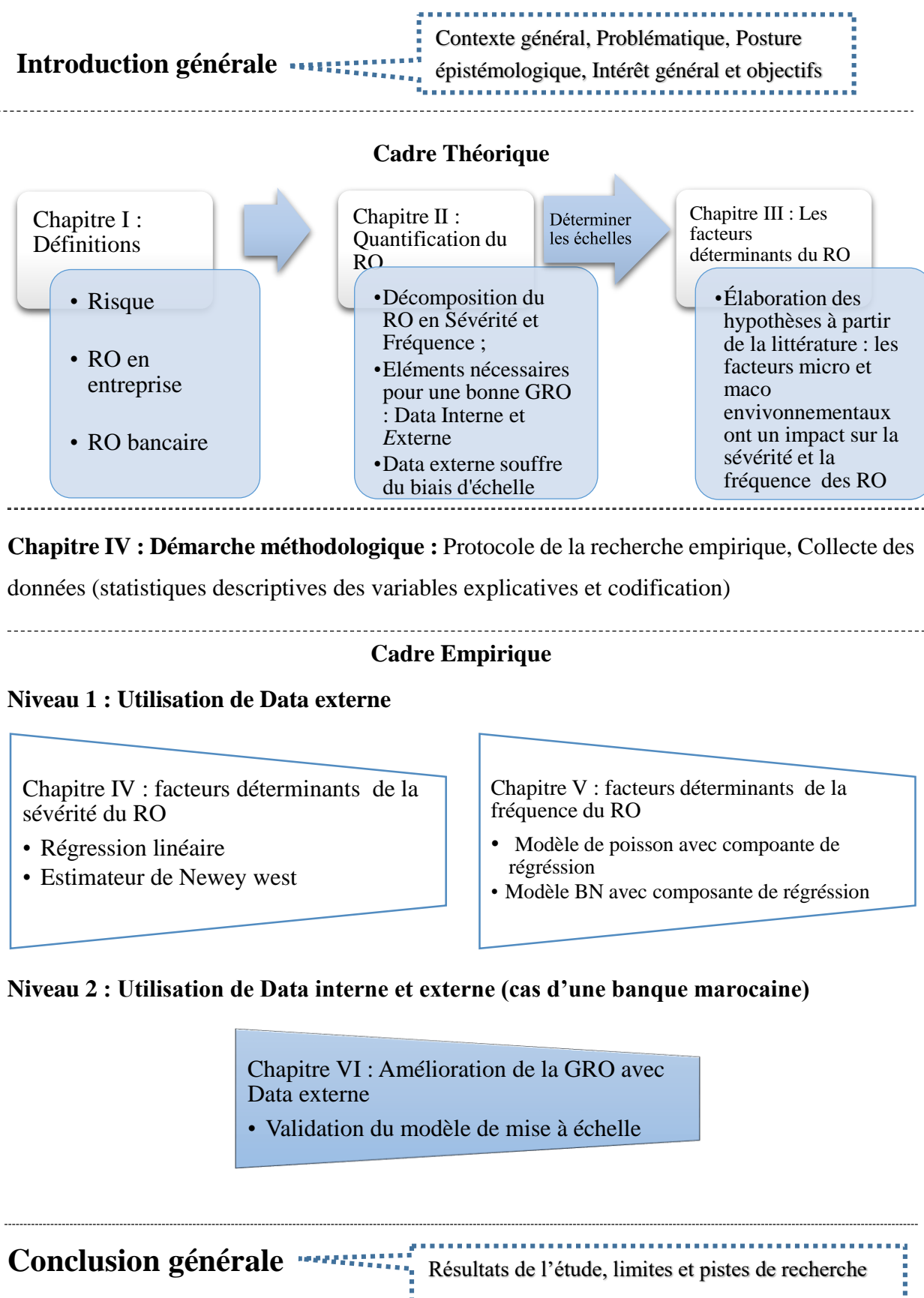
Nous allons commencer le **sixième chapitre** (*Chapitre VI : Facteurs déterminants de la fréquence des pertes opérationnelles : Évidence empirique*) par la justification du choix du modèle d'estimation de la fréquence du risque opérationnel, qui est le modèle de comptage tronqué (count data) au lieu de l'application d'une régression linéaire normale. Nous allons aborder dans la même section les deux modèles les plus fréquents lorsqu'il s'agit de l'explication d'un nombre (non-continu), qui sont le modèle *Poisson* tronqué avec composante de régression ou encore le modèle *Binomial Négatif* avec composante de régression. Bien évidemment, nous allons justifier le choix d'utilisation des modèles tronqués au lieu d'un modèle normal. Dans la deuxième section, nous allons nous focaliser sur les résultats de

---

l'estimation de la fréquence des pertes en utilisant les deux méthodes évoquées ci-dessus. La dernière section concerne l'interprétation statistique et économique des résultats.

Dans le **septième chapitre** (*Chapitre VII : Amélioration de la gestion des risques opérationnels via la mise à échelle d'une base de données de pertes externe –cas d'une banque marocaine*) nous allons essayer de valider le modèle estimé du montant et de la fréquence en l'appliquant dans un contexte marocain. Pour ce faire, nous allons étudier dans une première section l'historique des pertes d'une banque marocaine. Nous allons voir ensuite, dans cette section si le montant de la perte peut expliquer le comportement de l'intervalle de temps entre la découverte et la reconnaissance des événements de perte (sous-hypothèses) avant de passer à l'application de la mise à échelle. La deuxième section consiste à détailler le processus de l'application du modèle de mise à l'échelle de la sévérité en se référant à la banque marocaine X. La dernière section est consacrée à l'application du modèle de mise à l'échelle des fréquences.

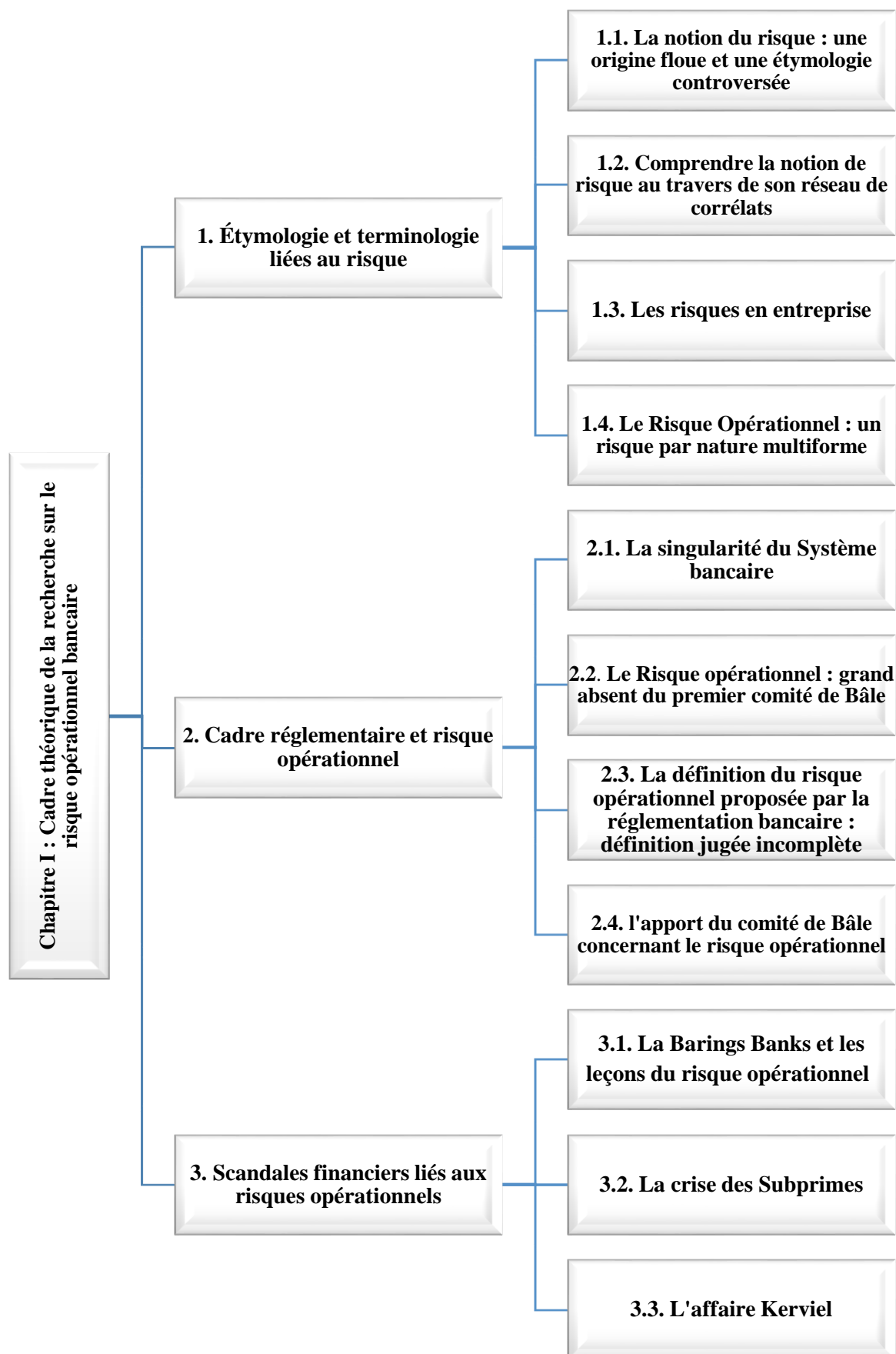
Le Design de la thèse est donc présenté dans la figure suivante :

**Figure 1***Design de la recherche*



## **Chapitre I : Cadre théorique de la recherche sur le risque opérationnel bancaire**





---

## Introduction du premier chapitre

Commençons par une note plus « humoristique » en montrant que le chaos qui caractérise actuellement notre monde et qui touche tous les domaines notamment le système financier, est sans doute ce qui démontre la justesse des principes énoncés par les lois dites de Murphy ou encore celles de Finagles. Ce pessimisme latent a été érigé en loi par le capitaine de l'armée de l'air des Etats-Unis Edward Murphy. La loi de Murphy est une loi empirique, c'est-à-dire directement tirée de l'expérience, un adage qui s'énonce de la manière suivante « tout ce qui peut mal tourner, va mal tourner ». Cette loi fondamentale de Murphy a donné naissance à de très nombreux corollaires dans les domaines les plus divers. Ils prédisent statistiquement que « le pire événement prévisible pouvant arriver va arriver, et ce, de la manière la plus désastreuse, au pire moment, et au pire endroit » (Le Ray, 2006, p.20).

Ces lois s'appliquent parfaitement au monde de l'entreprise puisqu'elles estiment que tout système a ses failles et aussi minimes sont-elles, elles seront toujours un jour ou l'autre exploitées à des fins malhonnêtes. Ainsi, malheureusement, le monde ne semble plus vivre qu'au rythme de l'évolution erratique, les scandales financiers se multiplient, s'accumulent et la sphère médiatique apparaît très polarisés sur ces catastrophes financières, industrielles, sanitaires et/ou environnementales du monde des entreprises, concrétisant de manière cruelle des risques multiples et complexes par nature. Il est parfaitement évident que la grande majorité des aspects de ses maximes et ses dérivés sont exagérés à l'extrême. Il ne s'agit bien évidemment que d'une interprétation banale des lois statistiques, interprétation qui ne peut pas être prise en défaut tant que l'on ne s'aventure pas à quantifier.

Nous pouvons donc constater que notre société est quelquefois présentée comme la société du *Risque* puisque le risque est omniprésent dans la vie courante et sans cesse mis en avant par la

scène médiatique. Les questions qui se posent sont les suivantes : les risques seraient-ils une nouveauté ou seulement une prise de conscience accélérée pour notre monde ? Y'aurait-il de nos jours plus de risques pour les entreprises que par le passé ?

La réponse est tout simplement Non, un premier constat s'impose : les risques ont toujours existé et ne sont pas considérés comme étant une invention de notre monde moderne accentuée par l'existence de vecteurs de communications par le biais de tous les canaux d'information disponible, ou de la virtualisation accrue de l'économie.

L'objet de ce premier chapitre est donc de soulever brièvement de l'origine de la notion du risque en se plaçant ainsi dans une rétrospective historique, pour ensuite s'attarder sur les différents termes avec lesquels la notion du risque peut être confondue. Nous allons resserrer notre discours et mettre l'accent sur la notion du risque opérationnel ainsi que sur la terminologie liée à ce type de risque, et expliquer par la suite l'émergence de ces risques dans le secteur bancaire en clarifiant les particularités du risque opérationnel bancaire. Ce premier chapitre, qui représente le cadre théorique de l'étude, est d'une immense importance puisque les définitions des concepts clés sont une partie centrale de la logique de toute pratique ; sans système de concepts et de taxonomies, toute pratique d'intervention est aveugle, désorganisée et d'une légitimité douteuse. Mais afin de mieux cerner la notion du risque opérationnel, il nous semble primordial d'expliquer l'émergence de ce type de risque à travers des exemples. Pour cela, nous allons détailler trois études de cas, trois faits saillants de l'histoire récente montrant les dégâts que ce risque peut éventuellement engendrer.

## **1. Étymologie et terminologie liées au risque et au risque opérationnel**

Travailler sur le risque opérationnel demande de revenir à l'origine de ce qu'est un risque en général et notamment revenir à son étymologie. L'étymologie du terme « risque » permet de retracer son histoire. Nous estimons que la connaissance étymologique du mot risque ne peut être que bénéfique puisque cela nous aidera pour augmenter la compréhension de ses nuances et de sa connotation, et nous facilitera par la suite l'identification du risque opérationnel. La deuxième étape dans cette section consiste à définir une terminologie du risque puisque la compréhension du réseau de ses corrélats permet une meilleure compréhension de la notion du risque. Notre objectif est de proposer une analyse de la notion de risque sous plusieurs éclairages. Le but est donc ici d'une part, de présenter une terminologie et une étymologie de la notion du risque, d'autre part, d'éclaircir la notion du risque dans l'entreprise. Dans cette perspective, il s'agit de mobiliser les connaissances sémantiques et gestionnaires pour cerner la notion de risque telle qu'elle est aujourd'hui considérée, utilisée et interprétée.

### **1.1. La notion du risque : une origine floue et une étymologie controversée**

Sans vouloir réécrire l'histoire, il est utile de rappeler en préambule de notre réflexion que les risques en entreprise, d'une manière générale, ne sont pas une invention récente. La provenance et l'histoire du mot risque demeurent très complexes et controversées. Son aventure linguistique mérite d'être clarifiée et exige que nous nous interroguions brièvement sur ses origines dans la mesure où cette notion occupe un positionnement central dans nos sociétés. Les philologues<sup>4</sup> attribuent plusieurs étymologies différentes à la notion du risque : Le mot risque pourrait provenir du latin médiéval, de l'arabe, d'un terme roman ou encore du grec.

---

<sup>4</sup> Spécialistes de l'étude historique (grammaticale, linguistique, etc.) des textes.

---

Le terme risque trouve son origine dans le latin médiéval *resicu* provenant du bas latin *resecum*. Maintes fois attestée, « cette racine *resecum* indique ce qui coupe pour désigner d’abord l’écueil qui menace les navires puis plus généralement le naufrage ou tout danger encouru par les navigateurs et les marchandises en mer » (Pereti-Watel, 2010, p. 6).

Une autre hypothèse consiste à attribuer l’origine du mot à l’arabe. Le son du mot rappelle celui que produit la prononciation des radicales arabes R.Z.Q d’où est tiré le substantif *rizq* رزق au sens du risque de profit, de conséquences favorables ou encore tout ce que l’homme acquiert sur terre (propriété, maison, santé, connaissances, capacités physiques, les richesses matérielles et spirituelles...) (Quinsat, 2006, p.7). Cette étymologie a déjà été plusieurs fois défendue, par Marcel Devic dans son supplément au dictionnaire d’Emile Littré (Devic, 1983, p.59).

Guiraud (1982) propose une troisième hypothèse. L’étymologie du mot risque est à trouver, selon lui, dans le terme romain *rixicare* provenant du latin *rixicare* signifiant se quereller. Ou encore, le terme français serait emprunté de l’ancien italien *risco* apparu au XVIème siècle (ou de l’espagnol *riesgo*) qui lui-même vient du bas latin<sup>5</sup> *resecum*, d’où le sens de *risco* : risque que court une marchandise en mer (Bloch & Von Wartburg, 1986).

Selon (Pereti-Watel, 2010) que cela soit dû à cette origine ou à autre, en langue Française, le mot risque se cantonnera tout d’abord aux assurances maritimes et sera donc intimement lié à la fortune de mer, ne prenant le sens de risque menaçant les avances de l’entrepreneur que bien plus tard.

L’étymologie du vocable reste incertaine, si l’on en croit les résumés qu’en proposent les principaux dictionnaires historiques ou étymologiques, mais ce périple historique nous a permis

---

<sup>5</sup> Ou latin tardif : est le latin de l’Antiquité tardive, c’est-à-dire les versions du latin qui s’écrivaient du III<sup>ème</sup> au VI<sup>ème</sup> siècle.

---

d'éclairer dans un premier temps son utilisation et son sens. Aucun consensus sérieux, sauf pour ce qui est de son point de diffusion majeur en Europe. La Méditerranée semble bien être l'origine géographique du mot « risque » (Magne, 2010, p.5). Nous pouvons conclure que le risque est donc un concept que son ambiguïté intrinsèque rend difficile à cerner, sur le plan épistémologique.

## **1.2. Comprendre la notion de risque au travers de son réseau de corrélats**

De nos jours, le terme risque est devenu un mot-clé de notre monde contemporain, fréquemment employé tant par les médias que par les académiques, et qui pour ces raisons méritent toute notre attention. Comment pouvons-nous donc définir le risque ?

Il ne suffit malheureusement pas de se référer aux dictionnaires commerciaux (Robert, Larousse), qui le décrivent comme étant un danger éventuel plus ou moins prévisible, pour cerner ce concept. Le risque est-il, une situation dans laquelle l'incertitude est mesurable (Knight, 1921), une probabilité d'apparition d'un événement indésirable (Savage, 1972 ; Bernoulli, 1954), un événement indésirable susceptible de se produire (Hansson, 2004), un danger d'un type bien particulier, aléatoire et sans cause (Pereti-Watel, 2010), ou encore autre chose ?

Même si toutes ces définitions ont en commun la notion de potentialité, elles révèlent qu'il n'existe pas de consensus à propos du risque. Nous remarquons que ce concept polymorphe est situé à la croisée des probabilités, de l'incertitude et du danger. Chacun aura donc sa propre nuance ou compréhension du « risque », ceci induit de ce fait une myriade de connotations possibles.

Le risque est une situation dans laquelle l'incertitude est mesurable et dont les conséquences sont jugées défavorables. C'est ainsi que Frank Knight a développé la théorie du risque pour la

---

première fois en 1921 dans son livre « Risk Uncertainty and Profit ». En effet, l'économiste a introduit une distinction entre la notion du risque et la notion de l'incertitude (Knight, 1921). Il qualifie le risque comme étant un futur dont la distribution d'états possible est connue alors que l'incertitude est un futur dont la distribution d'états n'est pas connue, et ne peut être connue, le phénomène mis en jeu reste indéterminé, non pas par manque d'information, mais de par sa nature même (Brooke, 2010, p.222).

Les historiens des sciences s'accordent à attribuer à Blaise Pascal l'origine du calcul des probabilités qui est né en 1654. Juste après, le calcul probabiliste va essaimer dans toutes les sciences : en physique, en génétique, en sociologie, mais aussi en économie. Effectivement, de même que les mathématiciens ont voulu quantifier le hasard en inventant les probabilités, les économistes ont voulu quantifier l'incertitude économique en modélisant les risques (Godfroy-Genin, 2000, p.7).

Daniel Bernoulli, en 1738, apporte la première définition scientifique « le risque est l'espérance mathématique d'une fonction de probabilité d'événements ». En termes plus simples, il s'agit de la valeur moyenne des conséquences d'événements affectés de leur probabilité. (Bernoulli, 1954).

Des années plus tard, Barthe et al. (2001, p.37) rapprochent le risque à la notion de danger et définissent ; « le risque désigne un danger bien identifié, associé à l'occurrence d'un événement ou d'une série d'événements, parfaitement descriptibles, dont on ne sait pas s'ils se produiront, mais dont on sait qu'ils sont susceptibles de se produire ». Le risque est donc un danger d'un type bien particulier. C'est un danger aléatoire, sans cause, un danger accidentel. Toutefois, sa prédiction est rendue possible par son caractère aléatoire : l'aléa obéit à des règles, que les calculs probabilistes permettent de saisir.

---

Une définition plus sociale de la notion du risque est proposée par Pereti-Watel (2010, p.115). En effet, l'auteur estime que le risque n'est pas réductible à une règle de calcul combinant rigoureusement des outils probabilistes et des données statistiques. « La notion de risque caractérise l'activité prospective d'un individu en quête de maîtrise, qui veut contrôler son existence en colonisant le futur, attitude dont les calculs de l'actuaire ou de l'assureur constituent une modalité archétypale ».

Nous allons donc finir par une citation tirée du Dictionnaire de la langue philosophique par Paul Foulquié. D'après le Dictionnaire le risque est défini comme étant un « Danger ou péril dans lequel l'idée de hasard est accusée, mais avec la perspective de quelques avantages possible. C'est en vue de ces avantages que l'homme assume des risques, mais, d'ordinaire, tout en s'assurant le plus possible contre eux » (cité par Le Ray, 2006, p.3). Cette citation nous livre une définition originale et plutôt exhaustive du risque et de ses caractéristiques fondamentales. Elle arrive à énoncer en peu de mots quelques-uns des enjeux et motivations essentiels de la gestion des risques.

Pas de danger, pas de risque, c'est ce que l'auteur essaye de nous clarifier. Le risque est alors consécutif à la présence d'un danger. En l'absence de cette exposition au danger, le risque n'a plus de sens. Proche, le risque n'est pas le danger, le danger vient du latin populaire *dominarium* autrement dit le pouvoir de dominer, il a donc une connotation fataliste et désigne quelque chose dont on sait que la rencontre ou l'interaction avec ce dernier aura des retombées négatives sur le cours de l'action<sup>6</sup>.

---

<sup>6</sup> Une grande partie de la littérature sur le risque distingue le danger du risque. Le danger relève d'une menace quelconque sur les personnes ou sur les choses ayant de la valeur pour les personnes. Alors que le risque est la mesure de ladite menace en termes de probabilité de pertes associées au phénomène qui se présente et de vulnérabilité spécifique à l'élément exposé ;

Le péril n'est qu'une forme aggravée, plus palpable, du danger. La citation introduit un principe de progressivité du risque, du danger au péril, lequel induit la possibilité de valoriser le risque.

Attardons nous maintenant sur certains mots clés de cette définition.

« (...) l'idée de hasard est accusée (...) »

Pour certains, le hasard serait ce que l'on ne peut prévoir. Pour d'autres, il existe des facteurs plus prévisibles que le pur hasard qui peut être impliqués dans cette affaire. Ils définissent le hasard comme puissance considérée comme la cause d'événements apparemment fortuits ou inexplicables et que cette imprévisibilité des événements est soumise à la seule loi des probabilités<sup>7</sup>. Cela rend l'ambition de gérer le risque beaucoup plus crédible, puisqu'il appartient désormais à un univers statistique, modélisable et gérable.

« (...) perspective de quelque avantage possible (...) »

Le mot « perspective » peut être défini comme étant un « ensemble d'événements, de projets ou évolution, devenir de quelque chose qui se présente comme probable ou possible, éventualité, horizon »<sup>8</sup>. Perspective est une manière d'associer la notion de risque à celle d'objectif ; Ce qui enlève un peu de son caractère immatériel puisque la perspective est un point qu'on peut visualiser, qu'on peut viser. Le mot avantage dans la définition laisse entrevoir qu'il est parfaitement possible qu'un risque ait des conséquences positives et représente ainsi une opportunité, alors que la plupart des définitions citées auparavant décrivent le risque comme « un inconvénient possible ».

---

<sup>7</sup> <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/hasard/39162?q=hasard#39082> ;

<sup>8</sup> <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/perspective/59822#definition> .

« (...) L'homme assume (...) tout en s'assurant le plus possible contre (...) »

Les fondamentaux de la gestion du risque sont exposés dans cette partie de la définition, qui a pour but ultime la maîtrise de l'ensemble des risques. L'objectif idéal serait donc de supprimer tous les risques, mais ceci semble utopique puisque le risque est indissociable de toute activité. L'expression « le plus possible » nous rappelle ici que la couverture assurantielle ne sera probablement pas exhaustive.

Devant ce galimatias<sup>9</sup> sémantique nous remarquons que le mot risque détient des sens multiples et évolutifs, et c'est bien d'ailleurs le seul point d'accord des experts en la matière. Néanmoins, si nous nous basons sur une dimension plus classique pour approcher la notion du risque nous lui attribuerons une connotation purement négative (menace, accident ...) dans cette étude.

### **1.3. Les risques en entreprise**

Après avoir défini globalement le risque, nous allons maintenant resserrer notre discours autour du risque en entreprise, puisque l'entreprise se trouve au cœur d'un système complexe, composé d'une myriade d'éléments, pour certains amicaux, pour d'autres hostiles, mais tous potentiellement porteurs de risques.

Mekouar (2006, p.22-25) définit le risque en entreprise comme « étant un événement aléatoire, provoquant une perte et/ou mettant en danger un ou plusieurs objectifs jugés prioritaires par les dirigeants ». Selon l'auteur, le risque résulte donc de la combinaison d'un aléa avec une série d'enjeux. Il définit le mot aléa comme étant la manifestation d'un phénomène caractérisé par une probabilité d'occurrence et l'intensité de sa manifestation, et par enjeux, qui sont généralement comptabilisables, il désigne les perturbations économiques et sociales qui

---

<sup>9</sup> Ecrit confus.

résident essentiellement dans les pertes (financières, humaines, d'image) et/ou les sanctions légales (amendes, interdiction d'exercer...).

Il existe bien évidemment de multiples autres définitions du risque :

- Celle du guide ISO/CEI Guide<sup>10</sup> 73 (2002) sur la terminologie du management du risque définit le risque comme « la combinaison de la probabilité d'un événement et de ses conséquences ». Le risque est donc une notion statistique du fait de son caractère incertain ;
- Celle de la norme ISO 31000 (2018)<sup>11</sup> en Risk management « le risque est l'effet de l'incertitude sur les objectifs ». Par effet, nous désignons l'écart positif et/ou négatif par rapport à une attente ;
- Celle des assureurs qui se focalisent sur le « risque pur » ou « risque négatif » mutualisable et statistiquement prévisible. Selon Mekouar (2006, p.24) l'assureur définit le risque comme étant l'éventualité d'un événement ne dépendant pas exclusivement de la volonté des parties et pouvant causer la perte d'un objet ou tout autre dommage, qui est assurée ,et met ainsi en avant le caractère aléatoire du risque : c'est l'éventualité d'un événement ne dépendant pas exclusivement de la volonté des parties et pouvant causer la perte d'un objet ou tout autre dommage, qui est assurée ;

---

<sup>10</sup> International Organisation for Standardisation/ International Electrotechnical Commission 73 est un guide qui a été élaboré par le groupe de travail du bureau de gestion technique de l'ISO sur la terminologie du management de risque ;

<sup>11</sup> Puisque la norme ISO 31000 vise à devenir le référentiel unique en matière de management des risques, le Centre Européen de Normalisation a répertorié environ 60 standards en relation avec le mot « risque ». C'est pourquoi, une révision de l'ISO Guide 73 – Vocabulaire du management du risque – a été menée parallèlement aux développements de l'ISO 31000 afin de faciliter les discussions entre professionnels des risques (tous secteurs confondus).

- Celle des gestionnaires de projet, qui considèrent le risque comme étant un facteur inhérent à tout projet quelle que soit sa nature, et qui évaluent la possibilité qu'un projet ne s'exécute pas conformément aux prévisions (Courtot, 1998) ;
- Celle des investisseurs qui considèrent le risque et l'investissement comme étant indissociables : un investissement comporte un risque naturel compte tenu de non-certitude qui pèse sur les profits que l'on en espère. D'après Pezet (2000), le risque peut être conçu comme étant la probabilité d'obtenir un rendement négatif ;
- Celle des banquiers qui définissent le risque comme une incertitude sur la valeur future d'une donnée actuelle. Pour les banquiers, le risque est une composante du métier à prendre en compte au quotidien dans toutes les activités, ils considèrent le risque comme l'essence même du métier du banquier puisque l'activité bancaire s'est développée dès le départ sur l'acceptation de prêter de l'argent contre une forme de rémunération, les intérêts. Ce qui constituait déjà en soit une acceptation d'un risque, celui du non-remboursement du prêt et des intérêts (Chelly & Sébéloùé, 2014).

En somme, un risque peut être défini, sinon souvent perçu comme une incertitude, une menace ou une opportunité plus ou moins probable, que le système ou l'activité doit anticiper, comprendre et gérer pour protéger ses actifs et sa valeur, et atteindre les objectifs définis dans le cadre de la stratégie. Le risque en tant qu'opportunité, qui peut être qualifié comme spéculatif, est lié à des situations favorables permettant à un investisseur de réaliser un rendement financier important. En revanche, le risque en tant que menace, ou encore le risque pur, est associé aux situations négatives qui peuvent causer éventuellement des pertes économiques ou financières. Et finalement, le risque autant qu'incertitude est associé à l'ensemble de toutes les situations possibles liées à un événement à venir, que ces situations aient des effets négatifs ou positifs.

---

Remarquons que risque est l'un des rares mots de la langue française qui ne possède pas d'antonyme (St-Pierre, 2004, p.145).

La brève description que nous venons de réaliser montre la pluridisciplinarité et la grande diversité d'approches et de perspectives qui se traduisent dans la multiplicité des définitions du terme, tantôt confondu avec danger, tantôt synonyme d'aléa. Les débats qui entourent la notion de risque révèlent une absence de conception commune de ce que couvre cette notion. D'ailleurs, le sociologue allemand Luhmann (1993) le qualifie comme étant « une situation problématique qui ne peut être décrite avec précision suffisante par le vocabulaire existant ». Ce qui veut dire tout simplement que chacun aura donc sa propre compréhension sur le sujet, mais ce qui est sûr et certain, c'est que le risque ne peut se penser que par référence à 4 autres concepts qui lui donnent ses connotations fondamentales et qui sont : Danger, opportunité, aléa, incertitude.

Pour notre part, nous allons nous focaliser sur le risque en tant que menace, accident, dommages, nous lui donnerons ainsi une connotation exclusivement négative. Le risque ne doit plus être considéré comme une fatalité exogène à l'organisation sur laquelle les dirigeants n'ont aucune emprise.

#### **1.4. Le Risque Opérationnel : un risque par nature multiforme**

D'après Thirlwell (2011), le risque opérationnel est inhérent à tous les produits, les services et les activités, et concerne toutes les firmes aussi, ce qui veut dire que le risque opérationnel n'est pas propre à l'activité bancaire et cela rend la tâche de le définir encore plus difficile (cité par Haouat Asli, 2011 , p.227 ).

Kuritzkes (2002) démontre dans son article que « le risque opérationnel agit comme un risque non-financier ayant 3 ressources : le risque interne, le risque externe et le risque stratégique ».

---

Par l'explication de ces 3 risques, l'auteur « pointe du doigt » les risques de pertes relatives à un dysfonctionnement des systèmes d'informations, du contrôle interne ou d'une erreur humaine. Leippold & Vanini (2003) définissent le risque opérationnel comme le risque de déviation associé à la production d'un service et les attentes de la planification managériale. Le risque opérationnel correspond alors à l'écart enregistré, positif ou négatif, par rapport au profit attendu.

D'une manière générale, le risque opérationnel peut se définir comme étant l'ensemble des incidents pouvant résulter de carences ou de défaillances attribuables à des procédures, à des personnels, à des systèmes internes ou à des événements extérieurs. Cela revient à exprimer l'idée initiale que presque tout peut être considéré comme un risque opérationnel. Il appartient donc à chaque secteur, chaque institution de définir ce qui ne sera pas un risque opérationnel et de considérer tous les autres en tant que tels ! De ce fait, nous pouvons dire que le risque opérationnel n'est pas propre à l'institution financière. Selon Nystrom & Skoglund (2002) les entreprises avec des processus de production lourds, comme l'industrie automobile et des entreprises avec les systèmes informatiques complexes, ont longtemps été impliqués dans les directions des risques opérationnels.

Le risque opérationnel est extrêmement difficile à définir, il existe presque autant de définitions différentes du risque opérationnel qu'il y a d'articles sur ce sujet particulier (Goodhart, 2001). En effet, Power (2005) met l'accent sur la cause de cette difficulté qui réside en partie dans la 'plasticité' de ce risque : diffus, multiforme et ambigu. Le risque opérationnel présente de nombreuses particularités par rapport aux autres risques bancaires. Il est considéré comme étant diffus, imprévisible et aléatoire, dont l'apparition peut être volontaire, de la part d'un individu ou d'un groupe de personnes, comme il peut ne pas l'être. Le caractère diffus du risque opérationnel vient du fait qu'il est attaché à tout processus et toute activité. Une autre

---

particularité du risque opérationnel est son caractère aléatoire et imprévisible. Ce type de risque peut donc surgir à n'importe quel moment ce qui rend sa source plus difficile à identifier. Ces sources peuvent apparaître à tous les niveaux de l'organisation et dans tout type d'activité (Bon-Michel, 2010 , pp 27-30). Il est néanmoins réputé moins fréquent que les autres risques, mais très alarmant et ses conséquences peuvent être catastrophiques.

D'un autre côté, le risque opérationnel est considéré comme étant aussi un concept flou, car il est souvent difficile de faire une distinction claire entre le risque opérationnel et les incertitudes « normales » auxquelles l'organisation est confrontée dans ses opérations quotidiennes. Par exemple, si un client n'a pas remboursé un prêt, est-ce alors dû à un risque de crédit « normal », ou à une erreur humaine des agents de crédit qui auraient dû mieux connaître toutes les informations le concernant et auraient dû refuser d'approuver un emprunt ? (Crouhy et al. 2000, p.342).

Le risque opérationnel est, comme nous venons de le détailler, le risque associé à l'exploitation de l'entreprise. Nous pouvons subdiviser le risque opérationnel en deux composantes : le risque de défaillance opérationnelle et le risque stratégique opérationnel. Le risque de défaillance opérationnelle découle du potentiel de défaillance dans le cadre de l'exploitation de l'entreprise. Une entreprise utilise des personnes, des processus et des technologies pour réaliser ses plans d'affaires, et l'un de ces facteurs peut subir une défaillance quelconque. Par conséquent, le risque de défaillance opérationnelle est le risque qui existe au sein de l'unité commerciale en raison de la défaillance de personnes, de processus ou de technologie. Le risque stratégique opérationnel découle de facteurs environnementaux tels qu'un nouveau concurrent qui modifie le paradigme commercial, un changement majeur de régime politique et réglementaire, des tremblements de terre et d'autres facteurs qui échappent généralement au contrôle de l'entreprise. Elle découle également d'une nouvelle initiative stratégique majeure, telle que l'entrée dans un nouveau secteur d'activité ou la refonte de la façon dont les activités actuelles doivent être menées à

---

l'avenir. Toutes les entreprises dépendent également de personnes, de processus et de technologies en dehors de leur unité commerciale, et le même potentiel de défaillance existe là-bas (Crouhy et al., 2000, pp. 344-345).

En résumé, le risque de défaillance opérationnelle peut résulter de la défaillance de personnes, de processus ou de technologies et de dépendances externes (tout comme le risque de marché peut être dû à des variations inattendues des taux d'intérêt, des taux de change, des cours des actions et des prix des matières premières). Il importe de rappeler aussi que le risque opérationnel peut survenir avant, pendant et après le traitement d'une transaction. Comme nous pouvons le remarquer au sein des organisations, des risques existent avant le traitement, pendant la conception de la transaction potentielle, pendant la négociation avec le client, que la négociation soit un long exercice de structuration ou une négociation électronique de routine, et se poursuive après la négociation à travers divers services continus de la transaction d'origine.

## **2. Cadre réglementaire et risque opérationnel**

Dernièrement, le risque opérationnel est devenu l'un des thèmes les plus abordés dans tous les secteurs et particulièrement dans le domaine bancaire. La motivation derrière un tel intérêt est certainement causée par la multiplication des scandales financiers ayant produit des pertes colossales. Une étude menée par Cruz (2003) montre que 30 % des risques supportés par les institutions financières sont liés à des risques de nature opérationnelle ce qui explique encore une fois la raison de l'attention portée à ce sujet au début des années 2000 jusqu'à nos jours. Dès lors plusieurs interrogations ont été élaborées autour du sujet du risque opérationnel.

Cette section porte sur la réglementation bancaire et sa relation avec le risque opérationnel. La réglementation bancaire est destinée à soutenir la solidité et l'intégrité des établissements de crédit. Elle recouvre l'ensemble des normes qui s'applique aux établissements de crédit, banques, sociétés financières, etc. Cette réglementation permet d'assurer, d'un côté la

---

traçabilité, ainsi que la transparence des opérations. Elle permet aussi d'assurer la sécurité des placements et des investissements et de mettre en place des normes similaires dans tous les pays. Dans un premier lieu, nous allons essayer de montrer la singularité du système bancaire, qui a valu à la banque un traitement particulier, puisqu'il s'agit du secteur choisi pour notre étude. Nous allons nous attarder ensuite sur l'évolution du cadre réglementaire international en mettant l'accent sur l'introduction de la notion du risque opérationnel, puis nous allons définir le risque opérationnel selon ce qui a été proposé par le comité de Bâle, et finalement nous allons essayer de mettre en avant l'apport du comité en matière du risque opérationnel.

### **2.1. La Singularité du système bancaire**

La banque se distingue des autres firmes par un certain nombre de particularités et de fonctions qui lui sont propres. Selon le dictionnaire « Financial Lexicon » qui est un dictionnaire dédié à la terminologie financière, la « Banque » est une institution financière qui est autorisée, par le biais de sa charte d'entreprise, à accepter des dépôts et à prolonger des prêts commerciaux et de détail, et à remplir diverses fonctions intermédiaires et fiduciaires. Les banques commerciales se spécialisent principalement dans les formes traditionnelles de prêts commerciaux et de dépôts, tandis que les banques d'investissement et les firmes de valeurs mobilières sont actives dans le financement d'entreprise, la souscription et la négociation de titres (Banks, 2005, p.28).

Le statut des établissements de crédit a été défini par la loi bancaire marocaine loi n° 34-03 relative aux établissements de crédit et organismes assimilés (Dahir n° 1-05-178 du 15 moharrem 1427 (14 février 2006) portant promulgation de la loi n° 34-03 relative aux établissements de crédit et organismes assimilés).

Aux termes de l'article 1<sup>er</sup> de cette loi « Sont considérés comme établissements de crédit les personnes morales qui exercent leur activité au Maroc, quels que soient le lieu de leur siège social, la nationalité des apporteurs de leur capital social ou de leur dotation ou celle de leurs dirigeants et qui effectuent, à titre de profession habituelle, une ou plusieurs des activités suivantes :

- la réception de fonds du public ;
- les opérations de crédit ;
- la mise à la disposition de la clientèle de tous moyens de paiement ou leur gestion ».

Selon l'article 10 et 11 de la même loi « Les établissements de crédit comprennent deux catégories, les banques et les sociétés de financement », « Les banques peuvent exercer toutes les activités visées au premier article ci-dessus et sont seules habilitées à recevoir du public des fonds à vue ou d'un terme égal ou inférieur à deux ans ».

Il importe de rappeler aussi que l'ensemble des banques d'une même zone monétaire, forment un système bancaire pilote par une banque particulière qui contrôle l'ensemble des banques, l'émission des billets et définit la politique monétaire ».

Le rôle principal de la fonction bancaire réside dans sa contribution décisive à la croissance économique. En effet, plusieurs auteurs ont établi de façon théorique une relation positive entre le secteur bancaire et la croissance économique. Les banques gèrent le système de paiement, sont la principale source de crédit pour de vastes pans de l'économie et servent (généralement) de refuge aux fonds des déposants. Le système bancaire facilite l'allocation des ressources de ceux qui sont excédentaires (déposants) à ceux qui sont déficitaires (emprunteurs) en transformant des dépôts liquides, relativement petits en prêts illiquides plus importants. Ce

---

processus d'intermédiation permet de faire correspondre l'offre de dépôts et de prêts et fournit des liquidités à une économie (Berger et al., 2010, pp.1-2).

La banque est une entreprise spéciale. Elle est donc spéciale par son importance, par sa responsabilité économique et sociale. Les problèmes rencontrés par une banque peuvent se propager aux autres, conduisant à une crise systémique (Diamond & Dybvig, 1983). Une telle crise a de graves conséquences pour l'économie dans son ensemble. Tout cela pour rappeler qu'un système bancaire en bonne santé est nécessaire au développement économique. Les banques sont des entreprises par nature plus fragile que d'autres c'est pour cette raison que nous remarquons que la banque est l'activité économique la plus contrôlée qui soit. La réglementation bancaire a été donc instaurée visant donc à prévenir les faillites bancaires en imposant un niveau minimal de fonds propres pour couvrir les risques.

## **2.2. Le Risque Opérationnel : grand absent du premier comité de Bâle**

C'est en 1974 que le comité de Bâle sur le contrôle bancaire CBCB a été créé à la suite de la faillite de la banque ouest-allemande HERSTATT, paralysant ainsi plusieurs autres établissements. Ce comité se réunit dorénavant à Bâle (Suisse) quatre fois par an, sous l'égide de la Banque des Règlements Internationaux (BRI). L'objectif principal de ce comité était d'édicter des règles prudentielles et inciter les banques à harmoniser leurs pratiques (Rochet, 2008). Bâle I fait référence à un ensemble de recommandations établies en 1988 par le Comité de Bâle, un comité rassemblant les banquiers centraux des pays du G-10<sup>12</sup> pour garantir un

---

<sup>12</sup> Le G10 ou Groupe des dix est lié aux pays qui ont participé aux accords généraux d'emprunt (AGE) mis en place par le FMI en 1962. Constitué maintenant de 11 pays, mais il y avait bien 10 pays au départ, d'où le nom. La liste des pays membres : Allemagne, Belgique, Canada, États-Unis, France, Italie, Japon, Pays-Bas, Royaume-Uni, Suède, Suisse (Source : <https://www.glossaire-international.com/pages/tous-les-termes/g10-1.html>).

---

niveau minimum de capitaux propres et par conséquent assurer la solidité financière (Basel committee on banking supervision, 1988). En effet, l'impact immédiat de Bâle I selon Rochet (2008) a été sans conteste la recapitalisation spectaculaire du secteur bancaire international ainsi que la diminution des distorsions de concurrence entre pays.

Il faut rappeler que dans le premier accord de Bâle seul le risque de crédit a été reconnu par les autorités prudentielles bancaires ; le risque de marché fut ajouté en 1996 avec la deuxième directive européenne d'adéquation de capital (Comité de Bâle sur le contrôle bancaire, 1996), quant au risque opérationnel, il était totalement négligé de la part du comité.

Critiqué de toutes parts, aussi bien par les banquiers commerciaux que par les économistes, le secteur bancaire s'est plaint ainsi de l'approche trop simplificatrice des actifs pondérés menant au calcul du ratio « Cooke ». Ces premiers accords de Bâle ont été progressivement réformés, notamment sous l'impulsion de William McDonough, qui présidait le CBCB au début des années 90. Les banquiers commerciaux ont commencé à exercer une pression considérable sur le CBCB, en particulier par l'intermédiaire du Working Group on Capital Adequacy de l'Institute of International Finance, une association de grandes banques internationales, processus devant aboutir en 2004 aux seconds accords de Bâle (Bâle II) que nous allons maintenant décrire dans le paragraphe suivant.

### **2.3. La définition du risque opérationnel proposée par la réglementation bancaire : définition jugée incomplète**

Le risque opérationnel était donc le grand absent du premier accord comme nous venons de le voir ci-dessus, mais le régulateur avait déjà réfléchi aux risques opérationnels dans différents textes comme par exemple, le Livre blanc en France sur la sécurité des systèmes d'information ;

---

---

où il s'est intéressé à un aspect du risque opérationnel qui est le risque induit par les défaillances informatiques (Commission Bancaire, 1996). Cependant, ces textes comme nous l'avons déjà souligné, mis à part qu'ils ne traitent pas tous les aspects du risque opérationnel, étaient peu développés en matière de méthodes d'identification et de mesure de ce risque ainsi qu'en matière de contrôle nécessaire. Le régulateur a pris conscience de la gravité de ce risque suite aux nombreux incidents coûteux pour les établissements et susceptibles d'avoir des conséquences graves pour leurs clients, partenaires et actionnaires que nous allons développer en détails dans la section suivante.

Le risque opérationnel a donc été défini par le comité de Bâle en 2003 comme le risque de pertes résultant de carences ou de défauts attribuables à des procédures, aux personnels et aux systèmes internes ou à des événements extérieurs (Comité de Bâle sur le contrôle bancaire, 2003). Parmi ces risques opérationnels qui menacent les banques, le comité de Bâle a cité des exemples afin de mieux cerner la définition proposée, parmi ces exemples nous citons : «

- L'automatisation accrue de techniques, si elle n'est pas bien maîtrisée, peut transformer les risques d'erreurs humaines (traitement manuel) en risques de pannes des systèmes, à mesure que l'on recourt davantage à des systèmes automatisés et intégrés ;
- Le développement du commerce électronique entraîne des risques potentiels qui ne sont pas encore parfaitement compris ;
- Les acquisitions, fusions, regroupements et annulations de fusions mettent à rude épreuve la viabilité des systèmes nouveaux ou nouvellement intégrés ;
- L'apparition de banques offrant des services nombreux pour des montants importants oblige à entretenir en permanence des contrôles internes et des systèmes de secours de haut niveau ;
- Les techniques d'atténuation du risque (par exemple, sûretés, accords de compensation et titrisation) utilisées par les banques afin d'optimiser leur exposition aux risques de

marché et de crédit peuvent engendrer d'autres formes de risque (par exemple, juridique) ;

- Le recours croissant à l'externalisation et à la participation aux systèmes de compensation et de règlement peut atténuer certains risques, mais aussi présenter de nouveaux risques majeurs pour les banques ».

Nous remarquons ainsi que la première définition proposée par le comité de Bâle inclut les risques légaux, mais exclut les risques stratégiques et de réputation. Cette définition du risque opérationnel pose des difficultés d'application pratiques, ce risque demeurant :

- difficile à identifier, car présents à tous les niveaux avec une imbrication des événements et des conséquences ;
- parfois complexe à analyser de par l'imbrication des causes (internes et externes), des événements et des conséquences ;
- encore difficile à mesurer : coexistence de pertes directes et indirectes, difficultés à isoler les pertes générées par l'informatique, historiques de données internes encore restreints, bases de données externes rares et de fiabilité inégale ;
- délicat à gérer car s'appliquant transversalement sur l'ensemble des métiers, avec des causes et des conséquences diverses.

Suite à ces remarques, la définition a été donc critiquée à plusieurs reprises, car il est difficile de calculer certaines pertes indirectes. Elle a été supprimée du texte final puisqu'il était plus sage de limiter les ambitions et de se reposer sur des notions claires et ne présentant pas de difficultés d'interprétation. Cependant, la réglementation prudentielle a considérablement évolué ces dernières années sous l'impulsion des travaux du Comité de Bâle depuis que le Comité de Bâle sur le contrôle bancaire a publié son document de 2003 intitulé « Saines pratiques pour la gestion et la surveillance du risque opérationnel ». Le Comité de Bâle sur le

---

Contrôle Bancaire a mis à jour ce document pour tenir compte des pratiques améliorées de gestion du risque opérationnel (Basel Committee on Banking Supervision, 2011). Même si celui-ci n'a aucun pouvoir décisionnel, sa recommandation est reprise par les différentes autorités de tutelle des différents pays. Bâle II a ainsi permis de structurer et d'accélérer la mise au point des approches qui améliorent la gestion et la maîtrise du risque opérationnel au sein des établissements financiers, et donc leur couverture prudentielle et la solidité du système financier.

Selon Bâle II, le risque opérationnel est « le risque de pertes résultant d'une inadaptation ou d'une défaillance imputable à des procédures, personnels et systèmes internes, ou à des événements extérieurs, y compris les événements de faible probabilité d'occurrence, mais à risque de perte élevée ». Ce qui est donc intéressant avec cette nouvelle définition, c'est la mention explicite de prendre en considération les risques qui ont une faible probabilité d'occurrence, mais à risque de pertes très élevés. Toujours à travers cette même définition, le régulateur a proposé a conditionné la définition du risque opérationnel et a exclus de son champ certains de ses composants qui constituaient un handicap à sa quantification. Les risques stratégiques et de réputation sont en dehors du champ du risque opérationnel puisque les pertes financières que génèrent ces risques s'avèrent d'une difficulté particulière lorsqu'il s'agit du recensement ou de la mesure avec précision. En conséquence, les pertes relevant de ces risques n'ont vocation ni à être collectés dans les bases de données de pertes opérationnelles, ni à être modélisés pour les besoins de la détermination des exigences en fonds propres. Pourtant, ces risques trouvent souvent leurs origines dans des causes similaires à celles évoquées pour le risque opérationnel. Pour ces raisons, nous pouvons les qualifier de très proches du risque opérationnel. Comme il a été indiqué dans la section précédente, ces risques représentent un caractère particulièrement diffus et se manifestent rarement de manière isolée, mais ont souvent

---

de multitudes de répercussions qui peuvent s'étaler sur une très longue période. La dégradation de l'image d'une banque peut ainsi avoir des conséquences diffuses sur les différents composants de son Produit Net Bancaire (PNB), à travers une réduction de ses parts de marché, ou bien se traduire par un accroissement de ses coûts de financements. En effet, Nouy (2006) considère qu'il est donc dans les faits extrêmement difficile de recenser toutes les pertes liées à ces risques, et il serait illusoire de vouloir les rattacher à une cause unique. C'est pour ces raisons que le comité a préféré sortir ces éléments du champ du risque opérationnel.

Les assurances à leurs tours ont donné une définition aux risques opérationnels, cette définition est très proche de celle proposée par la réglementation bancaire. Elles assignent au risque opérationnel les mêmes provenances, réparties en deux catégories, celles qui viennent d'éléments internes à l'entreprise (ses procédures, son personnel, ses systèmes ...) ; et celles provenant d'éléments extérieurs. Selon Chelly et al. (2011) la directive de Solvabilité, qui est une réforme réglementaire du monde de l'assurance, a défini le risque opérationnel comme « le risque de perte résultant de procédures internes, de membres du personnel ou de systèmes inadéquats ou défaillants, ou d'événements extérieurs ».

Le champ des définitions est très vaste et par conséquent inimaginable et dépendra de la nature de l'activité de la banque et du dispositif qu'elle souhaite mettre en place. Cette première étape sémantique étant franchie et ayant permis de commencer à préciser la cible, il est nécessaire de donner plus de consistances à la matière pour pouvoir effectivement mettre en œuvre une politique de mesure et de gestion de ces risques.

#### **2.4. L'apport du comité de Bâle concernant le risque opérationnel**

Selon Jimenez et al. (2008, pp.51-54) le régulateur a cherché à mieux définir les éléments constitutifs du risque opérationnel à travers le processus de construction du texte de Bâle II. La

nomenclature définie par Bâle est considérée comme un point de départ pour la segmentation et l'identification du risque opérationnel. Il est important de signaler qu'il est possible d'étendre la nomenclature au-delà de ce cadre et d'intégrer d'autres composantes dans la gestion des risques opérationnels. Les travaux de Bâle ont défini une segmentation des risques en 8 lignes métier et 7 catégories d'événements qui permettent de définir une matrice à 56 cases représentatives de l'ensemble des activités bancaires et risques associés. Ces éléments sont les suivants :

#### **2.4.1. Les lignes métiers du risque opérationnel définis par Bâle II**

- Financement des entreprises ;
- Négociation et vente institutionnelle ;
- Banque de détail ;
- Banque commercial ;
- Paiements et règlements ;
- Services d'agence ;
- Gestion d'actifs ;
- Courtage de détail.

#### **2.4.2. La typologie des risques opérationnels selon le comité de Bâle**

Les types de risques opérationnels sont abordés dans la plupart des manuels abordant le sujet du risque opérationnel. Voici ci-dessous un bref aperçu des types les plus courants approché dans la littérature sur le risque opérationnel y compris les risques définis par le comité de Bale (le détail des types de risque selon la typologie proposée par le comité de Bale se retrouve dans l'Annexe n°1).

- *Fraude Interne* : selon le comité de Bâle, ces pertes sont définies comme étant des pertes liées à des actes commis à l'intérieur de l'entreprise visant à commettre une fraude ou un détournement d'actif ou à enfreindre une disposition législative ou réglementaire, ou des règles de l'entreprise. L'affaire Daiwa illustre parfaitement cette fraude interne : En 1995, l'une des plus importantes banques nippones la Daiwa Bank annonce une perte record de quelque 1,1 milliards de dollars représentant 15% du capital de la banque. Pendant onze ans, l'un de ses employés de New-York, Toshihide Iguchi, a réalisé des transactions non autorisées sur le marché obligataire.
  
- *Fraude Externe* : toujours selon les définitions proposées par le comité de Bâle, il s'agit de pertes liées à des actes de tiers visant à commettre une fraude ou un détournement d'actif ou à enfreindre une disposition législative ou réglementaire. Un exemple simple de ce genre de fraude est le vol de carte de crédit ainsi que son utilisation ultérieure. Une fraude externe peut être commise avec l'aide d'un personnel de l'entreprise et, par conséquent, dans certains cas, une fraude interne et externe peuvent coexister. Le plus souvent, cependant, la fraude implique des actions menées de manière indépendante par des tiers, externes à l'institution.
  
- *Pratiques inappropriées en matière d'emplois et de sécurité sur les lieux de travail* : il s'agit de pertes liées à des actes contraires aux dispositions législatives ou réglementaires, ou aux conventions en matière d'emploi, de santé ou de sécurité, à la répartition d'un préjudice personnels ou à des pratiques discriminatoires ou contraires aux règles en matière d'égalité professionnelle.

- *Pratiques inappropriées concernant les clients, les produits et l'activité commerciale* : cette catégorie concerne les pertes liées à un manquement, délibéré ou non, à une obligation professionnelle envers un client (y compris les exigences en matière de confiance et d'adéquation du service), à la nature ou aux caractéristiques d'un produit.
  
- *Domage causés aux biens physiques* : il s'agit des pertes liées à la perte ou à l'endommagement d'actifs physiques résultant d'une catastrophe naturelle ou d'autres événements. De lourdes pertes ont été enregistrées lorsque des avions commerciaux ont été détournés et utilisés pour percuter le World Trade Center à New York et le Pentagone à Washington en Septembre 2001. Selon De Jongh et al. (2013) la destruction a entraîné des milliards de pertes en biens assurés, et est considéré comme étant le plus gros sinistre de l'assurance de l'histoire. Cet événement, qui a eu un impact économique et politique mondial considérable, fournit un exemple probant d'actifs physiques affectés par des causes externes.
  
- *Interruptions d'activités et pannes de systèmes* : il s'agit de pertes liées à des interruptions d'activités dues à des défaillances ou dysfonctionnement des systèmes d'informations. Les systèmes informatiques sont utilisés pour accroître l'efficacité, simplifier le travail et améliorer le traitement et le flux des données. Ces systèmes échouent parfois et entraînent généralement des pertes élevées pouvant avoir un impact considérable sur l'institution concernée, voire sur le système financier. Le virus informatique MasterCard, qui impliquait un virus informatique capturant les données des clients à des fins d'activités frauduleuses, constitue un exemple de perturbation informatique (Chernobai et al., 2007, p.9). Cette perte pourrait également être qualifiée de fraude externe. En novembre 2010, une grave perturbation informatique a affecté les

---

systèmes de la banque suédoise Swedbank (y compris les systèmes de succursales et de cartes, les guichets automatiques et son système bancaire par Internet). Après la perturbation, les clients ont été indemnisés et par la suite, Swedbank a procédé à un examen approfondi, identifiant et mettant en œuvre les améliorations pour éviter ce genre de perturbations (Swedbank, 2010)<sup>13</sup>.

- *Exécution des opérations, livraisons et processus* : pertes liées aux lacunes du traitement des transactions ou de la gestion des processus et aux relations avec les contreparties commerciales et les fournisseurs.

D'après Jimenez et al. (2008, p.51) cette nomenclature doit servir de base de réflexion pour la constitution d'une nomenclature propre à chaque établissement, puisque chaque établissement possède ses propres spécificités, du fait de son passé, des choix stratégiques, de ses principes de gouvernance, etc. Les auteurs démontrent qu'une telle adaptation à l'environnement est donc nécessaire, et que la définition et la nomenclature des risques opérationnels devront être ajustés en vue d'être suffisamment pertinentes. Cependant, un lien entre le référentiel Bâle II et le référentiel interne devra être constitué pour faire remonter les informations du système de suivi interne vers le système réglementaire.

### **3. Scandales financiers liés aux risques opérationnels**

Comme nous venons de le démontrer, le risque opérationnel est devenu l'un des sujets les plus étudiés aussi bien par les praticiens du secteur financier que par la communauté scientifique

---

<sup>13</sup> SWEDBANK, 2010. *Swedbank annual report: Operational risk*. Available at: <http://www.swedbank.com/investor-relations/financial-information-and-publications/annual-report-2010/risk-management/development-2010/operational-risk/index.html> .

---

suite à la multiplication des scandales liés au risque opérationnel. L'émergence de ces risques nouveaux peut s'observer au travers de différents exemples concrets de krachs financiers. Ces scandales financiers sont distincts certes, mais ont tous un point en commun. En effet, ces exemples concernent des crises financières concernant toutes des risques opérationnels.

### **3.1. La Barings Banks et les leçons du risque opérationnel**

Le recul historique est d'une importance majeure pour mieux cerner le sujet. Revenons alors un peu en arrière, à l'année 1995 plus précisément, c'est en cette année que la notion du risque opérationnel a commencé à se propager, après la faillite qu'a connue la Barings banque qui était considérée comme étant la plus vieille banque d'affaires de la ville de Londres. La chute de la Barings est le résultat des activités non autorisées commises par Nicholas Leeson. Ce dernier n'était autre que le directeur général de ses filiales singapouriennes, il était chargé d'organiser l'ensemble des transactions pour le compte des clients de la banque, mais également du Back-office et du trading du marché.

Heinrichs (1999, pp.55-109) décrit Nicholas Leeson comme étant une personne avec un énorme succès autant que trader. À peine 25 ans à l'époque, il réalise au début des années 1990 des profits colossaux sur son "desk" de Singapour. Ses gains représentent près de 10 % des bénéfices de la banque. Jusqu'à ce que, confronté à des difficultés, il ne se mette à dissimuler ses pertes dans un compte, le désormais célèbre compte « 88888 » intitulé compte d'erreur. L'auteur cite dans son ouvrage qu'en 1994 des pertes de 185 millions de Livres sont enregistrées sur ce compte. Ces pertes sont supérieures au bénéfice avant impôt du groupe Barings pour cette année-là. Il faut rappeler que si les fraudes avaient été découvertes en 1994, la faillite aurait pu être évitée. Cette histoire exceptionnelle a fait l'objet de plusieurs enquêtes et recherches explorant dans les détails de cette faillite pour répondre à une même question : quelles ont été les causes de la faillite de la Barings ?

---

De nombreux chercheurs tels que Rawnsley & Leeson (1995), Drummond (2003) ou encore Greener (2006), considèrent que les opérations illicites, secrètes et excessivement risquées effectuées par Leeson sur le marché à terme de Singapour (SIMEX) seraient la cause principales de ce scandale financiers. En effet, la Barings a connu des pertes énormes (860 millions de livres à partir de Janvier 1995). Le jeune Trader aimait spéculer sur la hausse de la bourse japonaise en vendant des contrats à termes sur l'indice Nikkei, afin de profiter au maximum de l'effet de levier. Il est difficile de comprendre pourquoi il a choisi cette stratégie. Un événement important marqua cette période : en Janvier 1995, le Japon a été touché par des tremblements de terre de forte amplitude, ce qui eut des conséquences directes et funestes sur les marchés financiers japonais. Dans un marché boursier à la baisse, Leeson aurait plutôt dû chercher à clôturer ses positions longues sur le Nikkei afin de limiter sa perte, mais lui été convaincu que le marché va repartir à la hausse, il continue à acheter des nouveaux contrats pour couvrir ces premières pertes. S'il avait vendu ses contrats à cette date, il aurait récupéré les pertes accumulées depuis le tremblement de terre. Mais d'après Heinrichs (1999) le profit n'était pas la seule motivation du trader, il avait en grande partie peur de décevoir après l'immense succès qu'il a connu auprès de ses collègues, il exprimait un besoin continu de reconnaissances et subissait l'influence d'un environnement fort individualiste. D'après Kane & DeTrask (1999) se sont les graves défaillances du management de la Barings, tant en matière de planification, d'organisation et de direction que de contrôle qui expliquent la faillite de la banque Barings.

D'autres auteurs comme Clark (1997), Körnert (2003) et Sanders (2001, p.419), avancent d'autres explications liées aux défaillances des organismes en charge du contrôle des activités de la Barings, et de la régulation des marchés financiers (SIMEX, auditeurs, Banque d'Angleterre...). En effet, la chute de l'institution est le résultat d'un manque de suivi du risque

---

opérationnel, nous pouvons donc expliquer ces agissements de trader par le fait que le trader pouvaient agir à la fois en ‘front’ et en ‘back office’. Cette faillite montre ainsi un manque de contrôle au sein de l’institution, mais aussi le manque de surveillance par les autorités de contrôle.

### **3.2. La crise des Subprimes**

Selon Bouzar (2010), l’année 2007 est entrée dans l’histoire avec le mot « Subprime » que l’on pourra assez rapidement coller au mot *surprise*. Cette crise financière a pour origine les crédits immobiliers fortement risqués accordés par les banques américaines à des ménages modestes qui seront obligés de vendre leurs maisons sur un marché immobilier déprimé.

Pour démultiplier les risques, ces créances sont transformées en titres achetés par les organismes spéculatifs à travers le monde. C’est en 2006 que s’est déclenchée cette crise avec la hausse des taux d’intérêt par la FED (Federal Reserve System) ce qui a provoqué le krach des prêts immobiliers (hypothécaires) à risque. Tout s’emballe : crise de liquidité, crise de confiance, contamination puis crise d’insolvabilité qui se généralise aux banques mondiales, faillites. Sous l’effet Domino, la crise de confiance générale dans le système financier a causé une chute des marchés boursiers, une chute des valeurs bancaires et industrielles. La crise devient globale et touche l’économie mondiale puisque dans un système financier international caractérisé par une connexion forte entre les différentes places financières et une mobilité accrue des flux des capitaux, il est donc difficile qu’une crise n’aura des répercussions que sur le secteur immobilier et sur les banques américaines (Jorion, 2008 ; Klein, 2008).

Nous pouvons donc constater que l’explication dominante par les cycles économiques repose sur l’idée selon laquelle la finance serait victime de périodicités propres qui la porteraient intrinsèquement à l’instabilité. Nombreux sont les économistes qui se sont intéressés aux

---

phénomènes de cycle : John Maynard Keynes, Hyman Minski, John Kenneth Galbraith, Charles Kindleberger ou plus récemment Paul Krugman et Michel Aglietta. Selon ces économistes, Il n'y a pas simplement une répétition des crises, mais une répétition de cycles financiers, dont la crise constitue l'un des moments. Telle la nature, la finance et l'économie aurait leurs saisons, bonnes puis mauvaises. Ainsi l'explication par les cycles conduit à une conclusion bien commode : à la fois tout le monde, et personne n'est vraiment responsable.

Certains qualifient ces crédits hypothécaires accordés à une clientèle peu solvable, sur la base d'une majoration du taux d'intérêt (Subprimes) non pas d'un risque de crédit, mais plutôt d'un risque opérationnel en rapport avec le risque de crédit. Cette crise souvent attribuée à la complexité des produits financiers structurés, elle est en grande partie due à une négligence humaine, et donc à un risque opérationnel. « *Les subprimes ne sont pas un risque de crédit, mais bien un risque opérationnel, puisque ce sont des crédits hypothécaires accordés à une clientèle peu solvable, sur la base d'une majoration du taux d'intérêt. Le prêt est accordé alors que la probabilité de défaut de la contrepartie ne fait aucun doute (Subprime = prime appliquée à un emprunteur dont la solvabilité est « en dessous » d'un certain seuil censée compenser les risques pris par le prêteur)* » (Lele, 2008, 2009) .

Parmi les multiples interprétations qui ont été proposées pour expliquer cette crise majeure du capitalisme, toujours nous ignorons sa dimension criminelle. Gayraud (2011) considère cette crise financière, comme une vaste fraude criminelle. Selon l'auteur, la crise des Subprimes est née de politiques de dérégulation : moins de normes contraignantes, moins de contrôle et de surveillance des marchés. Or, la dérégulation économique et financière est « criminogène ». C'est-à-dire créatrice d'incitations et d'opportunités à commettre des fraudes financières de grande ampleur.

### 3.3. L'affaire Kerviel

Bien que le plus médiatisé, le cas de la Barings est loin d'être isolé. Le Bret (2013) a vécu de l'intérieure de la société générale les faits de cette crise, et nous raconte dans son ouvrage qu'en 2008, la Société Générale a connu de très lourdes pertes opérationnelles. L'ancien trader Jérôme Kerviel joue 4,9 milliards d'euros sur les marchés au nom de sa banque, la Société générale. En effet, il était accusé d'avoir pris à l'insu de sa hiérarchie des positions spéculatives de dizaines de milliards d'euros sur des marchés à risque entraînant une perte abyssale pour sa banque. Normalement, le conseil est considéré comme étant l'organe légitime pour déterminer le seuil acceptable de la prise de risque qu'on appelle « risk appetite » de l'organisation. Dans ce conseil, lorsque la compétence s'accompagne d'une bonne communication entre les experts et les non-experts ceci construira sans aucun doute une muraille dressée contre les risques opérationnels, ce qui est loin d'être le cas en ce qui concerne l'affaire Kerviel. Ce manque de communication est dû, peut-être, à l'incompétence financière des administrateurs, ou encore à la sous-représentation des experts dans le domaine au conseil.

Selon la société générale, les complications proviennent d'un écart considérable entre le degré d'expertise des acteurs du front office et des membres qui le contrôlent, le middle office. L'accusé a pu tirer profit du fait que l'expertise reste le plus grand absent du conseil d'administration et a pu disposer suite à cela d'une marge de manœuvre intéressante.

Nous pouvons qualifier ces fraudes d'historique de par les montants phénoménaux des pertes et de par l'impact en termes d'image. Ces affaires, présentées ci-dessus, ont certes fait couler beaucoup d'encre, mais elles ne représentent pas les uniques cas de fraude et de dysfonctionnement des contrôles bancaires relatifs à l'émergence d'un risque opérationnel.

## Schéma récapitulatif du premier chapitre

**Figure 2**

Synthèse du premier chapitre

### Risque

1. **Etymologie controversée**: Latin médiéval resicu, Arabe رزق , Romain rixicane.
2. **Réseau des corrélats** : Probabilité (Pascal : 1654, Bernoulli : 1738) Incertitude (Knight, 1921), Hasard (Foulquié : 1962), Danger (Besson et Poussin : 2006).
3. **Risque en entreprise** : souvent perçu comme une incertitude, une menace ou une opportunité plus ou moins probable , que le système ou l'activité doit anticiper, comprendre et gérer pour protéger ses actifs et sa valeur, et atteindre les objectifs définis dans le cadre de la stratégie.

**N.B** Nous donnerons au risque une connotation exclusivement négative (menace) .

### Risque opérationnel (RO).

→ RO regroupe l'intégralité des risques dont les impacts, directs ou indirects, sont susceptibles d'engendrer un dommage, une perte ou un coût financier à l'organisation, de manière subie ou causée, à court, moyen ou long terme, lors de la réalisation de son activité courante ou quotidienne de l'entreprise.

→ **Particularité du RO** : Difficile à définir (Goodhart : 2001), caractère diffus (Michel : 2010), source difficile à identifier Crouhy et al. (2000), aléatoire, volontaire ou pas.

### Cadre réglementaire et risque opérationnel (BÂLE)

**1974** : création du comité de Bale (seul le risque de crédit a été reconnu) ; **1996** : Introduction du risque de marché ; RO définit pour la première fois par le Livre blanc sur la sécurité d'information, mais grand absent du 1<sup>er</sup> accord du comité de Bâle; **2004** : introduction du risque opérationnel (Bâle 2)

**Définition du RO** : « le risque opérationnel est définit comme le risque des pertes résultant de carences ou de défauts attribuables ,à des procédures, aux personnels ,aux systèmes internes,à des événements externes »; Définition critiquée suite à la difficulté de calculer certaines pertes indirectes. les Apport en matière du risque opérationnel : Segmentation en 8 lignes de métiers et 7 catégories d'événements liées aux pertes opérationnelles ;

---

## Conclusion du premier chapitre

Ce chapitre énumère les définitions proposées dans la littérature pour la notion du risque, puis le risque opérationnel. Une analyse de la littérature souligne le caractère protéiforme, transversal du risque et du risque opérationnel en particuliers ce qui rend la possibilité de le cerner assez difficile. Parmi les causes qui rendent ce risque difficile à appréhender est le fait qu'il soit étroitement lié au facteur humain, qui est soumis à plusieurs contraintes et à des tentations innombrables. Du coup, il est impossible de dire quand un collaborateur va franchir la limite qui le sépare d'un acte frauduleux ou commettre une erreur qui va entraîner des pertes significatives. Dans ce cadre, les Directions des Ressources Humaines ont un rôle important à jouer, car il est rare que les problèmes d'une personne ou d'un groupe de personnes ne soient pas connus avant la survenance d'un incident.

Dans le chapitre présent, nous avons aussi mis l'accent sur la réglementation bancaire proposée par le comité de Bâle. Ce comité a pour mission principale l'établissement de standards minimaux en matière de contrôle prudentiel ainsi que la diffusion et la promotion de meilleures pratiques bancaires et de surveillance. Ce comité a été créé en 1974, mais la prise de conscience de la part des régulateurs et l'introduction du risque opérationnelle n'a été faite jusqu'en 2004 durant le comité de Bâle II. Le risque opérationnel a été défini selon le comité comme étant le risque des pertes résultant de carences ou de défauts attribuables à des procédures, au personnel ou à des événements externes. Cependant, cette définition a été largement critiquée par la communauté des chercheurs suite à la difficulté de calculer certaines pertes indirectes. L'apport principal en matière de risque opérationnel par le comité de Bâle est la segmentation de ces risques en 7 catégories d'événements et 8 lignes de métiers.

Le risque opérationnel n'étant pas limité aux fraudes et aux erreurs humaines, il s'est aussi matérialisé lors des catastrophes naturelles ou environnementales, telles que les attentats du 11

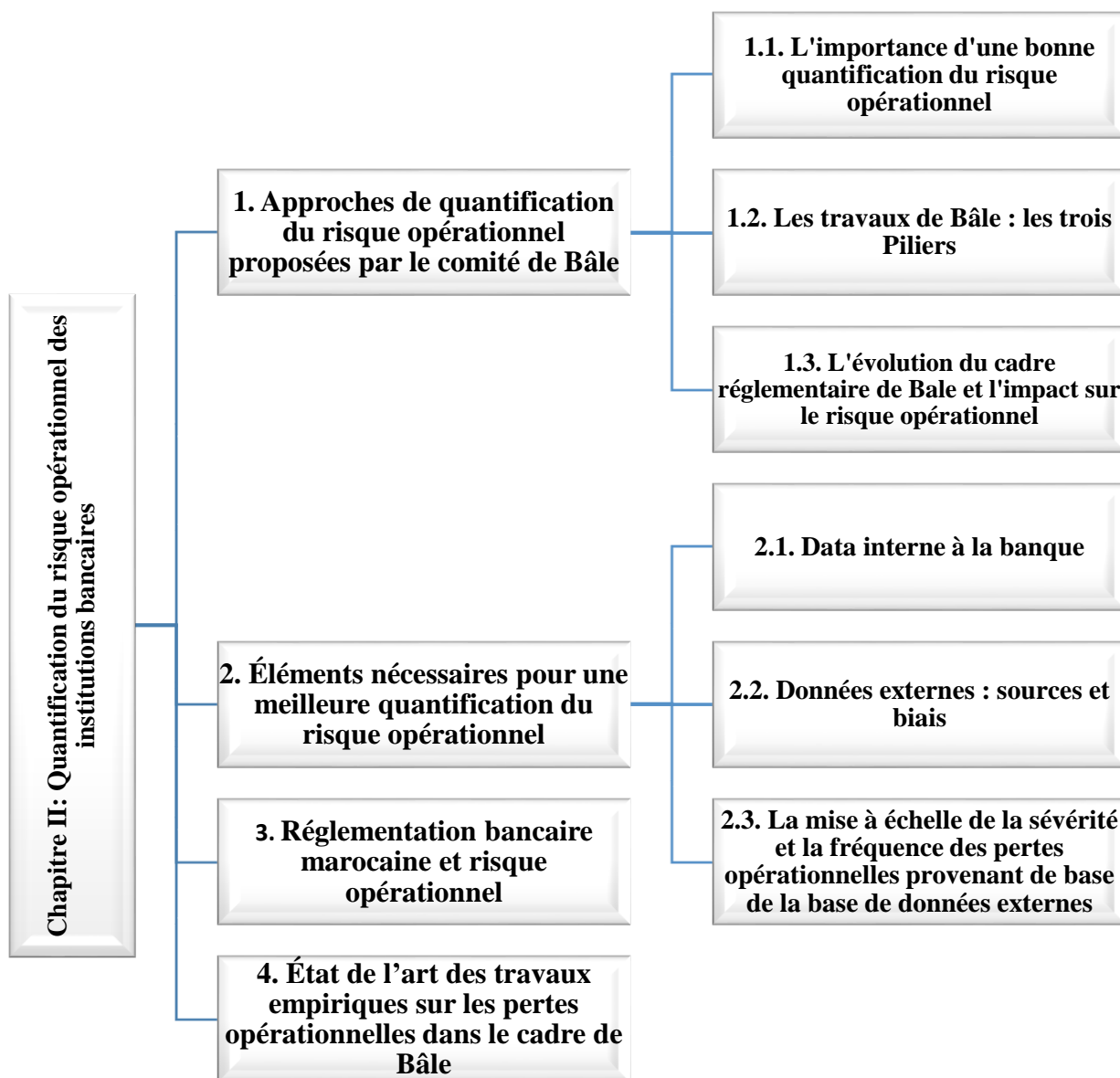
---

septembre 2001, le tremblement de terre au Japon en 2011 ou encore les craintes du bug informatique, suscitées par le passage à l'an 2000. En effet, en 2012, le coût total des catastrophes naturelles dans le monde a été 122 milliards d'euros selon une étude de l'assureur allemand Munich Re (soit 160 milliards de dollars). Depuis 2001, 8 416 catastrophes naturelles ont été recensées dans le monde. Celles-ci ont fait 1,18 millions de victimes et coûté plus de 1 262 milliards de \$ de dommages. Outre les dramatiques conséquences humaines, ces catastrophes naturelles ont détruit des capacités de production dans les régions sinistrées et ont occasionné un déficit d'offre en matière d'électricité. Elles ont également perturbé l'économie nationale et plus largement internationale, par la rupture de chaînes de production. Les attentats du 11 septembre ont provoqué des pertes humaines et matérielles, bien supérieures à celles de toute autre attaque terroriste de l'histoire contemporaine (Maders & Masselin, 2006). La destruction de biens matériels a été estimée dans les comptes nationaux à 14 milliards de dollars pour les entreprises privées, 1.5 milliards de dollars pour les entités relevant de l'État et des collectivités locales et 0.7 milliards pour l'État fédéral. Les dépenses de sauvetage et de déblaiement ainsi que les frais connexes ont été estimés à au moins 11 milliards de dollars. Près de 200 000 emplois ont été anéantis ou délocalisés hors de New York City, au moins temporairement. Les exemples du risque opérationnel sont nombreux. Nous avons juste cité au-dessus une liste « à la Prévert » à titre d'illustration.



## **Chapitre II : Quantification du risque opérationnel des institutions bancaires**





## **Introduction du chapitre II**

Depuis maintenant de nombreuses années, la profession bancaire travaille à la refonte de son système de gestion et de mesure du risque. Dans cette refonte du dispositif global de suivi des risques, les régulateurs ont voulu introduire une notion jusque-là oubliée : les risques opérationnels. Le régulateur a pris conscience que ces risques doivent avoir un traitement spécial puisqu'ils sont difficiles à identifier et définir, car ils sont présents à tous les niveaux. La réglementation bancaire se compose de trois Piliers, le premier concerne la détermination des fonds propres nécessaires à la couverture des risques. Le deuxième Pilier, en revanche stipule qu'il revient aux banques d'évaluer l'adéquation de leur niveau de fonds propres avec les risques auxquels elles sont exposées. Enfin le troisième Pilier fixe des normes concernant la publication des informations financières des banques sur le profil des risques.

Ce chapitre a pour objectif d'offrir une vision des différentes approches possibles, et détailler ainsi la vision réglementaire concernant les méthodes de mesure assurant une meilleure gestion du risque opérationnel, dans le cadre des 3 piliers proposés par la commission bancaire. Il faut rappeler que l'objectif de cette thèse n'est pas de calculer les fonds propres destinés à couvrir le risque (Pilier 1) mais plutôt de mieux comprendre les causes du risque opérationnel afin de développer de meilleures pratiques de gestion. Nous nous inscrivons donc dans le cadre du deuxième pilier qui encourage d'intégrer d'autres moyens permettant de limiter les risques comme le renforcement de la gestion des risques. Nous allons nous intéresser ainsi à la quantification du risque opérationnel qui joue un rôle primordial permettant une meilleure gestion du risque opérationnel. Nous nous focaliserons aussi sur les éléments permettant d'améliorer le processus de quantification notamment la base de données interne, la base de données externe, et l'analyse des scénarios. Nous allons aussi traiter dans ce chapitre la réglementation bancaire marocaine et l'état d'avancement des banques marocaines en matière

de gestion du risque opérationnel. La dernière section sera une vue d'ensemble des différents travaux empiriques ayant pour sujet la quantification le risque opérationnel selon la réglementation proposée par le comité de Bâle.

## 1. Approches de quantification du risque opérationnel proposées par le comité de Bâle

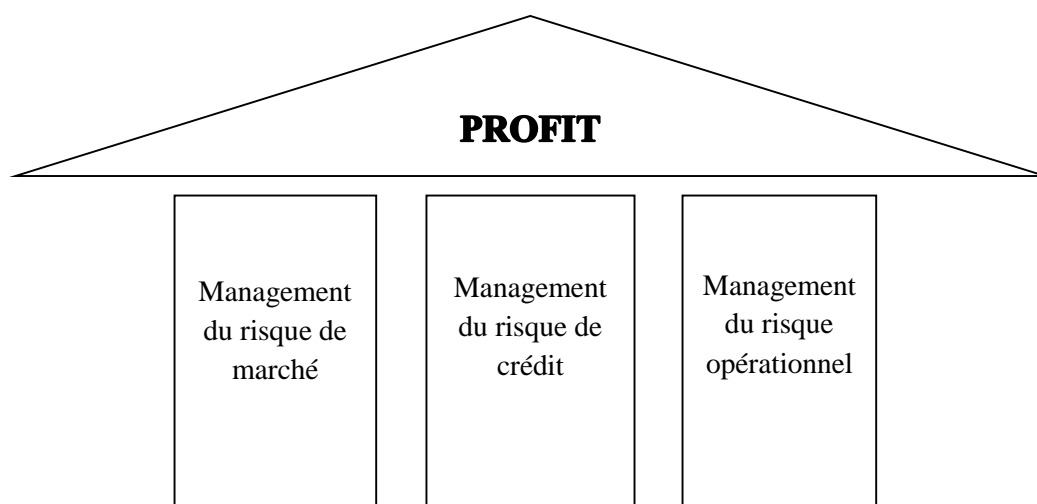
Dans cette section, nous allons expliquer brièvement le processus de gestion du risque opérationnel, et mettre l'accent par la suite sur l'importance qu'a l'étape de la quantification dans ce processus de gestion puisque notre thèse se porte sur le volet quantitatif. Le deuxième paragraphe portera sur les trois piliers développés par le comité de Bâle et destinés à la mesure du risque opérationnel. Finalement, nous allons tracer l'évolution du cadre réglementaire international et voir son impact sur le risque opérationnel.

### 1.1. L'importance d'une bonne quantification dans le processus de gestion du risque opérationnel

La gestion et la bonne mesure des trois principaux groupes d'événements à risque qui sont le risque de marché, le risque de crédit et le risque opérationnel, accompagnent l'organisation dans sa quête de profit. Pour être rentable, chaque pilier doit accompagner l'organisation dans la gestion du risque de pertes imprévues (figure ci-dessous).

#### Figure 3

*Relation Profit et gestion des risques (Gorrod, 2004, p.8)*



En déconstruisant chaque pilier, il est possible de décomposer cette exigence en ses éléments constitutifs. Pour gérer efficacement les risques, il faut bien définir le risque, le suivre à travers des structures organisationnelles et processus de suivi et de contrôle des risques, et surtout bien le mesurer.

Selon Jimenez et al. (2008, pp.45-49) la gestion du risque opérationnel requiert un certain nombre de principes :

- **Principe 1** : les banques doivent identifier et mesurer les risques opérationnels dans toutes leurs activités, produits et systèmes. La méthodologie adéquate pour bien remplir ce principe consiste à établir des :
  - auto-évaluations via une analyse interne des forces et faiblesses, via des questionnaires ou des enquêtes ;
  - cartographies des risques, par entités, métiers ou fonctions. La conception d'une cartographie des risques constitue la première étape, absolument cruciale, dans l'identification des pertes dans une organisation ;
  - scorecards : cette approche s'appuie sur des indicateurs de risque (ou KRI : Key Risk Indicators) qui incorporent une vision a priori des risques opérationnels. Cette méthode consiste à établir pour chaque catégorie de risque une grille d'appréciation fondée à la fois sur des critères qualitatifs et sur des critères quantitatifs. Des questionnaires sont établis conjointement par les spécialistes du risque opérationnel et par les opérationnels. Une fois les questionnaires établis, une première évaluation du risque est faite a priori. Il s'agit d'une mesure à dire d'expert du capital nécessaire pour l'ensemble de l'établissement. Cette première évaluation est généralement surévaluée. Le capital est ensuite alloué à

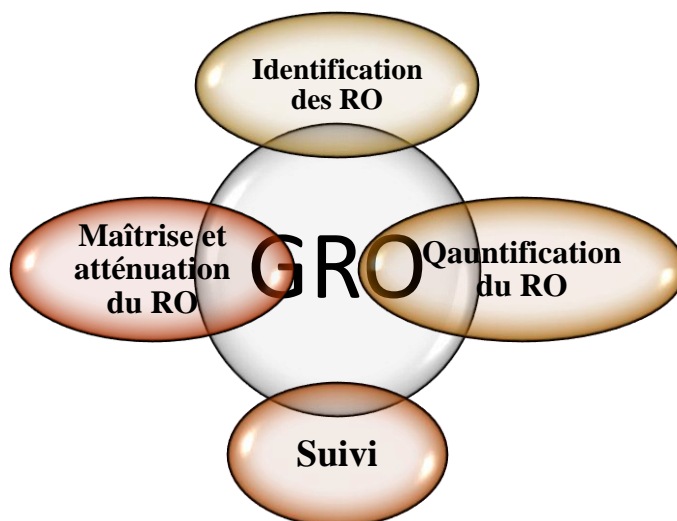
chaque nature de risque. Pour cela, on distribue les questionnaires aux lignes métier qui les remplissent. Pour chaque ligne métier, il y a un questionnaire pour chaque catégorie de risque. Cela fait donc au final un grand nombre de données. Sur la base du dépouillement des questionnaires, nous donnons une note ou un score à chaque ligne métier pour chaque catégorie de risque. En répétant ce processus de manière régulière, on fait évoluer le capital alloué à chaque ligne métier et ainsi le capital global ;

- bases permettant de mesurer l'exposition au risque et de tirer profit de l'expérience historique des risques.
- 
- **Principe 2** : les banques doivent mettre en place une organisation permettant de gérer les risques opérationnels et les expositions aux pertes. Des reportings réguliers et pertinents doivent être adressés à la direction ;
  
  - **Principe 3** : les banques doivent disposer de politiques, processus et procédures permettant de contrôler et limiter les risques opérationnels. Pour les risques qui ne peuvent pas être contrôlés, la banque doit décider d'accepter le risque ou de réduire les activités exposées ;
  
  - **Principe 4** : les banques doivent disposer de plans de continuité d'activité permettant d'assurer le traitement des opérations et de minimiser les conséquences d'une interruption grave de l'activité.

Nous pouvons résumer ces principes de gestion proposés par le comité de Bâle dans le schéma suivant :

**Figure 4**

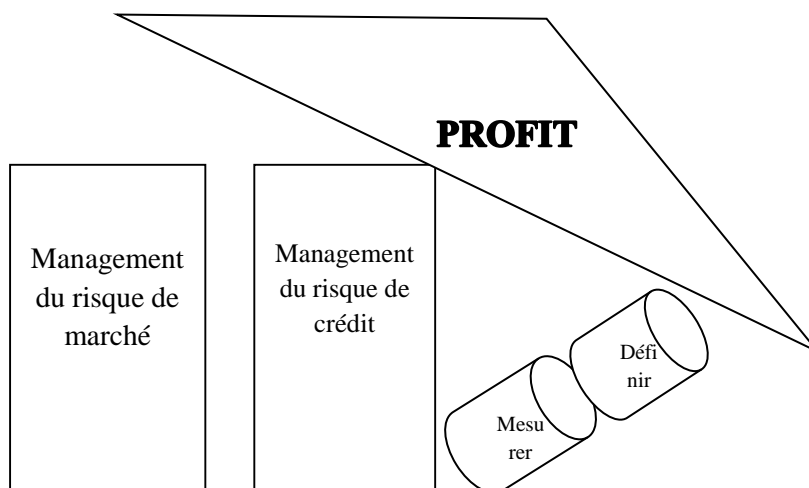
*Les grands principes de la gestion du risque opérationnel*



Un échec à l'un de ces niveaux se traduira par un pilier faible qui va finir par s'effondrer, et cela se traduira par la provenance d'une perte soudaine et inattendue qui aura un impact désastreux sur l'organisation (comme le montre la figure suivante).

**Figure 5**

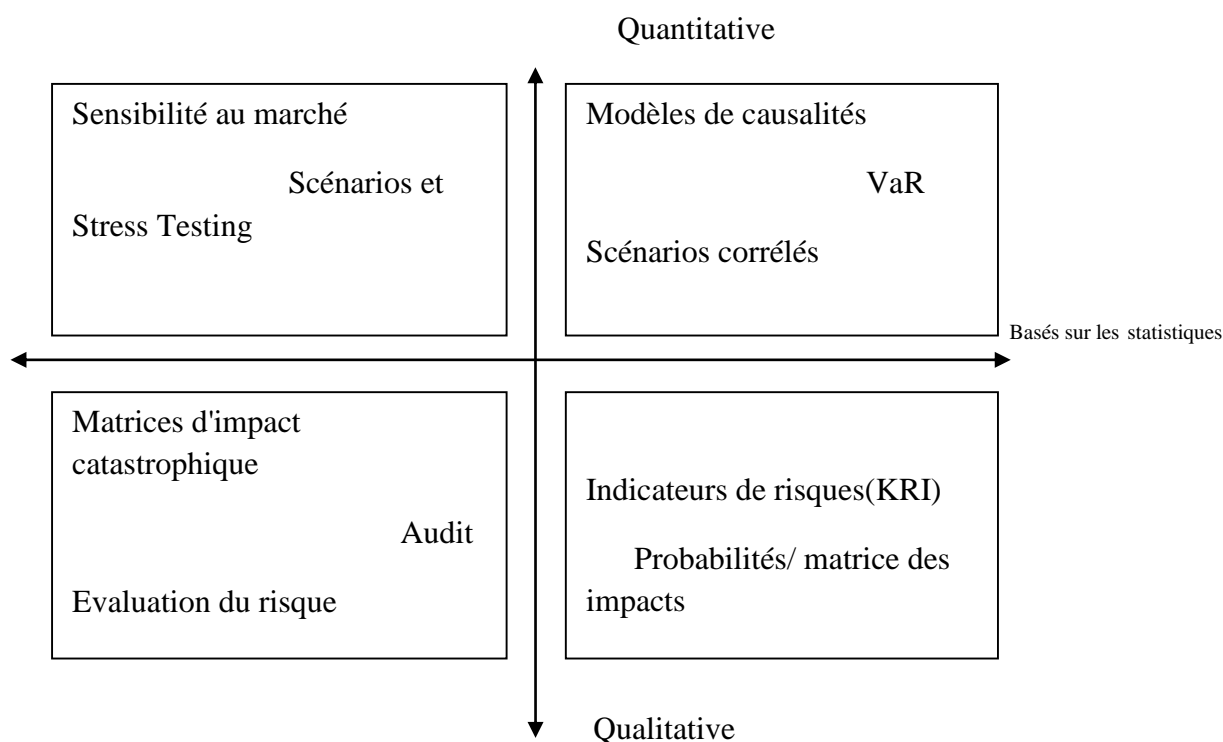
*Un soutien inadéquat à la gestion des risques peut entraîner l'effondrement de l'organisation (Gorrod, 2004, p.9)*



La bonne mesure du risque opérationnel est donc d'une énorme importance pour l'organisation. Il existe dans la littérature un continuum d'approches possibles pour mesurer le risque, allant du qualitatif au quantitatif.

**Figure 6**

*Continuum d'approches de la gestion des risques (Gorrod, 2004, p.16)*



Les approches quantitatives sont caractérisées par celles où les données utilisées dans l'analyse des risques peuvent être modélisées et mesurées avec précision. Lorsqu'il n'est pas possible de calculer ou de catégoriser avec précision les risques, des approches plus qualitatives peuvent être utilisées avec des catégorisations générales de la probabilité, du niveau et de la source de tout risque. Ces approches peuvent cependant conduire à des évaluations très subjectives. Si le choix se porte sur la méthode qualitative il est important d'obtenir les données aussi objectivement que possible. Le jugement humain est notoirement faillible, conduisant à un

certain nombre de biais potentiels communs dans les données utilisées pour mesurer le risque (Isenberg, 1984). Pour les raisons citées ci-dessus, nous pouvons conclure que les approches quantitatives sont généralement préférables aux approches qualitatives, simplement parce qu'elles sont plus maniables pour les modèles mathématiques et peuvent permettre d'analyser les risques de manière plus objective.

La modélisation des risques de crédit et de marché a atteint une certaine maturité qui aura tendance à se traduire par des approches plus quantitatives de la gestion des risques, tandis que le domaine moins bien défini du risque opérationnel reposera souvent sur des approches de type qualitatif, et peut être plus sensible aux jugements subjectifs.

## **1.2. Les travaux de Bâle : les trois Piliers**

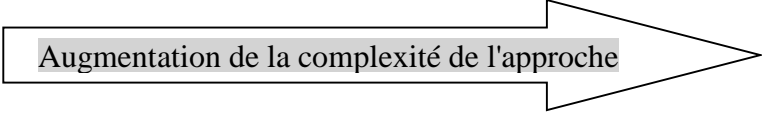
Il importe de rappeler que le comité de Bâle a proposé un ensemble de mesures quantitatives et qualitatives complémentaires dans le cadre de refonte des principes de surveillance des banques et qui s'appuie sur trois piliers (Comité de Bâle sur le contrôle bancaire, 2003 ; Gorrod, 2004 , p.25; Jimenez et al., 2008, p.24):

### **1.2.1. Pilier I : l'exigence de fonds propres consacrée aux risques opérationnels**

Le premier Pilier se focalise sur la définition des exigences minimales de fonds propres des banques nécessaires à la couverture des trois risques de crédit de marché et opérationnel. Dans le cadre de Bâle II, la réglementation prévoit trois méthodes de calcul applicables pour le calcul d'exigence en fonds propres. Les trois méthodes sont évolutives et la commission bancaire incite à adopter la méthode la plus avancée. Pour les entreprises qui auraient du mal à mettre en place un modèle pour le risque opérationnel, la formule standard permet de déterminer facilement le besoin en capital du risque opérationnel. Nous allons donc citer de manière brève le principe de calcul de chaque méthode.

**Tableau 1**

Tableau résumant les différentes approches de mesure du risque opérationnel proposées par le Comité de Bâle <sup>14</sup>

Classe du risque			
RO	Méthode de Base (BIA)	Approche Standard	Mesure avancée
	Utilisation d'un indicateur de risque unique ou d'une mesure d'activité agrégée multipliée par un multiple fixe ou alpha.	Différentes unités opérationnelles se voient attribuer différents indicateurs de risque ou mesures d'activité agrégées qui sont multipliés par un multiple fixe ou bêta déterminé par le régulateur.	Approche calculée en interne sur la base d'une analyse plus complexe du risque actuel pris au sein de l'organisation.

Nous allons essayer de détailler dans ce qui suit, chaque méthode proposée par le comité de Bâle (Basel Committee on Banking Supervision, 2011; Jimenez et al., 2008, p.27-50).

**1.2.1.1. La Méthode de Base : L'indicateur de base (BIA)**

La méthode BIA est la méthode la plus simple de calcul du capital réglementaire exigé par le comité Bâle II. Cette méthode permet d'appliquer un taux forfaitaire Alpha de 15 %, qui représente l'exposition potentielle aux risques opérationnels, au produit net bancaire des trois derniers exercices. Il faut ajouter qu'il n'existe aucun critère d'éligibilité pour cette approche.

La formule est comme suit : Capital requis (fonds propres aux risques opérationnels)

$$FPRO = \alpha \times PNB_{tot.}$$

Où  $\alpha = 15\%$ ,

<sup>14</sup> Tableau élaboré à partir des recommandations du comité de Bâle ;

L'indicateur considéré ici est le produit annuel brut moyen sur les trois dernières années écoulées.

$\alpha$  : alpha est un coefficient fixé par le comité, représentant la proportion entre le niveau de fonds propres de l'ensemble du secteur Bancaire et l'indicateur correspondant.

L'approche de l'indicateur de base vise spécifiquement les plus petits établissements, les petites structures de banques locales ou filiales, de moindre importance, d'autres grands établissements, pour lesquelles le coût de mise en place d'approches plus élaborées serait prohibitif ou économiquement déraisonnable. En effet, cette méthode ne permet pas véritablement une gestion des risques, mais évite pour ces petits établissements à devoir déployer un dispositif qui serait disproportionné à leur activité.

#### ***1.2.1.2. L'approche Standard***

Dans cette approche, l'exigence est liée aux produits métiers (8 lignes métiers) x facteurs de pondérations (donnés par le régulateur) variables selon le métier. Des critères d'éligibilité sont à respecter pour l'application de cette méthode. Ils prennent en compte la qualité du système de gestion du risque et le suivi des données de pertes. 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. La formule de calcul du capital réglementaire selon la méthode standard se présente ainsi comme suit :

$$\text{Capital requis :} \quad \text{FPRO} = \sum \beta_i \times \text{PNB}_i$$

**Tableau 2**

*Les lignes métier selon la réglementation bancaire et le  $\beta$  spécifique (Jimenez et al., 2008, p.29)*

<b>Ligne métier</b>	<b>Coefficient <math>\beta_i</math> (%)</b>
Financement d'entreprise	18%
Négociation et vente institutionnelle	18%
Paiements et règlements	18%
Service d'agence	15%
Banque commerciale	15%
Gestion d'actifs	12%
Courtage de détail	12%
Banque de détail	12%

### ***1.2.1.3. Les Approches de Mesures Avancées (AMA)***

L'une des approches proposées dans l'accord de Bâle II pour la quantification du risque opérationnel est l'approche avancée. Le développement d'une telle approche exige une large base de données. En fait, les données internes sont d'une grande utilité pour refléter le degré d'exposition réelle face au risque opérationnel. Cependant, l'historique de collecte est court et les pertes opérationnelles observées sont loin d'être représentatives des pertes qu'une institution

bancaire pourrait subir. Le recours à d'autres sources s'avère donc indispensable tels que les données externes ainsi qu'une analyse de scénarios. Cette approche impose à la banque de collecter, conserver et analyser toutes les données internes concernant les pertes liées aux risques opérationnels et de les utiliser comme base de calcul des fonds propres correspondants ; en respectant la décomposition en 8 lignes d'activité et 7 catégories de risques, soit 56 couples possibles.

La « Loss Distribution Approach » (LDA) est l'approche la plus populaire parmi les approches de mesure avancées. Cette méthode a été inspirée des méthodes actuarielles déjà utilisées dans le domaine de l'assurance. Elle consiste, tout d'abord, à estimer la distribution de sévérité ainsi que celle des fréquences. Ensuite, il faut agréger les deux distributions pour déterminer les montants des pertes annuelles. Enfin, la simulation de ces pertes permet de calculer le 99.9<sup>ème</sup> centile de la distribution agrégée qui constitue la perte annuelle non anticipée ou la valeur à risque à un niveau de confiance de 99.9 %, tel que recommandé par Bâle II.

L'idée de base de la LDA est assez simple : nous considérons que la perte annuelle totale d'une banque due au risque opérationnel se compose de deux éléments, la fréquence et la sévérité. Chacune se présente sous la forme d'une distribution statistique. La distribution de fréquence représente l'occurrence d'événements de pertes opérationnelles, c'est-à-dire le nombre de pertes observées. La distribution de sévérité traduit quant à elle l'amplitude de ces pertes, à savoir le montant, en unités monétaires, des pertes individuelles subies par la banque.

L'idée générale de la méthode LDA (Loss Distribution Approach) est de modéliser la perte liée au risque opérationnel pour une période donnée (par exemple, un an) et d'en déduire la valeur en risque.

Frachot et al. (2001) proposent de procéder en cinq étapes pour implémenter cette méthode :

- Estimation de la distribution de sévérité ;
- Estimation de la distribution de la fréquence ;
- Calcul de la charge en capital ;
- Calcul des intervalles de confiance ;
- Incorporation des avis d'experts.

#### ***1.2.1.4. Les propositions du nouveau comité de Bâle : la méthode SMA***

Cependant, récemment, des études menées par le comité de Bâle et plusieurs régulateurs bancaires locaux ont observé que la (BIA) ainsi que la méthode standard n'évaluent pas correctement le capital dédié au risque opérationnel, c'est-à-dire que le revenu brut en tant qu'indicateur indirect ne semblait pas être une bonne hypothèse (Basel Committee on Banking Supervision, 2016). En outre, il est apparu que le capital en vertu de l'AMA est difficile à comparer entre les banques en raison d'un large éventail de pratiques adoptées par les différentes banques. Donc, à ce stade, deux options sont disponibles pour affiner et normaliser davantage les pratiques de modélisation du risque opérationnel, grâce au raffinement des deux méthodes de base et la méthode standard, et plus important encore, la convergence au sein de la modélisation interne dans le cadre AMA. Ou bien, malheureusement, l'option adoptée par le cycle actuel des consultations du Comité de Bâle BCBS (2016) dans le pilier 1, pour supprimer toute la modélisation interne au profit d'un modèle trop simplifié (Peters et al., 2016). Cependant ce nouveau projet, visant de remplacer les méthodes internes ainsi que les deux méthodes de base et standard, souffre de problèmes potentiels importants tels que l'instabilité du capital et l'insensibilité au risque. Un certain nombre de chercheurs qui s'intéresse à la modélisation du risque opérationnel préconise la standardisation de l'AMA plutôt que sa suppression complète dans le cadre du premier pilier.

### 1.2.2. Pilier II : la procédure de surveillance prudentielle

Dans ce deuxième Pilier, il est demandé aux banques de disposer de procédures d'évaluation de leurs fonds propres, ainsi que d'une stratégie pour diminuer ces risques. Par conséquent, les superviseurs nationaux doivent évaluer ces procédures et pourront imposer des exigences de solvabilité supérieures au minimum réglementaire. L'objectif de ce deuxième pilier est, en effet, double : d'une part, inciter les banques à développer des techniques de gestion de leurs risques et de leur niveau de fonds propres et, d'autre part, permettre aux autorités de régulation de majorer les exigences de capital réglementaire en cas de nécessité. Cette nécessité doit s'appliquer de deux façons :

- Le Back Testing : la banque doit prouver la validité de ses méthodes statistiques sur des périodes assez longues (5 à 7 ans).
- Le Stress Testing : la banque doit prouver, lors de simulations de situations extrêmes, la validité de ses fonds propres en cas de crise économique (chapitre II, section 2.3).

En fonction de ces résultats, le régulateur pourra alors imposer la nécessité de fonds propres supplémentaires.

Le comité présente les principes suivants dans le pilier 2 (Hennani, 2015, pp.58-62) :

- **Principe 1** : « Les banques devraient disposer d'une procédure permettant d'évaluer l'adéquation globale de leurs fonds propres par rapport à leur profil de risque ainsi que d'une stratégie permettant de maintenir leurs niveaux de fonds propres » : cela veut dire que les banques doivent justifier leurs objectifs de fonds propres. Elles doivent tenir compte du climat et des cycles économiques, mener des simulations de crise et s'assurer que le montant des fonds propres déterminé est suffisant pour couvrir les risques ;
- **Principe 2** : « Les autorités de contrôle devraient examiner et évaluer les stratégies et procédures suivies par les banques pour évaluer en interne leurs niveaux de fonds

propres, ainsi que leur capacité à surveiller et garantir le respect des ratios de fonds propres réglementaires. Si les autorités de contrôle ne sont pas satisfaites, elles devraient prendre des mesures prudentielles appropriées » ;

- **Principe 3** : « Les autorités de contrôle devraient attendre des banques qu'elles conduisent leurs activités avec des fonds propres supérieurs aux ratios réglementaires minimaux et devraient pouvoir exiger qu'elles détiennent des fonds propres en plus de ces montants minimaux. » : le premier pilier définit les exigences minimales de fonds propres, elles constituent un volant de sécurité face aux incertitudes globales. Les incertitudes spécifiques à chaque banque font l'objet du 2<sup>ème</sup> pilier et les autorités doivent exiger des normes de fonds propres supérieures à celles calculées dans le cadre du pilier 1 en instaurant des catégories de montants de fonds propres au-delà du minimum.

### **1.2.3. Pilier III : la discipline de marché**

Le troisième Pilier met l'accent sur les notions de transparence et de discipline de marché ; à ce titre, les établissements sont tenus de publier des informations complètes sur la nature, le volume et les méthodes de gestion de l'ensemble de ces risques, ainsi que l'adéquation des fonds propres disponibles au regard de ces risques.

### **1.3. L'évolution du cadre réglementaire de Bâle et l'impact sur le risque opérationnel**

La réglementation prudentielle a considérablement évolué ces vingt dernières années sous l'impulsion des travaux du comité de Bâle. Même si celui-ci n'a aucun pouvoir décisionnel, ses recommandations sont reprises par les autorités de tutelle des différents pays concernés. Le 7 décembre 2017, le comité de Bâle pour la Supervision Bancaire a publié un texte qui propose

de revoir les exigences réglementaires des risques pondérés. Ces règles du comité sont qualifiées de Bâle IV par l'industrie bancaire et de Bâle III par les régulateurs.

La question que nous nous posons est la suivante : quelles sont les principales propositions ? Et quelles seront les impacts de cette nouvelle réforme sur la méthode de quantification du risque opérationnel en particuliers ?

Selon Godard & Harzi (2018), le comité de Bâle propose de rationaliser le cadre du risque opérationnel. La totalité des approches actuelles (aussi bien les approches modèles internes que les approches standards existantes) seront remplacées par une seule approche standard de sensibilité au risque, applicable à toutes les banques. Néanmoins d'un point de vue opérationnel, les établissements utilisant l'approche avancée (mesure du risque résultant d'un modèle interne) pourront toujours utiliser cette approche, mais dans le cadre de la perspective économique du Pilier 2. Ce deuxième pilier, comme nous l'avons détaillé un peu plus haut (chapitre II paragraphe 1.2.2), prévoit la mise en place par les banques elles-mêmes de processus internes de suivi et de calcul des risques et des besoins en fonds propres associés et prévoit aussi suite au développement du processus interne l'organisation d'un dialogue structuré entre les superviseurs bancaires et les établissements financiers placés sous leur contrôle. Les superviseurs sont ensuite chargés de confronter leur propre analyse du profil de risque de l'établissement avec celle conduite par la banque et, en fonction de leurs conclusions, d'engager des actions (Thoraval, 2006). La méthode avancée nous aide à avoir une vue plus correcte sur le risque probable qu'une banque pourra encourir.

Godard & Harzi (2018) expliquent que les banques les plus impactées sur ce volet seront certainement les banques utilisant actuellement des approches simples comme l'approche de base (BIA) ou encore l'approche standard. En effet, le passage à l'approche standard révisée, plus complexe, nécessitera la mise en place d'un nouvel outil de calcul. À l'inverse, les banques

utilisant actuellement l'approche Avancée possèdent déjà les informations requises et les outils de calculs permettant de répondre aux nouvelles exigences. La déclinaison opérationnelle devrait donc être beaucoup plus facile pour les grandes banques que pour celles ayant une taille plus modeste. Et leur modèle interne peut toujours être valable dans le cadre du Pilier II ou la banque prévoit la mise en place d'un processus interne et personnalisé.

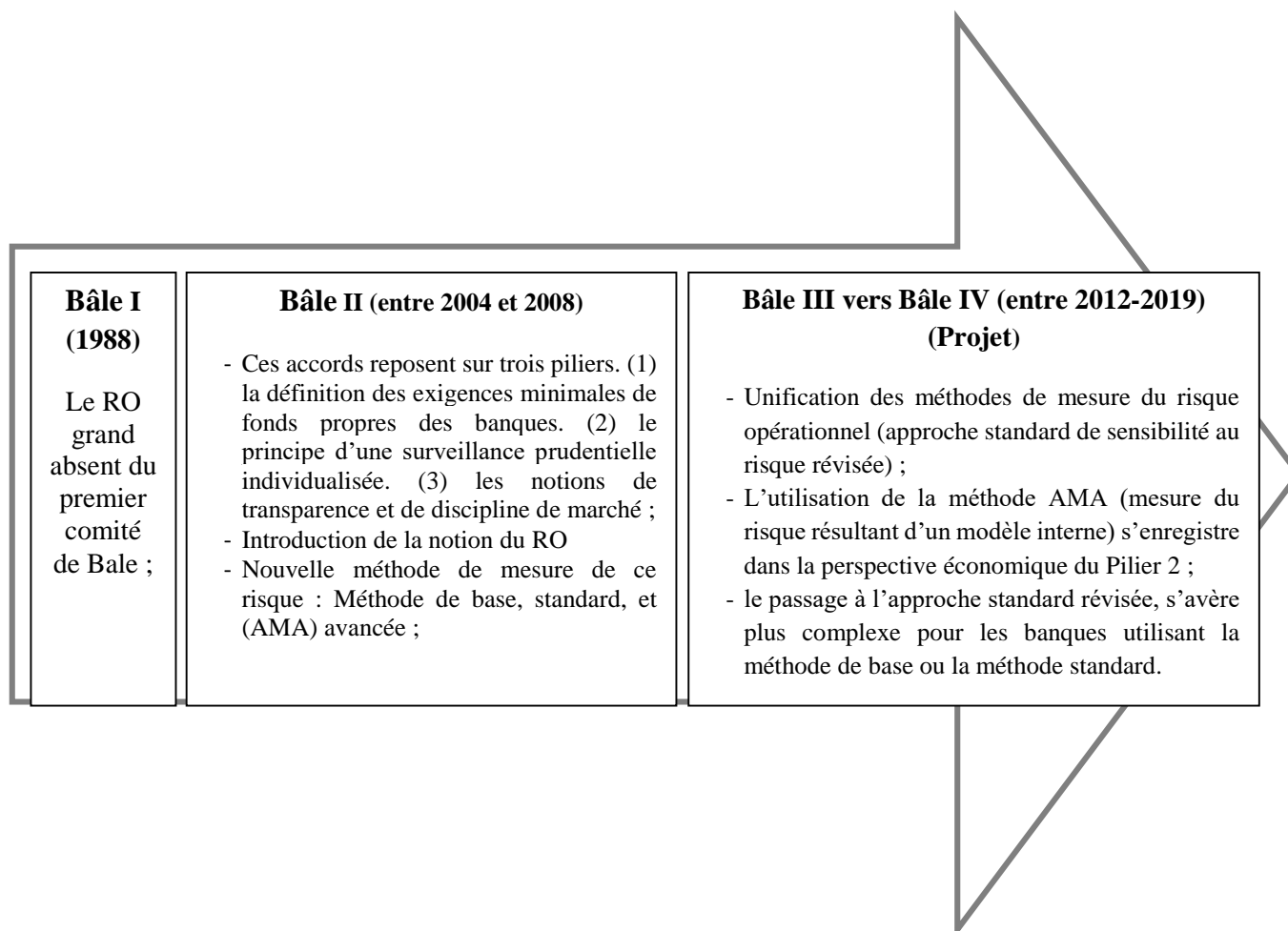
Il importe de rappeler que ces réformes ont fait objet de plusieurs critiques de la part de l'industrie bancaire, puisque les banques européennes feront face à un besoin en capital supplémentaire de 135.1 Milliards<sup>15</sup> d'euros pour finaliser l'implémentation des nouvelles règles. La documentation concernant les nouvelles méthodes de calcul proposées comme projet est d'une extrême rareté, puisque à ce stade ce projet Bâlois fait encore l'objet de plusieurs études quantitatives pour mesurer l'impact sur les institutions financières ainsi que de plusieurs négociations, avant l'application réelle au niveau Européen. Ce paquet Bâlois, normalement, doit être applicable en totalité avant 2027. Nous proposons la figure suivante pour résumer les différentes étapes de l'évolution du cadre réglementaire et le risque opérationnel

---

<sup>15</sup> <https://www.algo.fi/fr/communication/bale-iv-une-simple-finalisation-des-accords-de-bale-iii.html> ;

**Figure 7:**

*L'Evolution de la réglementation bancaire proposée par le comité de Bâle*



## 2. Éléments nécessaires pour une meilleure quantification du risque opérationnel

Depuis la multiplication des crises économiques, la communauté des chercheurs et praticiens se focalisant sur le thème de la gestion des risques bancaire, plus précisément le risque opérationnel, se penche encore plus sur la question « de comment bien quantifier ce risque ? » afin de trouver une modélisation cohérente et stable. Malheureusement, à ce jour, il y aurait plus de désaccords entre les chercheurs que de points communs. Les calculs de l'exposition au

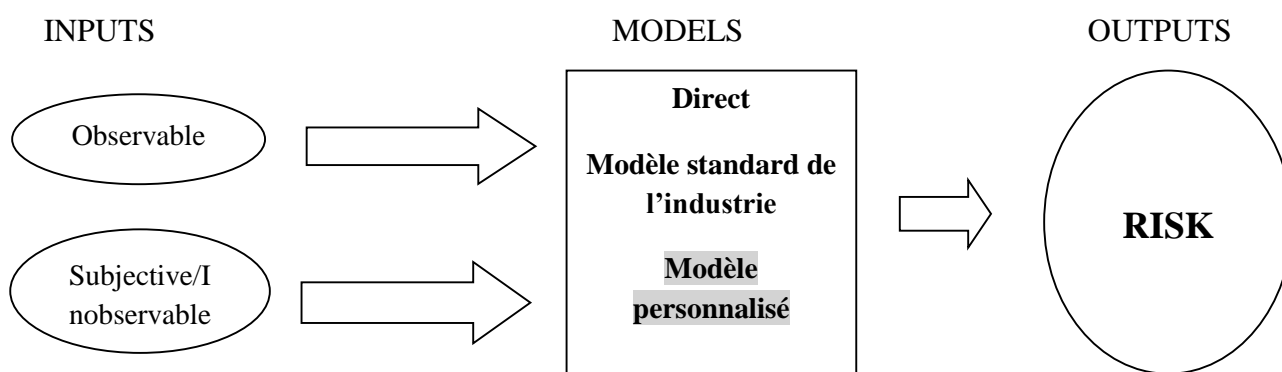
risque donnent des résultats largement différents, voire incohérents, les uns par rapport aux autres, selon les méthodes et les outils statistiques employés.

La quantification de ce type de risque est difficile puisqu'il existe une possibilité d'un chevauchement avec d'autres catégories de risque. Ces risques opérationnels sont peut-être pris en compte implicitement à l'intérieur d'autres types de risque. Il est crucial d'établir clairement les limites de sorte que les risques ne soient jamais comptés en double ni négligés. Cette question a été abordée par Van Den Heever & Slawski (2011). En effet, ces derniers déclarent : [traduction] « Il est nécessaire de produire une taxonomie détaillée pour obtenir des interprétations presque uniformes des types d'événements de risque et de garantir des évaluations exhaustives de l'univers de risque. » Ils soulignent que les risques opérationnels découlant de services communs sont souvent comptés en double, ce qui entraîne un dédoublement de la gestion des risques et du capital (cité par Boller et al., 2014, pp.4-5; KPMG, 2014, p.35).

Il existe effectivement un nombre incalculable de documents traitant de la gestion et de la mesure du risque opérationnel qui s'adressent plus particulièrement aux banques. Ces documents renferment des exposés théoriques détaillés des diverses méthodes utilisées pour quantifier le risque opérationnel. Selon Gorrod (2004, p.33), la technique de modélisation consiste à prendre diverses Inputs (qui peuvent soit être basées sur des données observables, soit être déterminées subjectivement), les traitent, pour produire une mesure du risque comme le montre la figure suivante :

**Figure 8**

*Types de Modélisation transformant les Inputs (données Observables ou subjectives) en Outputs (Risk) (Gorrod, 2004,p.33).*



Les modèles utilisés au sein des institutions financières peuvent être classés comme suit :

- *Modèles directs* : les prix et les risques sont directement dérivés des données observables. Par exemple, le prix d'une action de capital et l'impact des variations de ce prix sont directement observables et peuvent être obtenus auprès des bourses de valeurs.
- *Modèles standards de l'industrie* : il s'agit des modèles qui sont généralement acceptés et couramment utilisés dans l'industrie. Il y a moins de risques de mise en œuvre associés à l'utilisation de ces modèles, car ils peuvent être testés par rapport à des modèles comparables et couramment disponibles.
- *Modèles propriétaires et personnalisés* : Ce sont des modèles uniques à l'organisation. En conséquence, ils sont difficiles à tester et à valider. Les autorités réglementaires encouragent les banques à développer leur propre méthode, une méthode de mesure avancée qui reflètera mieux le niveau de risque opérationnel.

Concrètement, dans le cadre du deuxième pilier, le régulateur laisse la liberté de l'innovation aux institutions bancaires en ce qui concerne la gestion de leur propre risque opérationnel, tout en respectant quelques critères de qualité et de robustesse. Les approches développées par le secteur se divisent en deux grandes parties :

- Les approches quantitatives basées sur la modélisation statistiques de données internes de pertes internes et externes ;
- Les approches qualitatives, basées sur différents critères de qualité dans plusieurs dimensions de la gestion des risques opérationnels (Chapelle et al., 2005, p.29).

Tout en laissant toute liberté méthodologique aux banques, la réglementation bancaire soumet ainsi l'agrément de leurs modèles à une multitude de critères. Selon Jimenez et al. (2008, p.31), une bonne quantification du risque opérationnel repose sur la combinaison de plusieurs inputs qui sont :

- l'utilisation de données internes
- L'utilisation de données externes ;
- L'analyse de scénarios ;
- L'évaluation du système de contrôle interne des risques considérés.

C'est alors par une combinaison de ces éléments que nous pouvons arriver à une vision complète et dynamique du profil du risque opérationnel. Dans cette section, nous nous focaliserons essentiellement sur les trois premiers éléments qui sont les deux bases de données internes et externes ainsi que l'analyse de scénarios. Nous développerons aussi les méthodes de combinaison de deux bases de données.

## **2.1. Data interne à la banque**

Il est souvent suggéré que les données sur les risques opérationnels sont rares ou inaccessibles. Dans ce sens Pakhchanyan (2016) tente de fournir des preuves empiriques à l'appui de ces arguments. L'auteur a sélectionné les articles entre 1998 et 2014 traitant le risque opérationnel des institutions financières, et à partir de l'évaluation de l'échantillon qui se compose de 279 articles, l'auteur a pu identifier 97 études empiriques basées sur des données des pertes opérationnelles. La grande majorité de ces études utilisent des données internes ou collecté par la banque (près de 54 %) et seules les 46 % restantes appliquent les données de Consortium (parmi les 39 articles qui utilisent des ensembles de données sur les pertes opérationnels fournies par les consortiums, 31 articles sont regroupés dans 3 bases de données.).

Ces données historiques, bien évidemment, doivent être de qualité pour une meilleure modélisation du risque opérationnel. Selon Embrechts et al. (2003), la qualité ainsi que le volume des données historiques sont d'une extrême importance pour la fiabilité d'un exercice de risque opérationnel. Ils précisent que : [traduction] « L'exactitude des prévisions sur les pertes futures dépend du volume et de la qualité des données historiques observées ».

### **2.1.1. Les critères des données internes**

Les critères de données internes peuvent être résumés comme suit (Chapelle et al., 2005, p.35):

- La banque doit collecter ses données internes de pertes, afin de mettre en relation les estimations de risques et les effectives ;
- La banque doit disposer de procédures claires afin de relier les pertes à un type d'activité ;
- L'historique de pertes collectées doit impérativement être-là d'au moins 5 ans ;
- Le processus de collecte des données de pertes internes doit répondre aux caractéristiques suivantes :

- la mise en place en correspondance des données avec les catégories prudentielles définies, tant en termes de types d'événements que de lignes d'activités. La banque doit documenter sa règle de conversion éventuelle, entre ses catégories internes et les catégories officielles du comité ;
- La fixation d'un seuil « adéquat » de notification des pertes. La banque doit disposer d'un montant minimum de pertes brutes à partir duquel elle notifie la perte. Le seuil de notification doit être globalement similaire à celui de banques comparables ;
- Outre le montant brut rapporté, l'obligation de la divulgation d'une information complémentaire dans la notification. La quantité d'information collectée est liée à l'ampleur de la perte.

### **2.1.2. Les lacunes des données internes à la banque**

Le comité de Bâle exige l'utilisation de ces données puisqu'elles sont d'une grande utilité pour refléter le degré d'exposition réelle face au risque opérationnel. Cependant, ces données internes sont loin d'être représentatives puisqu'elles n'incluent pas les événements rares avec haute sévérité. Les banques se trouvent aussi face à une multitude de problèmes liés à la collecte de données internes suffisantes.

Aue & Kalkbrener (2007) analysent deux lacunes inhérentes des données internes sur les pertes utilisées comme fondement de la mesure de l'exposition du risque opérationnel :

- [traduction] « Les données sur les pertes représentent une mesure « rétrospective » qui ne saisira pas immédiatement l'évolution du risque et le contexte de contrôle » ;
- Les quantités de données sur les pertes ne sont pas suffisantes pour que les institutions financières puissent évaluer raisonnablement l'exposition, plus particulièrement en ce qui concerne l'évaluation du risque de pertes extrêmes ».

Frachot et al. (2001) partagent le même avis et démontrent que les données internes sont biaisées en faveur de pertes de faible gravité et que, pour des raisons évidentes, les événements extrêmes peuvent être difficilement représentés dans des bases de données internes.

L'une des raisons pour lesquelles les données internes sur les pertes sont souvent utilisées pour quantifier le risque opérationnel est qu'elles sont considérées comme l'indicateur de risque le plus objectif actuellement disponible, reflétant le profil de risque. Cependant les difficultés rencontrées pour obtenir suffisamment de données internes et la nécessité d'évaluer l'exposition à des événements extrêmes potentiellement graves, sont parmi les raisons pour lesquelles il est préférable aux banques de compléter leurs propres données en faisant appel à d'autres sources, notamment les sources externes et l'analyse de scénarios.

## **2.2. Données externes : sources et biais**

À la différence du risque de crédit et du risque de marché, le risque opérationnel est considéré comme étant un risque essentiellement endogène, par conséquent, l'utilisation des seules données internes est insuffisante pour bien estimer ce risque.

Aue & Kalkbrener (2007) soulignent une variété de méthodes visant à corriger les lacunes des données internes et mettent l'accent sur l'importance de compléter ces données en utilisant d'autres sources notamment [traduction] « le recours à des techniques de modélisation statistique, c'est-à-dire les données externes, l'analyse de scénarios et des facteurs qui tiennent compte des contextes du risque externe et du contrôle interne ».

« Le système de mesure du risque opérationnel d'une banque doit utiliser des données externes pertinentes (...) notamment lorsqu'il existe des raisons de croire que la banque est exposée à des pertes peu fréquentes, mais potentiellement lourdes (...). Une banque doit disposer d'un processus systématique pour déterminer les situations nécessitant de recourir à des données

externes et les méthodologies à utiliser pour incorporer ces données (...) » (comité de Bâle sur le contrôle bancaire, 2004 cité par Chapelle et al., 2005, p.35).

Ainsi, le recours à des données de pertes externes s'avère essentiel pour compléter les données internes et surtout pour inclure les événements rares qui manquent et pour réduire, de ce fait, l'effet « surprise ».

### **2.2.1. Les sources de données externes**

Les données externes proviennent de banques de caractéristiques différentes et concernent des types de risque différents, d'où la nécessité d'une mise à l'échelle afin de rendre les données externes homogènes aux données internes d'une banque particulière. Les bases de données spécifiées sont regroupées en quatre classes, basées tout d'abord sur leurs fournisseurs, à savoir les associations à but non-lucratif et les fournisseurs privés, et ensuite sur la disponibilité de l'événement opérationnel pour le public.

Ces données externes peuvent être obtenues :

- *Des données publiques* : ces données, qui regroupent des pertes généralement de plus de 1 million de dollars, proviennent essentiellement des rapports médiatisés et des magazines. Il faut signaler que la base ne contient que les pertes de haute sévérité survenues dans de grandes institutions financières. Le recours à cette base ne résout pas le problème de manque de données pour certains types de risque, mais il permet de compléter la base avec des données extrêmes survenant rarement. Dans ce cas, nous pouvons dire que les données externes sont biaisées en faveur des pertes très importantes, ce qui entraîne une surestimation de la sévérité alors que les données internes sont biaisées en faveur des pertes à faible sévérité et les événements rares sont à peine représentés. Parmi les bases de données fournissant des informations sur les pertes opérationnelles disponibles au public, nous identifions Algo First comme étant la plus

fréquemment utilisée (par exemple par Cope et al., 2012; Dahan & Dionne, 2010; Li & Moosa, 2015). Le fournisseur de la base de données Algo First<sup>16</sup> collecte des informations sur les pertes opérationnelles survenues dans des institutions financières et non-financières du monde entier auprès de sources publiques telles que les journaux et les agences de régulation (par exemple, le Consumer Financial Protection Bureau (CFPB) et le Securities and Exchange Commission (SEC)). Cette base de données qui contient de longues écritures et des informations utiles sur les événements de perte obtenus de multiples sources. Elle fournit une analyse complète des circonstances dans lesquelles se produisent des sinistres, mais aucune donnée supplémentaire sur les entreprises sous-jacentes n'est fournie. Le fait que ces bases contiennent un descriptif des pertes représente un avantage majeur (Chapelle et al., 2005).

- *D'un fournisseur tiers* : par exemple des données fournies par les courtiers d'assurance (tel que Willis, Aon et Marsh). Ce qui caractérise ce type de source est sa fiabilité en premier degré. Cependant, l'inconvénient de cette source est la différence des seuils de collecte liés aux différentes franchises des polices d'assurance, pas toujours observables. La deuxième limite réside dans la spécificité des types de risque collectés. En effet, seules les pertes de nature assurable seront comprises dans la base.
  
- *D'un consortium de données* comme ORX (Operational Riskdata eXchange Association)<sup>17</sup> pour les banques : il s'agit des données non publiques obtenues à partir d'un rassemblement des données internes des banques. L'avantage majeur de cette source de données réside dans sa fiabilité. Le seuil de collecte est beaucoup plus bas que celui des sources précédentes. Par exemple, ORX contient des données sur les pertes

---

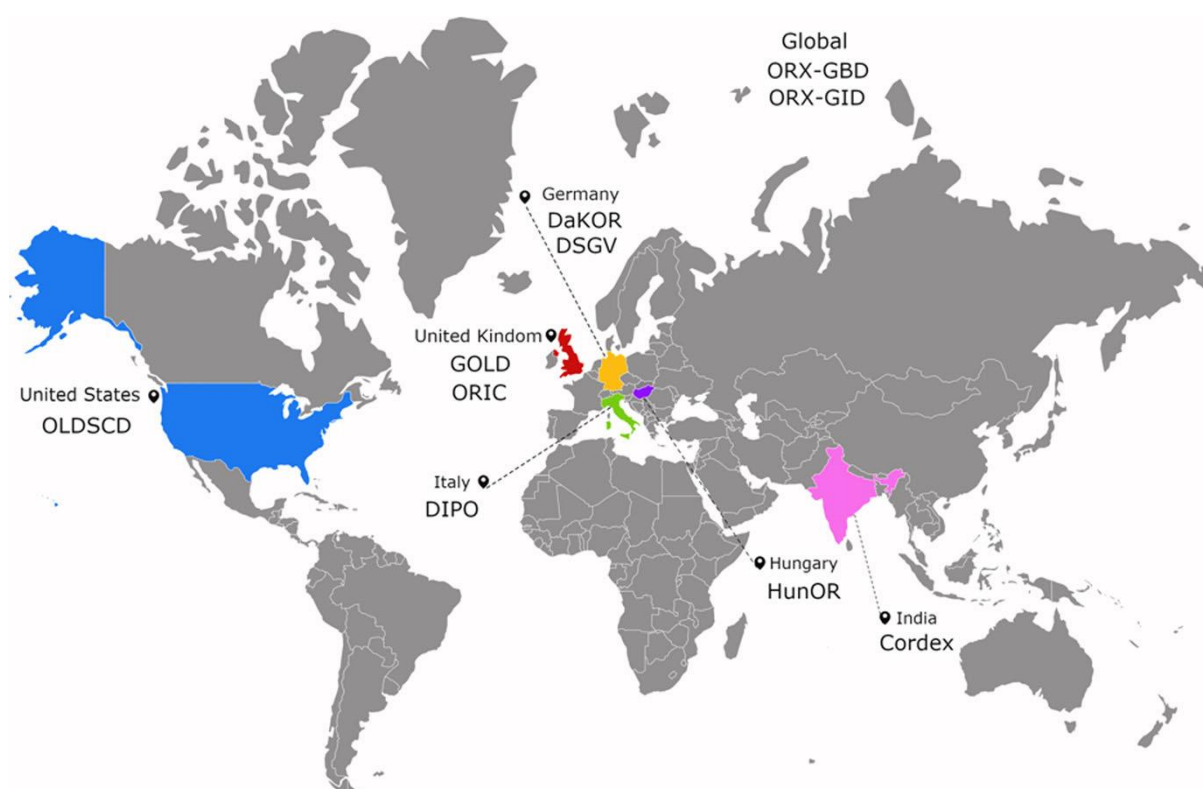
<sup>16</sup> <https://www.ibm.com/> (Algo First Database).

<sup>17</sup> <https://managingrisktogether.orx.org/>;

internes des banques membres du consortium et peut également être classé comme données sectorielles groupées. Cette dernière est la base de données la plus fréquemment utilisée parmi les classes indisponibles au public fournies par une association à but non-lucratif avec un seuil de déclaration des pertes égal ou supérieur à 20 000 € (L. Wei et al., 2018). Nous retrouvons dans la carte suivante l'ensemble des consortiums de données qui existent selon l'emplacement géographique.

### Figure 9

*Une carte de distribution mondiale des bases de données de consortium existantes dans l'industrie (L. Wei et al., 2018)*



### 2.2.2. Les biais potentiels des données externes

L'utilisation de données externes peut être sujette à caution et doit faire objet d'adaptation, puisque ces données posent souvent problème. En effet, l'échantillon qui est composé essentiellement des pertes de montants élevés, donne une vision pessimiste du risque d'une part, et d'autre part la définition des risques n'est pas homogène entre établissements et peut recouvrir des concepts différents, bien qu'elle soit classifiée selon la nomenclature de Bâle.

L'un des problèmes que nous pouvons rencontrer lors de la modélisation de ce risque est le problème de la Troncature, c'est-à-dire : la valeur minimale de la perte utilisée pour déclarer les événements de pertes imputables au risque opérationnel. Le point de troncature change souvent au fil du temps et il peut varier d'une organisation à l'autre, compliquant ainsi les comparaisons entre les organisations (Dahen, 2006).

Ainsi, nous pouvons conclure que les données externes contiennent beaucoup de biais, nous pouvons citer :

- *Le biais de sélection* : le débat entre sociétés concernant une fixation de seuil montre que tout type de risque doit être remontés, quel que soit le montant de la perte. La fixation d'un seuil trop élevé, comme nous l'avons signalé ci-dessus, risque de biaiser les informations en faveur des événements à haute sévérité et faible fréquence. Ce biais est difficile à corriger puisqu'il est lié à la nature des bases disponibles ;
- *Le biais de contrôle* : l'environnement de contrôle diffère d'une banque à une autre. Malheureusement, de nos jours, les variables estimant la qualité de contrôle au niveau des banques sont absentes dans les bases externes, ce qui rend impossible la correction de ce biais ;

- *Le biais de collecte* : les banques font face à un autre type de problème concernant leurs données et qui est celui du manque d'uniformité de la collecte de ces mêmes données. Cette incohérence fait l'objet de recherche de Moscadelli (2004) dans *The modelling of operational risk: experience with the analysis of the data collected by the Basel Committee*. Il y affirme ce qui suit : [traduction] « Pour mettre en œuvre de saines pratiques, les banques doivent établir une classification rigoureuse et détaillée de leurs produits, fonctions et processus, et implanter une définition claire et générale du risque opérationnel au sein de leurs unités organisationnelles avant de déterminer et de suivre les événements de perte et d'effectuer une analyse statistique de leurs pertes. ». De ce fait, lorsque les données proviennent de sources exogènes, des seuils différents peuvent entraîner des biais.
  
- *Le biais d'échelle* : les pertes proviennent de différentes banques avec différentes tailles (actifs, revenus, nombre d'employés...) et localisées dans différents pays. La correction de ce biais est possible et peu de recherches avaient pour objectif de trouver une solution pour le problème de l'échelle. La sévérité et la fréquence des pertes doivent être décomposées en plusieurs composantes communes à toutes les banques qui peuvent capter tous les changements dans l'environnement macroéconomique, géopolitique et culturel d'un côté, et des composantes idiosyncratiques qui comprend tous les facteurs spécifiques à l'institution financière d'un autre côté.

Pour utiliser ces données externes, la banque doit donc les réajuster si nécessaire. Dans ce point Moscadelli (2004) (déclare : [traduction] « (...) Des traitements statistiques efficaces (les « méthodes de rajustement ») devraient être exécutés de manière à rendre les données

comparables et à faire en sorte que la fusion de toutes les bases de données permette de produire des estimations non biaisées ».

Il est important aussi d'évaluer la pertinence ainsi que la crédibilité de ces données externes qui vont être jumelées par la suite aux données de l'institution bancaire.

### **2.3. La mise à échelle de la sévérité et la fréquence des pertes opérationnelles provenant de la base de données externes**

La technique de mise à échelle est une technique qui a été développée pour corriger le biais dont souffre le risque opérationnel, et qui est le biais d'échelle. Elle nous aide à transformer une perte observée dans l'industrie à l'échelle de la banque souhaitant quantifier son risque opérationnel. Nous pouvons donc mettre à l'échelle l'ensemble de la base de données externe pour estimer le risque opérationnel dans le cadre du premier pilier (2.3.1) comme nous pouvons mettre à l'échelle quelques événements de pertes et générer ainsi des scénarios (2.3.2).

#### **2.3.1. Le jumelage des deux bases de données interne et externe**

Quelle que soit la source des données externes, celles-ci ne peuvent pas être utilisées sans modifications dans la modélisation du risque opérationnel (Chapelle et al., 2005, p.89). Effectivement, une perte qui s'élève à un million de dollars n'a pas la même signification pour une grande banque internationale que pour une petite institution bancaire locale.

Une approche naïve consiste à simplement construire un nouvel ensemble de données sur les pertes contenant toutes les observations de pertes externes et internes. Cependant, cela aura tendance à surestimer la probabilité de pertes élevées, car les données externes sont censurées d'une manière qui déplace la distribution des données externes vers la droite.

Comme nous l'avons déjà démontré auparavant, les données externes peuvent contenir un certain nombre de biais, tels que le biais de sélection et l'hétérogénéité. Le biais de sélection est

lié à la nature des bases de données disponibles et est donc difficile à corriger. Lorsque les données proviennent de différentes sources, les variations des seuils peuvent provoquer des biais. Les données internes peuvent être comparées avec des données externes dont les seuils de collecte diffèrent. Voici une solution simple pour le problème. Supposons que nous ayons 100 000 observations de pertes internes et 150 000 observations externes tirées de la même distribution de pertes. Supposons que les observations externes ont été censurées et que seules les pertes de plus de 25 000 \$ ont été incluses. Les données internes ont 50 000 pertes inférieures à 25 000 \$ et 50 000 pertes supérieures à 25 000 \$. Comment utiliser les données internes et externes pour obtenir un échantillon de la distribution des pertes intégrant toutes les données de pertes disponibles ?

Cette situation se présente souvent dans les statistiques dans le cadre d'un échantillonnage stratifié. Il existe une solution canonique à ce problème. En combinant les données internes et externes, nous obtenons quatre fois plus d'échantillons de pertes supérieures à 25 000 \$ que nous n'en avons à partir des données internes. Par conséquent, un échantillon de la distribution des pertes doit contenir toutes les données pour les pertes supérieures à 25 000 \$ provenant des données internes et externes et quatre copies de chaque point de données pour les pertes inférieures à 25 000 \$ provenant des données internes. Ce nouvel échantillon n'est donc pas biaisé vers des pertes plus élevées et intègre toutes les informations disponibles (Baud et al., 2002; Okunev, 2005).

Il existe une autre solution qui nous permettra la combinaison des données externes aux données internes, il s'agit de la méthode de mise à échelle. Peu de recherches ont été effectuées pour résoudre le problème de mise à l'échelle. Shih et al. (2000) présentent la taille de l'institution comme le principal facteur d'échelle. Ils montrent que la relation entre les pertes opérationnelles et la taille de l'entreprise est non-linéaire. Cependant, cette étude ne contrôle pas le biais de

sélection. Dans le même esprit, Hartung (2004) développe une formule de normalisation, qui permet de calculer l'équivalent d'une perte externe pour une banque donnée. La formule est basée sur des paramètres d'échelle (revenus / nombre d'employés ou qualité de la gestion des risques) et des facteurs d'ajustement. Les limites de ce modèle d'échelle comprennent l'absence de justification théorique de la formule utilisée, et d'une méthode appropriée pour estimer les facteurs d'ajustement. Na et al. (2005, 2006) affirment que le montant de la perte peut être décomposé en une composante commune et une composante idiosyncrasique. La composante commune est une composante constante qui concerne tous les établissements de crédit. En effet, elle contient tous les facteurs indépendants des activités de la banque et peut avoir le même impact sur toutes les banques. En général, la composante idiosyncratique est une composante spécifique à chaque institution financière.

L'auteur a combiné de ce fait les deux composantes et a exprimé la perte opérationnelle comme suit :

$$\text{Perte}_i = f((\text{Comp. Com.}), (\text{Comp. Idios.})_i)$$

Or, comme la composante commune est constante, nous pouvons la modéliser par un paramètre.

$$\text{Perte}_i = \text{Comp. Com.} \times g(\text{Comp. Idios.})_i$$

Nous allons mener ainsi cette étude en se référant aux études menées par Dahen (2006) et Dahen & Dionne (2010), qui se sont inspirés des travaux de de Shih et al., (2000), qui suppose une relation de puissance entre le montant de perte et la taille de la firme (exprimé par le total des actifs). Or, la composante idiosyncratique ne se limitera cependant pas à la taille, comme facteur déterminant de la sévérité des pertes ; mais aussi à d'autres facteurs exprimés dans la fonction  $h$  qui suit :

$$g(\text{Comp. Idios.}) = \text{Actifs}^a \times h(\text{facteurs}).$$

Cette relation peut donc être réécrite de la manière suivante :

$$\text{Perte}_i = \text{Comp. Com.} \times (\text{Actifs}_i^a \times h(\text{facteurs}_i)).$$

Avec

$$h(\text{facteurs}_i) = \exp(\sum_j b_j \times \text{facteurs}_{ij}).$$

En appliquant le logarithme, Dahen (2006) a ainsi transformé la relation en une relation linéaire.

$$\text{Log}(\text{Perte}_i) = \text{Log}(\text{Comp. Com.}) + a \times \text{Log}(\text{actifs}_i) + (\sum_j b_j \times \text{facteurs}_{ij}).$$

### **2.3.2. L'utilisation des données externes pour le développement des approches par scénarios sous-tendant la simulation de crise**

Nous utilisons des données externes à diverses fins, plus précisément, nous utilisons massivement des données externes pour la modélisation, l'analyse comparative ainsi que le développement des scénarios. Dans la section suivante, nous nous sommes focalisés sur le processus d'alimentation de la base de données interne par une autre base de données externe qui est considéré comme étant primordiale pour avoir une meilleure estimation du risque opérationnel. La base de données externe peut aussi être générée pour de développement de scénario ou la simulation de crise. La simulation de crise est une technique servant à évaluer les répercussions éventuelles, en termes de situation financière, d'une séquence précise de modification des facteurs de risque qui correspond à des événements exceptionnels mais plausibles. Il faut signaler que trois principales approches sous-tendent généralement les techniques utilisées dans l'opérationnalisation d'une simulation de crise (Akkizidis & Bouchereau, 2005).

### ***2.3.2.1. L'analyse de sensibilité (« Sensitivity Analysis »)***

Cette approche consiste à faire varier un seul ou un sous-ensemble restreint de facteurs de risques. On parle donc de simulations en équilibre partiel puisque l'étendue du/des choc(s) considéré(s) n'est pas reflétée dans tous les facteurs qui seraient pourtant impactés par le(s) choc(s). Le principal avantage de cette approche est qu'elle permet d'isoler la contribution d'un ensemble restreint de facteurs ciblés au profil de risque de l'institution.

### ***2.3.2.2. L'analyse de scénario (« Scenario Analysis »)***

Un scénario décrit la survenance potentielle d'un événement de risque, défini comme la manifestation concrète d'un risque opérationnel, susceptible d'engendrer des pertes opérationnelles. Cette approche vise, quant à elle, à évaluer l'impact de la variation simultanée d'un ensemble complet de facteurs, dans le but de refléter un événement qui pourrait se concrétiser dans le futur. L'événement à la base du scénario devrait être clairement défini. Les scénarios développés peuvent être de nature hypothétique ou historique, c'est-à-dire fondés sur des événements du passé que l'on estime susceptibles de se reproduire. La simulation de crise doit être en mesure de répondre à ces trois questions :

- Quelles seront les pertes si le scénario X se produit ?
- Quels sont les pires scénarios pour l'institution ?
- Que pouvons-nous faire pour limiter les pertes dans ce cas ?

Cette approche constitue un complément intéressant quand les données historiques ne sont pas suffisantes pour appliquer une méthode purement statistique. Elle trouve en particulier son application dans l'évaluation des impacts d'événements de risque de sévère amplitude. Nous pouvons ainsi calculer le montant d'une perte opérationnelle observée dans l'industrie à travers

la technique de la mise à échelle développée dans le point concernant le jumelage des deux bases de données.

### ***2.3.2.3. La simulation de crise inversée (« Reverse Stress Testing »)***

La simulation de crise inversée vise à identifier les événements ou conjonctures qui pourraient mettre en péril la solvabilité d'une institution, ou lui causer d'autres dommages importants, telle une atteinte à sa réputation. Cette approche a un aspect inductif puisqu'elle vise d'abord à identifier les types de pertes à conséquences graves, puis à déterminer les événements pouvant mener à la concrétisation de ces pertes. Elle favorise, entre autres, l'identification des risques à teneur qualitative (non basés sur une distribution de probabilité), par exemple l'impact sur la solvabilité lié à la perte d'un client important.

2.4. Schéma récapitulatif

Quantification du risque opérationnel

Nécessité de combiner 4 éléments

Analyse des scénarios

(Simulation de crise)

Data Externe

Data Interne

Scorecard

(Indicateurs de risque : KRI)

La base de données externe souffre d'un biais d'échelle : pertes proviennent de banques avec différentes tailles, localisées dans différents pays

La base de données interne insuffisante (historique de pertes propres à la banque)

Quelques Approches de jumelage de ces deux bases de données

Sévérité des pertes

Approche Naïve	Correction de la «troncature au-dessus d'un seuil spécifique»	Mise à échelle
Construire un nouvel ensemble de données sur les pertes contenant les pertes des 2 bases.	Braud et al. (2002) ; Franchot et al. (2002)	- Shih et al. (2000) : Taille comme principal facteur d'échelle ; - Na (2004) Na et al. (2006) décomposition de la perte en composante commune et composante idiosyncratique.

Objectifs

- Estimation de la distribution de la sévérité et la fréquence des pertes dans le cadre de l'AMA (méthode interne personnalisée) ;
- Estimation des pertes pour un scénario.

Fréquence des pertes

Même procédure que la sévérité

### 3. Réglementation bancaire marocaine et risque opérationnel

La modernisation des secteurs bancaires des pays arabes depuis le milieu des années cinquante a suivi celle des systèmes des pays occidentaux, qui ont connu, depuis le milieu des années quatre-vingts, une évolution très rapide : libéralisation, ouverture, développement de la bancarisation, multiplication des produits et services financiers (Brack, 2012). Le simple fait de procéder à l'ouverture et à la libéralisation des économies a des implications structurantes sur les systèmes bancaires, en particulier via l'adoption et la mise en œuvre des standards internationaux de réglementation et de supervision bancaire et financière (Bâle, IFRS). D'après l'auteur ces standards, établis pour garantir la stabilité financière, sont élaborés au sein de la banque centrale des banques centrales, la banque des règlements internationaux (BRI), basée à Bâle comme nous avons vu auparavant. En effet, ces standards constituent la référence en matière bancaire et financière, et ont le soutien des organisations internationales qui y adhèrent, considérant que la stabilité financière dépend d'un « level playing field »<sup>18</sup>, où les institutions, les marchés et les produits accessibles seraient régulés et supervisés de manière identique dans les différents pays.

Nous constatons à l'heure actuelle que les pays arabes et tout particulièrement le Maroc se sont engagés à adopter ces règles, en vue de garantir la stabilité de leurs secteurs bancaires, en intégrant progressivement la scène mondiale. La panoplie de textes juridiques visant l'ouverture internationale du secteur financier marocain et son environnement a été publiée entre 1993 et 2003 ; elle visait plus particulièrement à rapprocher la législation nationale des standards internationaux et surtout de ceux du comité de Bâle. Ainsi, la loi 76-03, portant statut de la

---

<sup>18</sup> *Level playing field* (expression de la langue anglaise) fait référence à « un terrain de jeu parfaitement plat, qui ne favorise ni ne défavorise l'une des équipes en présence ».

banque centrale, *Bank Al Maghrib*<sup>19</sup> et la loi 34-03, relative aux établissements de crédit et organismes assimilés, ont été promulguées en 2003. Les textes étaient guidés par le souci de renforcer les règles de contrôles des établissements de crédit pour une sécurisation accrue du système financier dans son ensemble, suite aux faillites retentissantes de trois banques : le Crédit immobilier et hôtelier, le crédit agricole et la banque nationale pour le développement économique.

Plusieurs innovations ont en outre été introduites. La première, de taille, a consacré la supervision prudentielle de la Bank Al-Maghrib ainsi que son autonomie vis-à-vis du ministère des Finances quant au contrôle des établissements bancaires et de l'élargissement du champ de contrôle. Les règles de solvabilité ont été renforcées par l'introduction de nouveaux éléments dans le calcul des ratios de fonds propres, et « entre les fonds propres et l'ensemble ou certaines catégories de créances, de dettes, et d'engagements par signature en devises ». Les établissements de crédit se sont vus obligés en outre de mettre en place un contrôle interne. Cette disposition avait déjà fait l'objet de la circulaire de l'institut d'émission datée du 19 février 2001, relative au contrôle interne des établissements de crédit qui a vu ainsi sa portée renforcée par la loi.

La nouvelle loi bancaire du 14 février 2006 était quant à elle dans la lignée des règles de Bâle II. Elle a consacré l'autonomie de Bank al-Maghreb en matière de politique monétaire, et clarifié ses attributions en matière de politique de change, supprimé les concours financiers au Trésor en situation normale, éliminé les activités incompatibles avec sa fonction de supervision bancaire et révisé le contrôle comptable exercé sur la banque centrale. La Bank Al-Maghrib est alors devenue l'autorité responsable de l'agrément, de la surveillance - via la Commission

---

<sup>19</sup> <http://www.bkam.ma/>;

bancaire - et s'est vue accorder le pouvoir de sanction en cas de défaillance d'un établissement bancaire.

Aux termes de l'article 56 de la circulaire 26/G/2006, les risques opérationnels sont définis comme étant les risques de pertes résultant de carences ou de défaillances inhérentes aux procédures, au personnel et aux systèmes internes ou à des événements extérieurs. Cette définition inclut le risque juridique, mais exclut les risques stratégiques et de réputation.

Le pays a entamé, le 1<sup>er</sup> janvier 2007, la mise en œuvre concrète du dispositif de gestion des risques opérationnels<sup>20</sup>. Cette directive s'inscrit dans le cadre de la mise en œuvre du deuxième pilier de Bâle II. Elle constitue un référentiel de saines pratiques pour la mise en place par les établissements de crédit, désignés ci-après par « établissements », d'un dispositif de gestion des risques opérationnels à même de leur permettre d'identifier les sources potentielles de tels risques et d'en assurer la mesure, le suivi, le contrôle et l'atténuation en rapport avec leur taille et profil de risque ainsi que la complexité de leur activité. Sur le plan organisationnel, en plus du Comité des Risques Opérationnels (CRO) dont le rôle est d'examiner les orientations stratégiques en matière de gestion des risques et de suivre et de coordonner les actions visant la maîtrise de ces derniers, la Banque s'appuie, dans ce domaine, sur une équipe de risk managers par métier chargés d'élaborer la cartographie des risques de leur entité. Une structure centrale, logée au sein du département de la gestion des risques et de l'éthique, assure une mission générale d'expertise en matière de gestion des risques, de coordination des travaux, de reporting consolidé et d'accompagnement.<sup>21</sup>

---

<sup>20</sup> Bank Al-Maghrib « recueil des textes législatifs et réglementaires régissant l'activité des établissements de crédit et organismes assimilés ».

<sup>21</sup> Bank Al Maghrib, International operational risk working group (IORWG) « 8<sup>ème</sup> Conférence Annuelle : groupe de travail International des banques centrales pour la gestion des risques opérationnels », Dossier de Presse 2013 –Rabat- Maorc

En 2013 et 2015, le FSI (Financial Stability Institute/Institut de stabilité Financière) a mené une enquête pour vérifier l'état ainsi que les plans concernant la mise en œuvre de Bâle II, 2.5 et III dans les juridictions qui ne sont membres ni du Comité de Bâle sur le contrôle bancaire (CBCB) ni de l'Union européenne (UE). Voici un extrait des deux rapports concernant le Maroc et l'implémentation de Bâle II et de Bâle III (Financial Stability Institute, 2013, 2015).

**Tableau 3**

*Implémentation de Bâle II et Bâle III au Maroc (Financial stability Institute, 2013, 2015)*

<b>Bâle II, 2.5, III</b>						
<b>2013</b>			<b>2015</b>			
Éléments	Statuts	Année <sup>22</sup>	Éléments	Statuts	Année	
<b>Approche Standard</b>	Règle finale en vigueur	2007	Pilier I révisé (Bâle III)	N'est pas applicable	-	
<b>Indicateur de base</b>	Règle finale en vigueur	2007	Pilier II révisé	N'est pas applicable	-	
<b>Approche avancée</b>	Règle finale publiée	2010	Pilier III révisé	N'est pas applicable	-	
<b>Pilier 2</b>	Règle finale en vigueur	2007				
<b>Pilier 3</b>	Règle finale en vigueur	2007				

<sup>22</sup> Cette colonne indique l'année au cours de laquelle le projet ou la règle finale a été ou devrait être publié ou quand la règle finale était ou sera en vigueur.

Selon le rapport 2018 de la direction de la supervision bancaire de Bank Al-Maghrib, les expositions au titre du risque opérationnel sont déterminées par la plupart des banques selon l'approche indicatrice de base. Elles sont évaluées à 86 milliards, en hausse de 3,1 %, en relation avec l'évolution du produit net bancaire.

#### **4. État de l'art des travaux empiriques sur les pertes opérationnelles dans le cadre de Bâle**

Comme nous l'avons déjà évoqué auparavant le risque de marché et le risque de crédit ont reçu énormément d'attention durant cette dernière décennie, et de nombreuses recherches théoriques ont alimenté cette littérature. En revanche, le risque opérationnel avait reçu relativement semble-t-il beaucoup moins d'attention de la part du public. L'une des premières études sur la gestion du risque opérationnel a été réalisée par Embrechts et al. (1997). Cette étude avait pour objectif la modélisation des événements extrêmes de l'assurance et de la finance. Depuis, son travail est considéré comme étant un classique dans la littérature sur le risque opérationnel. Par la suite, d'autres chercheurs, se sont basés sur la réglementation instaurée par le comité de Bâle et ont expérimenté avec des données des pertes opérationnelles afin de le modéliser (de Fontnouvelle et al., 2003).

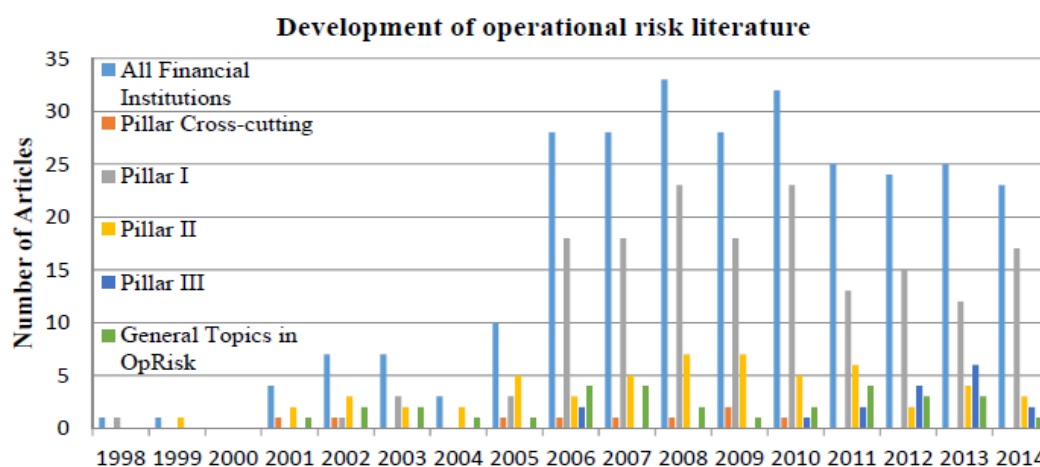
Pakhchanyan (2016) catégorise les recherches antérieures sur les risques opérationnelles en fonction des piliers du cadre de Bâle II/III et vise à identifier les domaines les moins recherchés. Voici ci-dessous un graphe qui démontre le développement du risque opérationnel dans la littérature selon le nombre d'articles publié de 1998 à 2014 ; et qui regroupe la littérature du risque opérationnel en 5 grandes familles :

- Pillar I : le 1<sup>er</sup> Pilier concerne les exigences minimales de fonds propres du risque opérationnel ;
- Pillar II : le deuxième Pilier concerne la surveillance par les autorités prudentielles ;

- Pillar III : le troisième Pilier se focalisant sur la communication financière, ce Pilier III concerne un large éventail d’initiatives en matière de divulgation qui renforcent l’utilisation efficace de la discipline de marché pour « réguler » le comportement des banques afin d’encourager la solidité des pratiques bancaires.
- Pillar Corss-Cutting : le quatrième Pilier concerne une catégorie qui peut regrouper deux piliers en même temps ;
- General Topics in Operational Risk : ou « Coupe transversale de pilier », la dernière catégorie concerne les autres sujets qui peuvent être traités au sujet du risque opérationnel notamment : les facteurs ayant un impact sur les risques opérationnels. Cependant, on peut soutenir que ces derniers articles peuvent être classés dans la catégorie « pilier transversal », car ces études examinent les facteurs qui concernent le calcul des fonds propres réglementaires dans le cadre des approches de mesure avancée proposées par le Comité de Bâle sur le contrôle bancaire (Pilier I), et de l'autre côté, le développement de meilleures pratiques de contrôle interne et de gestion (Pilier2).

**Figure 10**

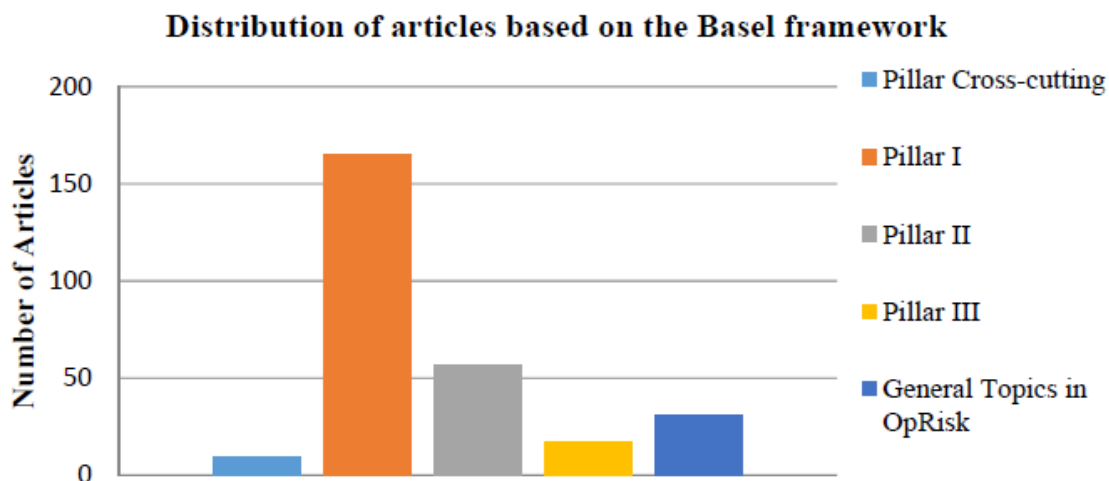
*Graphe représentant le développement de la littérature du risque opérationnel allant de 1998 à 2014 (Pakhchanyan, 2016 , p.5)*



L'auteur a donc sélectionné les articles publiés entre 1998 et 2014, en excluant les institutions non-financières de l'échantillon, et s'est limité aux institutions financières qui adhèrent au cadre de Bâle. Enfin, après avoir appliqué les filtres décrits ci-dessus, l'échantillon comprenait 279 articles. Comme le montre le graphe, le sujet du risque opérationnel a commencé à connaître un essor à partir de l'année 2006. Dans l'étude, l'auteur a trouvé qu'une majorité des recherches précédentes (près de 60 %) portent sur la mesure du capital réglementaire requis et sont donc classées dans le pilier I, alors que près de 20 % de tous les articles rassemblés étudient des approches qualitatives de la supervision financière concernant le Pilier II. La plus petite sous-catégorie, avec seulement 18 articles, couvre les obligations de divulgation et de communication financière conformément au Pilier III. Cette dernière catégorie, entre autres, contient des articles analysant les pertes de réputation causées par les annonces de pertes opérationnelles, bien que le Comité de Bâle exclue explicitement le risque de réputation de la définition du risque opérationnel. La catégorie suivante, intitulée « Coupe transversale de pilier », contient neuf articles couvrant simultanément deux piliers ou plus. Enfin, les articles qui ne peuvent pas être classés dans l'une des catégories précédentes sont classés dans une catégorie distincte intitulée « Sujets généraux dans OpRisk ». Cette catégorie comprend des articles qui examinent et exposent de nombreuses controverses sur le concept de risque opérationnel, notamment sa définition et sa nature ; elle met l'accent aussi sur les divers facteurs réglementaires, juridiques, géographiques, économiques d'un côté ainsi que les facteurs spécifiques à l'entreprise pouvant influencer sur la gravité des pertes opérationnelles. Ceci démontre que la littérature qui concerne les facteurs ayant un impact sur les pertes opérationnelles est dans un stade que nous pouvons qualifier d'embryonnaire. Voici ci-dessous un graphe qui résume le nombre d'articles publiés concernant le risque opérationnel durant les années allant de 1998 à 2014 selon les thèmes traités.

**Figure 11**

*Graphe sur les distributions d'articles concernant le risque opérationnel basées sur les travaux de Bale (Pakhchanyan, 2016).*



La catégorie qui nous importe le plus dans cette thèse est la catégorie « General Topics in OP Risk » ou « sujets généraux en risque opérationnel » en français. Cette étude démontre encore une fois que les sujets portant sur les déterminants du risque opérationnel est un thème peu exploité dans l'ensemble de la littérature traitant le risque opérationnel comme sujet principal. Dans ce contexte, le présent travail propose de relancer les discussions et les points de vue sur le problème des facteurs explicatifs du risque opérationnel.

## Conclusion du chapitre II

Ce chapitre porte sur l'importance que présente la quantification du risque opérationnel dans le processus de gestion du risque opérationnel. Après avoir détaillé les méthodes de quantification du risque opérationnel proposées sous l'angle du Pilier 1, et qui sont la méthode de base (BIA), la méthode standard, la méthode avancée (personnalisée) ainsi que la nouvelle méthode SMA, nous avons mis l'accent sur les éléments quantitatifs indispensables à une bonne gestion du risque opérationnel et qui sont la base de données interne (historique), la base de données externe et l'analyse des scénarios. C'est par une combinaison de ces éléments que nous pouvons arriver à une vision complète et dynamique du profil du risque opérationnel. Nous pouvons intégrer alors deux échantillons (interne et externe) et augmenter ainsi le nombre d'observations disponibles. Cette approche convient parfaitement si la banque souhaite compléter sa propre base de données interne à l'aide d'observations provenant d'autres bases externes pour certains risques peu fréquents en interne. Parmi les solutions proposées aux problèmes liés à l'utilisation de la base de données externe, nous citons la méthode de mise à échelle qui consiste à diviser la perte opérationnelle en une composante commune et une autre composante idiosyncratique. Concernant la réglementation bancaire marocaine, nous pouvons dire que le Maroc intègre progressivement la scène mondiale en termes de gestion du risque opérationnel. Cependant la majorité des banques selon Bank al-Maghreb utilise toujours la méthode de base qui est une méthode forfaitaire pour quantifier ce risque.

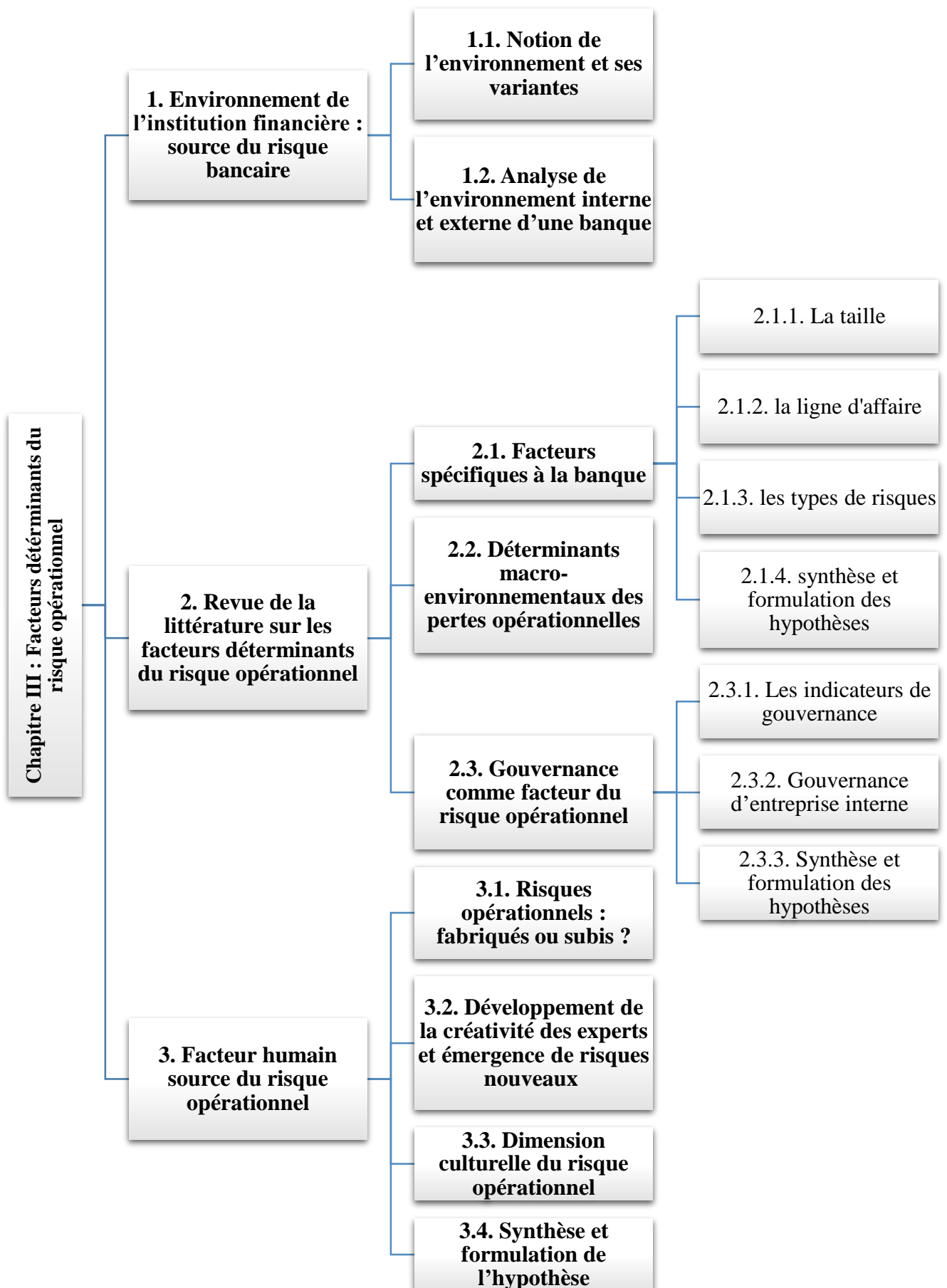
À la suite des travaux de Shih et al. (2000), Na et al. (2006), Dahren et Dionne (2010) ayant pour objectif l'amélioration de la gestion des risques opérationnels à travers l'intégration des données observés dans l'industrie, nous supposons à notre tour que des facteurs internes à l'entreprise et des facteurs systématiques ou environnementaux ont une incidence sur les pertes subies par les institutions. Notre contribution, concernant ce point, réside dans le fait que nous allons

introduire d'autres facteurs, et nous allons essayer de l'appliquer au contexte marocain puisque les sujets portant sur les déterminants du risque opérationnel est un thème peu exploité dans l'ensemble de la littérature traitant le risque opérationnel comme sujet principal. Dans ce contexte, le présent travail propose de relancer les discussions et les points de vue sur le problème des facteurs explicatifs du risque opérationnel.



**Chapitre III : Facteurs déterminants du risque  
opérationnel bancaire**





### **Introduction du chapitre III**

Afin de bien gérer le risque opérationnel, il est primordial d'identifier les facteurs responsables de la sinistralité des pertes opérationnelles des institutions bancaires comme il a été démontré dans le chapitre précédent. L'étude des facteurs explicatifs du risque opérationnel des firmes bancaires est l'objet du présent chapitre. Nous allons nous focaliser dans un premier lieu sur l'environnement avec ses deux composants (micro-environnement et macro-environnement). Nous avons choisi de mettre l'accent sur l'environnement pour une raison simple : l'environnement est une cause directe du risque de crédit, de marché ou encore opérationnel. La compréhension de l'environnement de la banque et de ses caractéristiques permettra alors de mieux la connaître et de mieux concevoir les rapports existant entre la banque et son environnement. Ensuite, nous allons resserrer notre discours pour essayer de déterminer cette fois-ci les facteurs explicatifs du risque opérationnel qui fait partie bien évidemment de la famille des risques bancaires au côté des deux autres risques, beaucoup plus populaire et qui sont le risque de marché et le risque de crédit.

Une revue de la littérature s'impose afin de recenser les travaux les plus pertinents traitant de loin ou de près cette liaison entre le risque opérationnel et son environnement interne ou externe. Nous allons donc détailler les facteurs spécifiques à l'institution financière (taille de l'institution financière, la ligne d'affaire, les types de risques) et puis les facteurs concernant plus l'environnement dans lequel opère l'institution financière (lieu géographique, taux de chômage, PIB, système juridique, facteur culturel) ; et enfin expliquer l'impact que peut avoir ces facteurs sur la sévérité et la fréquence des pertes opérationnelles. Nous allons aussi aborder la culture autant que facteur explicatif du risque opérationnel.

## **1. Environnement de l'institution financière : source du risque bancaire**

L'évolution et le fonctionnement de l'entreprise sont déterminés par son environnement (Beaufils, 2004) . Ce postulat est posé par la théorie de la contingence qui énonce le principe du déterminisme<sup>23</sup> environnemental. La banque existe dans un environnement dont elle fait partie intégrante. Elle n'est donc pas indépendante et ne suffit pas à elle-même. Par ailleurs, les activités de la banque se développent en interdépendance étroite avec l'environnement qui lui impose des contraintes. Un environnement turbulent, qui est caractérisé par la rapidité des changements économiques, technologiques, sociaux ou politiques, va certainement développer les risques. La complexité de l'environnement, qui est fonction du nombre de facteurs et de relations qui le composent est aussi un facteur de risque plus important pour l'entreprise.

Comme nous le constatons la banque s'insère dans un milieu composé de différents acteurs et forces externes. Chaque environnement a un rôle bien précis. Que voulons-nous dire par l'environnement de la banque ? Qu'est-ce que le Micro-environnement ? Qu'est-ce que le macro-environnement ? À quel point ces facteurs internes et externes peuvent-ils influencer la banque ? Dans cette section, nous allons essayer de répondre à ces questions et traiter la notion de l'environnement de la banque en détaillant ses éléments aussi bien internes qu'externes.

### **1.1. Notion de l'environnement et ses variantes**

Pour mieux décortiquer les éléments constituant l'environnement et mieux comprendre leurs impacts sur la banque, il faut d'abord comprendre les nouvelles caractéristiques qui caractérisent l'environnement actuel.

---

<sup>23</sup> Le déterminisme est la théorie selon laquelle la succession des événements et des phénomènes est due au principe de causalité ;

De nos jours, la mondialisation met en concurrence les économies ; cela signifie une mise en concurrence des forces de travail, des modèles sociaux, des systèmes d'innovation, des réglementations et politiques publiques. Le lien entre la mondialisation et l'environnement se situe à plusieurs niveaux. Nous pouvons dire que la mondialisation fait peser une pression croissante sur l'environnement. D'un autre côté, nous constatons quelques évolutions sociologiques ou encore technologiques qui ont un impact énorme sur l'environnement. En effet, nous remarquons de plus en plus une tendance vers un comportement plus individualiste, ou encore conception du travail constamment en changement. Par conséquent les entreprises affrontent, aujourd'hui de nouveaux risques dans de nombreux domaines : réglementaires, technologiques, organisationnel, stratégique et économique, humains et environnementaux. L'entreprise est soumise à de nombreuses contraintes provenant de son milieu qu'elle ne maîtrise pas. « Son objectif est de réduire cette incertitude ; par conséquent, elle se doit d'analyser et de comprendre son environnement » (Edighoffer, 1996, p.22).

Jusqu'aux années soixante, les organisations étaient considérées comme des systèmes fermés. L'intensification des relations entre les entreprises a changé la donne. Ainsi, l'évolution de l'environnement des entreprises est inévitable. L'environnement organisationnel devient de plus en plus turbulent. Cameron et al. (1987) définissent la turbulence par les changements auxquels est confrontée l'organisation. Ces changements sont significatifs, rapides et discontinus.

Les auteurs se sont donc mis d'accord d'une manière générale que l'environnement d'une entreprise est formé d'un ensemble d'acteurs, et de faits dont l'existence peut influencer le comportement de l'entreprise. Par conséquent, suite à la concurrence accrue du secteur bancaire la banque se voit perpétuellement confrontée à un environnement composés de facteurs aussi internes qu'externes. Cette revue des principaux risques que génère l'environnement de l'entreprise ne saurait être exhaustive. Par ailleurs, il convient de rappeler que les variables sont

interdépendantes et qu'il ne faut donc pas s'attacher seulement à l'identification des facteurs, mais aussi à leurs actions conjuguées sur l'institution bancaire.

## **1.2. Analyse de l'environnement interne et externe d'une banque**

Les éléments qui affectent l'entreprise sont à la fois de nature interne et externe. Le micro-environnement est composé des acteurs intervenant dans l'entourage immédiat de l'entreprise et par ailleurs touche des éléments sur lesquels l'entreprise possède un certain niveau de contrôle. Il constitue alors l'environnement proche ou immédiat de l'entreprise. Nous le qualifions également de spécifique car il est propre à chaque entreprise ou secteur d'activité. Il regroupe les éléments qui vont avoir une influence directe sur l'entreprise.

L'environnement externe par contre est composé de facteurs qui sont hors du contrôle de l'entreprise. En d'autres termes, le macro-environnement peut être qualifié comme étant l'environnement général de l'entreprise. Il est commun à un grand nombre d'entreprises exerçant des activités différentes. Il comprend les variables qui vont influencer l'entreprise alors que celle-ci, même de grande taille, ne pourra avoir qu'une influence très faible voire nulle sur ces variables. Elles n'affecteront que partiellement la gestion courante de l'entreprise mais auront un impact non-négligeable sur la gestion à long terme.

Il nous semble primordial d'avoir dans ce cas une perception globale de cet environnement général qui peut être décomposé en un ensemble de sous-systèmes regroupant plusieurs types de facteurs. Selon Thompson (1967) les composantes du macro-environnement sont donc aussi bien économiques que politiques, socioculturelles, géographiques, démographiques et technologiques :

- *Environnement Politique, Juridique et Fiscal* : il est bien évident que les entreprises sont étroitement dépendantes des contraintes politiques. Les décisions politiques, juridiques

et fiscales ayant une relation avec le social par exemple peuvent se répercuter sur le comportement des acteurs de la banque.

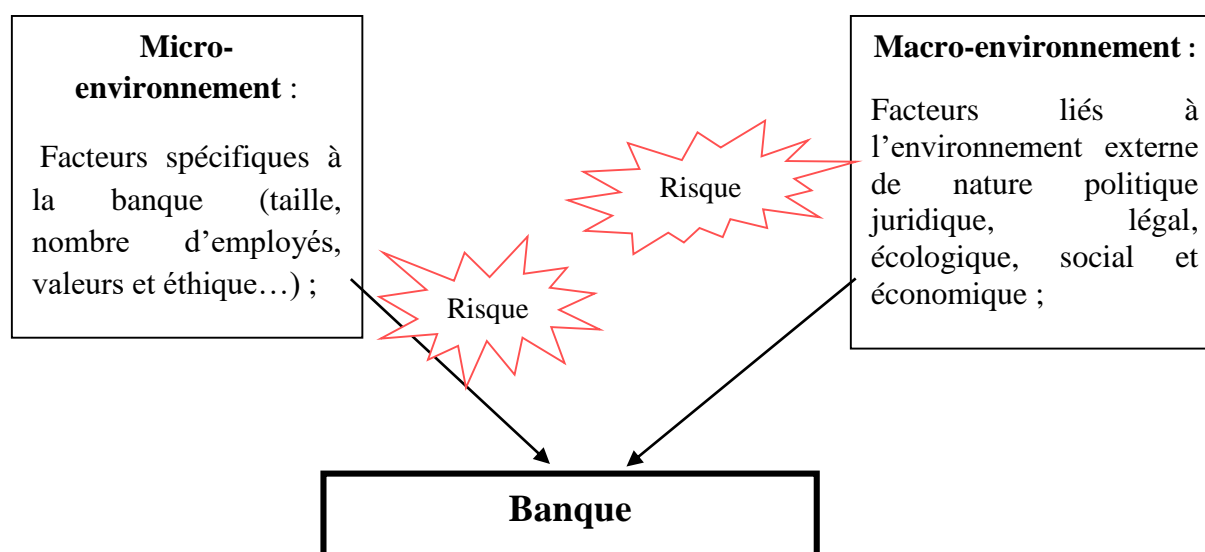
- *Environnement économique* : la banque est dépendante de la conjoncture économique ainsi que de la politique économique de l'état. En effet, l'environnement macroéconomique est constamment soumis à des perturbations plus ou moins importantes qui influencent grandement la performance des banques. Le Produit Intérieur Brut (PIB) est l'indicateur le plus important de la performance globale d'une économie. Le PIB rend compte de la valeur de toute la production de biens et services réalisée sur le territoire au cours d'une année. On retrouve ainsi ici les grandes tendances liées à la conjoncture économique comme la croissance, l'inflation, le chômage ou encore la politique monétaire qui vont se répercuter sur l'activité de l'entreprise.
- *Environnement Socioculturel et éthique* : l'environnement socioculturel est composé des conditions extérieures à une organisation et relatives aux institutions et aux forces qui sont susceptibles d'influencer les croyances, les attitudes, les comportements et les valeurs d'une société. Il comprend les modes de vie, les valeurs morales, les courants de pensées de la société.
- *Environnement technologique* : les évolutions et révolutions technologiques apportent leur lot d'opportunités et de menaces.
- *Environnement écologique* : il existe des facteurs hors du contrôle humain et qui appartiennent à l'environnement écologique. Ces facteurs peuvent être d'une extrême nuisance à l'institution financière (exemple de tremblement de terre pouvant engendrer des pertes opérationnelles colossales sur le plan économique et humain de la banque).

Nous pouvons conclure que l'environnement bancaire est devenu très instable et très vulnérable. Face à ces différentes perturbations, les banques sont de plus en plus menacées par une diversité de risques nuisant à son activité et à sa position sur le marché financier. Le progrès scientifique et le développement technologique ont accru les risques notamment le risque opérationnel. Le risque est une conséquence directe des dangers structurels ou fonctionnels générés par l'entreprise et son activité. Pour résumer, la littérature existante suggère que le risque bancaire en général est fonction de facteurs micro et macro environnementaux. Les micro-facteurs incluent les déterminants spécifiques à la banque tandis que les macro-facteurs sont des facteurs externes qui ne sont pas sous le contrôle de la direction de la banque.

Nous pouvons synthétiser les principaux facteurs de risques pour l'activité bancaire dans le schéma suivant :

**Figure 12**

*Schéma représentant les facteurs internes et externes d'une banque pouvant être source de risque ;*



## **2. Revue de la littérature sur les facteurs déterminants du risque opérationnel**

Bien que l'étude menée par Chernobai et al. (2011) est peut-être considérée comme étant la plus complète et la plus informative en termes de facteurs ayant un impact sur le risque opérationnel, une variété de littérature a été développée pour une meilleure compréhension de la multiplication de ces scandales financiers. Parmi ces études, nous pouvons citer : Aue & Kalkbrener, 2007 ; A. S. Chernobai et al., 2007 ; de Fontnouvelle et al., 2003 ; Fiordelisi et al., 2012 ; Ganegoda & Evans, 2013 ; Hartung, 2004 ; Helbok-Wagner, 2006 ; Helwege & Kleiman, 1996 ; Li & Moosa, 2015 ; Moosa, 2011b, 2013 ; Shih et al., 2000 ; R. Wei, 2007. L'étude des facteurs explicatifs du risque opérationnel des firmes bancaires est l'objet de cette section. Nous essayerons de faire un survol sur les différentes études qui ont abordé l'impact des facteurs microéconomiques et macroéconomiques sur la sinistralité des pertes opérationnelles et regrouper les études les plus importantes dans le tableau ci-dessus, pour ensuite s'attarder sur chacune de ces facteurs.

**Tableau 4**

*Tableau récapitulatif des principales études sur les facteurs déterminants du risque opérationnel* <sup>24</sup>

Auteurs	Variables dépendantes	Variables explicatives	Période	Nombre de pertes	Lieu	Base de données
Dahen (2006)	Montants et Fréquence des pertes	Facteurs spécifiques à la banque : Taille (total des actifs), lieu géographique, lignes d'affaires, types de risque.	1994-2004	1056	Etats unis Canada Europe	Op var de Fitch,
Chernobai et al. (2011)	Montant des pertes	Introduction des facteurs de Gouvernance (Interne et Externe) à côté d'autres facteurs spécifique et macroéconomique ;	1980-2005	945	Etats Unis	Algo First
Cope et al. (2012)	Montant des pertes ;	<b>Facteurs Environnementaux :</b> - Région géographique - Indicateurs de gouvernance (la qualité réglementaire, la règle de loi et le contrôle de la corruption) - Indicateurs Macroéconomiques (taux de chômage, PIB par habitant) - Environnement Juridique (efficacité du pouvoir judiciaire, délit d'initié)	2002-2010	176 institutions	130 pays	ORX
Li & Moosa (2015)	Montant des pertes	<b>Variables explicatives spécifiques au pays :</b> - le produit intérieur brut (PIB), - le revenu national brut par habitant (RNB) - les indicateurs de gouvernance (GOV) (6 indicateurs).	1975-2008	4388	53	Fitch Database
Nsaibi et al. (2016)	Montant des pertes	<b>Facteurs spécifiques à l'institution financière (Micro) :</b> Taille, Lignes d'affaires, Types de risque  <b>Facteurs liés à l'Environnement de l'institution Fin (Macro)</b> Lieu géographique, Croissance du produit intérieur brut du pays, Inflation  <b>Facteurs de gouvernance interne ;</b>	2006-2013	1176	14 banques dans 4 pays	ORX

<sup>24</sup> Source : tableau élaboré suite à la consultation des articles se focalisant sur les déterminants du risque opérationnel ;

## **2.1. Facteurs spécifiques à la banque**

Les variables explicatives de la perte opérationnelle qui ont été abordé à plusieurs reprises dans la littérature sont :

### **2.1.1. La taille comme déterminant du risque opérationnel**

Shih et al. (2000) ont été les premiers à introduire la taille de l'institut comme facteurs déterminants de la sévérité des pertes opérationnelles. Ces auteurs ont mené une étude sur 4700 incidents durant cinq années en se basant sur une base de données des pertes opérationnelles déclarées publiquement OP Var obtenue à travers PricewaterhouseCoopers<sup>25</sup>. En effet, ils avaient pour objectif de calculer les corrélations entre les pertes opérationnelles et trois variables associées à la taille d'une entreprise. Ces variables étaient les revenus, le total des actifs et le nombre d'employés. Selon les auteurs, le montant de la perte opérationnelle est le résultat de la multiplication d'un terme de puissance de la taille de l'institution et un autre terme résiduel non expliqué par les fluctuations de la taille. Ils ont démontré que la taille ne représente qu'une très petite partie (environ 5 %) de la variabilité de la gravité des pertes ; et que la relation entre les pertes opérationnelles et la taille de la firme est non-linéaire, c'est-à-dire une banque deux fois plus grande qu'une autre ne va pas occasionner, en moyenne, des pertes deux fois plus importantes que les pertes subies par l'autre firme.

Cette étude fut objet de plusieurs critiques, notamment de la part de Hartung (2004) qui estime que la taille est faiblement reliée au montant de la perte. Selon l'auteur d'autres variables expliquent la variabilité des pertes opérationnelles notamment la cause de l'incident opérationnel. Cet avis est partagé par Aue & Kalkbrener (2007) qui suggèrent « pas de relation

---

<sup>25</sup> PwC est un réseau international d'entreprises spécialisées dans des missions d'audit, d'expertise comptable et de conseil privilégiant des approches sectorielles à destination des entreprises.

significative entre la taille d'une banque et la gravité de ses pertes », ou encore par Moosa & Li (2013b) dans un autre contexte, britannique cette fois-ci en analysant 163 événements de pertes opérationnelles subis par diverses entreprises britanniques au cours de la période 1999-2008. Selon les auteurs, les résultats indiquent que la gravité des pertes ne dépend pas de la taille de l'entreprise. Dans le contexte allemand, Cope & Labbi (2008), en analysant la faillite de la Baring et celle de l'Allied Irish Bank, démontrent de leurs côtés que la taille (en prenant le revenu brut comme déterminant de la taille) n'a aucun effet sur la provenance des événements de type risque opérationnel. Dahan & Dionne (2010) démontrent qu'il faut prendre en considération d'autres facteurs autre que la taille qui sont susceptibles de provoquer des pertes opérationnelles. En d'autres termes, toutes les banques sont exposées aux risques opérationnels quelles que soient leurs tailles. En effet, la gravité des pertes causées par l'attaque du World Trade Center s'élevait à moins de 5 % du revenu brut moyen des 15 plus grandes banques américaines. Selon leurs rapports de 2005, les pertes déclarées par NAB (National Australia Bank) ne représentent que 3,8 % du revenu brut des quatre grandes banques australiennes (McConnell, 2005, 2006 ; McConnell, 2008) .

Par contre les résultats de l'étude menée par Ganegoda & Evans (2013) suggèrent que la taille d'une banque est un indicateur important de la gravité de ses pertes opérationnelles. Wei (2007) a aussi constaté un lien entre la taille et la gravité des pertes, produisant des résultats de régression transversale indiquant une relation positive et statistiquement significative entre le logarithme des pertes et le logarithme des actifs. Dans la même optique Chernobai et al. (2007) estiment que les contrôles internes des petites entreprises ont tendance à être plus faibles, ce qui signifie que les petites entreprises sont plus susceptibles de subir des pertes opérationnelles que les grandes entreprises.

Toujours en prenant la taille comme déterminant, dans la littérature, nous ne trouvons que quelques exemples de l'analyse de la corrélation entre la taille de l'établissement et de la

pratique de la gestion des risques. Helbok-Wagner (2006) mène une étude qui s'étale sur 4 ans allant de 1998 à 2001 et qui couvre les banques se situant en Amérique du Nord, en Asie et en Europe. Dans ces régions, ils sélectionnent les institutions financières dont l'actif financier total dépasse 40 milliards USD. L'auteur conclut que, dans les premiers stades de la gestion des risques opérationnels, les institutions dont la rentabilité est inférieure divulguent des données plus détaillées au sujet de leur profil du risque opérationnel et les pratiques de gestion de ce risque. Les auteurs expliquent ce constat par le fait que les institutions les plus rentables dépendent moins d'une transparence élevée, tandis que les institutions ayant une performance moins bonne ne peuvent améliorer leur jugement que par une gestion des risques plus développée et une divulgation de haut niveau.

### **2.1.2. Les lignes d'affaires comme facteurs du risque opérationnel**

Plusieurs recherches ont démontré que la nature de la ligne d'affaire a un impact sur la sévérité des pertes. Deux études ont été menées par la Banque Fédérale Américaine ainsi que des agences de réglementation économique (LDCE et QIS-4)<sup>26</sup> sur 27 institutions financières durant la période allant de 2001 à 2004 pour analyser l'impact de la ligne d'affaire sur les pertes opérationnelles (cité par Dahen, 2006, p.22 ). En effet, ces études empiriques ont montré que les banques de détail ont plus de chance à avoir des pertes opérationnelles que les banques commerciales (la ligne d'affaire services bancaires commerciaux contient 9 % des pertes opérationnelles des 177 données de plus d'un million de dollars sur 4 ans, alors que la ligne d'affaire services bancaires de détail contient 44 %). Ce résultat a été confirmé par l'étude de Dahen & Dionne (2010). Ces derniers ont étudié 1 056 incidents de type opérationnels survenus

---

<sup>26</sup> Loss Data Collection Exercise (LDCE) et Quantitative Impact Study 4, deux études menées par la Banque Fédérale Américaine et des agences de réglementation économique dans le but d'évaluer l'impact de Bâle II sur le capital minimum réglementaire requis ;

entre 1994 et 2004 : leur étude a révélé que deux lignes d'affaires, services bancaires commerciaux (25 %) et services bancaires détail (33 %), sur sept contiennent 58 % des pertes.

### 2.1.3. Les types de risques comme déterminants du risque opérationnel

Le régulateur a choisi une répartition selon 7 grandes catégories de risques opérationnels : fraude interne, fraude externe, insuffisance des pratiques internes concernant les ressources humaines et la sécurité du lieu de travail, clients, produits et pratiques commerciales, dommage aux actifs physiques, interruption d'activité et dysfonctionnement des systèmes, dysfonctionnements des processus de traitement (voir ANNEXE 1). Il est important de signaler que la nomination des types de risques diffère d'une organisation à une autre du fait que chaque établissement possède ses propres spécificités.

Dahen (2006, p.22) montre que 44 % des pertes sont de type *Client produits et pratiques commerciales* et plus que 40 % des pertes sont réparties entre les *Fraudes internes* et les *Fraudes externes* par contre la moyenne des pertes la plus élevée est pour le type de risque *actif tangible, corporels et endommagés*. Dans un même contexte, Ganegoda & Evans (2013) ont démontré l'existence d'un pouvoir important du type de l'événement dans l'explication du risque opérationnel à travers une étude qu'ils ont menée sur les pertes opérationnelles des banques américaines sur une période de 15 ans. Dans le même contexte, Li & Moosa (2013, 2015) révèlent que les événements de type « fraude interne » et « fraude externe » présentent la sensibilité la plus élevée en matière d'explication de la sinistralité des pertes opérationnelles.

La crise des Subprimes a démontré que les pertes opérationnelles peuvent être expliquées non seulement par des déterminants internes, propres à l'institution financière mais aussi par d'autres facteurs liés à l'environnement dans lequel opère cette institution financière. Une variété de travaux évoque cette relation. Il existe cependant d'autres facteurs spécifiques à la banque, mais très peu développés nous pouvons citer l'âge de l'entreprise, car les entreprises plus


jeunes devraient présenter un risque opérationnel plus élevé (elles pourraient encore être en train de développer des procédures de contrôle interne). La complexité est un autre facteur intuitif. Les entreprises plus complexes devraient présenter un risque opérationnel plus élevé, car elles sont plus difficiles à contrôler et à surveiller.

## 2.1.4. Synthèse et formulation des hypothèses

### 2.1.4.1. La taille

#### Encadré 1

*Récapitulatif sur la taille de la banque comme déterminant du risque opérationnel et formulation des hypothèses*

<b>La taille de la banque comme déterminant du risque opérationnel</b>	
<p>Shih et al. (2000) : ces auteurs étaient les premiers à vouloir expliquer les pertes opérationnelles à travers la taille de la banque (Revenu, total des actifs, nombre d'employés). Ils ont démontré que la taille ne représente qu'une très petite partie (environ 5 %) de la variabilité de la gravité des pertes ; et que la relation entre les pertes opérationnelles et la taille de la firme est non linéaire.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cette étude est très critiquée dans la mesure où elle considère la taille comme seul explicatif du risque opérationnel</li> </ul>	
	
<p>Etudes ayant montré la nécessité de recourir à d'autres facteurs explicatifs pour expliquer le montant des pertes</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hartug (2004) ;</li> <li>- Kalkbrener et al. (2007) ;</li> <li>- Wei et al. (2007) ;</li> <li>- E. Cope &amp; Labbi (2008) ;</li> <li>- Mcconnel (2008) ;</li> <li>- Moosa (2013b) ;</li> </ul>	<p>Etudes ayant montré la nécessité de recourir à d'autres facteurs explicatifs pour expliquer la fréquence des pertes</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dahren (2006) ;</li> <li>- Dahren &amp; Dionne (2 010) ;</li> </ul>
<p>≠ Ganegoda &amp; Evans (2013) suggèrent que la taille d'une banque est un indicateur important de la gravité de ses pertes opérationnelles que les recherches précédentes avaient suggéré.</p>	

Pour conclure nous constatons que la majorité des études traitant la taille comme facteur du risque opérationnel se focalise sur l'explication du montant des pertes. La fréquence des pertes est un sujet peu abordé dans la littérature. Ces études stipulent qu'il existe un impact entre ces deux éléments, mais que l'impact est minime et qu'il faut recourir à d'autres déterminants explicatifs.

***Hypothèse 1a : Nous supposons alors que la taille influence positivement la gravité du risque opérationnel.***

***Hypothèse 1b : Nous supposons que la taille influence positivement la fréquence du risque opérationnel.***

#### ***2.1.4.2. Les lignes d'affaires***

Les études ayant démontré qu'il existe un impact entre le risque opérationnel et les lignes d'affaires, et que la banque de détail est le facteur ayant le plus d'impact parmi les lignes d'affaires : (Dahen, 2006; Dahen & Dionne, 2010).

**Hypothèse 2a : au moins une des lignes d'affaires a un impact sur le montant du risque opérationnel ;**

**Hypothèse 2b : la ligne d'affaire banque de détail a un impact positif sur le montant du risque opérationnel ;**

**Hypothèse 2c : au moins une des lignes d'affaires a un impact sur la fréquence du risque opérationnel,**

---

**Hypothèse 2d : la ligne d'affaire banque de détail a un impact positif sur la fréquence risque opérationnel ;**

#### *2.1.4.3. Les types de risques*

**Hypothèse 3a : au moins l'un des types de risques a un impact significatif sur le montant des pertes opérationnelles ;**

**Hypothèse 3b : les catégories Client produits et pratiques commerciales ainsi que les Fraudes internes et les Fraudes externes sont plus susceptibles d'avoir un impact positif sur le montant du risque opérationnel ;**

**Hypothèse 3c : au moins l'un des types de risques a un impact significatif sur la fréquence des pertes opérationnelles ;**

**Hypothèse 3d : les catégories Client produits et pratiques commerciales ainsi que les Fraudes internes et les Fraudes externes sont plus susceptibles d'avoir un impact positif sur la fréquence du risque opérationnel ;**

## **2.2. Déterminants macro-environnementaux des pertes opérationnelles**

Très peu de travaux ont été fait pour modéliser le risque opérationnel en terme de variables macro-économiques et environnementaux, peut être en raison de la conviction que les pertes opérationnelles sont soit des événements dont la fréquence est faible et la sévérité très importante, soit parce qu'elles sont déterminées principalement par des facteurs spécifiques à l'entreprise. Comme nous avons signalé ci-dessus, la taille est la variable explicative spécifique à l'entreprise la plus largement utilisée. Cependant comme nous venons de le prouver, ni les études empiriques, ni la théorie, ni même l'intuition ne démontrent l'importance de la taille autant que facteur déterminant du risque opérationnel.

Ces dernières années, la réflexion a pris une direction différente et a prouvé que les risques opérationnels ne peuvent être simplement expliqués par des facteurs spécifiques à l'institution financière mais qu'il faut faire appel à d'autres facteurs de nature environnementaux et macrocosmiques. Pourquoi faut-il s'orienter vers ces facteurs pour expliquer les pertes opérationnelles ? Comment l'environnement dans lequel opère l'institution peut-il affecter le montant et la fréquence des pertes opérationnelles ? Et quels sont donc ces facteurs régionaux qui jouent un rôle dans la variation de ces pertes ?

Dans cette section nous allons essayer de répondre aux questions en divisant les variables macro-environnementales en 4 ensembles qui vont permettre d'un côté d'indiquer les différences dans les conditions générales de fonctionnement des banques d'un pays à un autre, et d'un autre côté de souligner les différences des indicateurs réglementaires, politiques et de lois spécifiques concernant les pertes opérationnelles dans chaque pays. Ces 4 catégories seront donc :

1. Le lieu géographique ;
2. Les indicateurs macro-économiques ;
2. Les conditions juridiques du pays ;
3. Les indicateurs de gouvernance d'entreprise <sup>27</sup>;

Dans un premier lieu, nous allons mettre le point sur l'importance du lieu géographique et son impact sur le risque opérationnel à travers des études empiriques antérieures ayant pris les facteurs régionaux comme déterminants explicatifs des pertes opérationnels, tels que les travaux de Dahan (2016), Dahan & Dionne (2010), Chernobai et al. (2011), Cope et al. (2012), Moosa et al (2013a, 2013b, 2015), et Fiordelisi (2014)... Nous allons nous focaliser dans un deuxième temps sur l'impact que peut avoir les facteurs macroéconomiques sur les incidences

---

<sup>27</sup> Ce point sera traité dans la section suivante.

opérationnelles. Ensuite, nous allons mettre l'accent sur l'environnement juridique et clarifier les différents systèmes de droit auxquels un pays peut appartenir, puisque dans de nombreux cas, certains types de lois et de règlements peuvent également avoir plusieurs effets certains servent à dissuader les crimes financiers à grande échelle, tandis que d'autres servent à punir plus sévèrement les erreurs et les crimes.

### **2.2.1. Le lieu géographique comme déterminant du risque opérationnel**

Les facteurs régionaux sont conçus pour saisir les différences entre pays qui ne peuvent pas être explicitement prises en compte en raison de la non-disponibilité parfois des données. L'incorporation d'une variable qui capte l'effet du lieu est donc d'une immense importance puisque les pertes n'ont pas eu lieu dans un même pays. Plusieurs études ont traité l'impact du lieu géographique de la perte sur le montant et la fréquence du risque opérationnel :

Dahen (2006) a mené une étude sur 1056 incidents à travers le monde pour capter l'impact du lieu sur la perte opérationnelle. D'après l'étude elle a démontré que cette variable est significativement liée au montant des pertes, elle a remarqué que 60 % des pertes ont eu lieu aux États-Unis. Ceci peut être expliqué par le fait que les États-Unis contiennent un nombre très élevé de banque par rapport au reste du monde. Elle a aussi démontré que l'environnement Autre (pays se situant hors de l'Amérique et l'Europe) présente la moyenne des pertes la plus élevée soit (163M\$), ce qui veut dire qu'il est l'environnement le plus risqué.

Dans la même optique, Cope et al. (2012) ont voulu capter l'effet du lieu géographique sur les pertes opérationnelles à travers 57 000 incidents de 130 banques dans des pays différents durant la période allant de 2002 à 2010. En effet, ils ont réussi à trouver des preuves de l'effet de facteurs régionaux ou nationaux sur le risque opérationnel. Ils ont conclu que les pays d'Amérique latine, les États-Unis et l'Europe de l'Est sont les régions les plus sensibles d'avoir des pertes opérationnelles extrêmes.

Toujours pour capter l'effet des facteurs régionaux Li & Moosa (2015); Moosa & Li (2013a) prennent en compte plus de 4 000 événements de pertes opérationnelles couvrant onze pays ou groupes de pays. Les résultats révèlent des différences en ce qui concerne le type d'événements de perte prévalant dans chaque pays ou groupe de pays, ainsi que des différences en ce qui concerne la prédominance d'événements d'un certain type dans un secteur d'activité et un type d'entité d'entreprise donnés. Onze pays et groupes de pays sont pris en compte : Afrique, Canada, Chine, Asie de l'Est, Europe, Japon, Moyen-Orient, Océanie, Amérique latine, Royaume-Uni et États-Unis.

Enfin dans le même contexte, Fiordelisi et al. (2014) ont mené une étude sur un échantillon qui comprenait un large ensemble de pertes opérationnelles supérieures à 1 million USD entre 1994 et 2008. L'échantillon se composait de 430 pertes opérationnelles pour 163 sociétés financières. Ils ont remarqué que les pertes survenues en Europe sont plus élevées que celles survenant en Amérique. Cela pourrait être dû à diverses raisons. Premièrement, cela peut indiquer que les marchés boursiers sont plus efficaces en Amérique du Nord qu'en Europe, de sorte que les mécanismes de sanction sont plus efficaces aux États-Unis. Les auteurs ont donc justifié cette différence entre les pays par notamment d'autres facteurs comme le système juridique, le degré de conformité aux normes bâloises ainsi que la différence en matière de contrôle interne.

D'après ces études nous pouvons énoncer que la gravité ainsi que la fréquence varient selon les pays. Chernobai et al. (2011) ont mené une étude approfondie et ont pu présenter une variation significative qui peut différer d'un pays à l'autre. Parmi ces éléments qui diffèrent, les auteurs ont soutenu que les facteurs affectant la gouvernance d'entreprise et les contrôles internes sont susceptibles de différer selon les pays. Les autres facteurs reflétant la situation économique, politique ou juridique qui présentent des variations d'un pays à l'autre expliquent l'environnement macroéconomique et financier général. D'où la nécessité de s'orienter vers d'autres facteurs macro-environnementaux pour expliquer le risque opérationnel.

### **2.2.2. Facteurs environnementaux à caractère économique**

Les conditions économiques peuvent avoir une influence sur la gravité et la fréquence de certaines pertes opérationnelles. Pour démontrer cette liaison, nous allons d'abord nous attarder sur le comportement des pertes dans plusieurs situations économiques avant d'énumérer les indicateurs mentionnés dans la littérature pour représenter l'environnement macro-économique et susceptibles d'influencer les pertes opérationnelles.

#### ***2.2.2.1. Comportement cyclique hypothétique des pertes opérationnelles***

Chernobai et al. (2011) avancent trois raisons pour lesquelles le risque opérationnel est lié à la situation économique :

- Les pertes opérationnelles augmentent en période de ralentissement économique du fait que les entreprises réduisent leurs dépenses en contrôles internes ;
- Lorsque le chômage augmente, l'incidence de la fraude externe augmente ;
- L'anticipation ou les menaces de licenciement renforcent la tendance de certains employés à se livrer à des fraudes internes et la promotion de la négligence - ou du moins de l'indifférence et du manque d'enthousiasme - pouvant entraîner des pertes d'exploitation.

Les auteurs suggèrent qu'un renforcement de la surveillance réglementaire et de la vigilance des investisseurs en période de récession pourrait réduire les pertes opérationnelles, ce qui signifie que les pertes opérationnelles pourraient diminuer quand l'économie est faible.

Il y a donc des raisons de croire que le risque et les pertes opérationnels sont procycliques (plus élevés dans une économie forte), et d'autres de croire qu'ils sont anticycliques (plus faibles dans une économie forte). Le tableau ci-dessous explique les comportements cycliques des pertes opérationnelles selon les auteurs. Les explications présentées dans ce tableau concernent la

fraude, les transactions non autorisées, les actions en justice et la négligence, qui concernent toutes les personnes et le chômage.

**Tableau 5<sup>28</sup>**

*Comportement cyclique hypothétique des pertes opérationnelles*

<b>Procyclique / Anticyclique</b>	<b>Explications possibles</b>
<b>Procyclique</b>	La fraude par carte de crédit est plus répandue dans une économie forte ;
<b>Procyclique</b>	Les marchés financiers se développent dans une économie forte, renforçant la tendance à se livrer à des transactions non autorisées ;
<b>Procyclique</b>	Une économie faible entraîne un renforcement de la surveillance réglementaire et une surveillance accrue de la part des investisseurs, de sorte que les pertes sont maîtrisées ;
<b>Anticyclique</b>	Les entreprises réduisent leurs dépenses en contrôles internes, ce qui rend plus difficile la détection des fraudes ;
<b>Anticyclique</b>	La fraude externe est plus fréquente lorsque le chômage est élevé ;
<b>Anticyclique</b>	La perte anticipée d'emplois encourage la fraude et la négligence

Empiriquement Chernobai et al. (2011) analysent 1159 pertes subies par 160 banques américaines sur la période 1980-2003, en termes de caractéristiques propres à l'entreprise et de variables macroéconomiques. Elles concluent que « bien que certaines données indiquent que

<sup>28</sup> Source : traduit de l'anglais par nous-même (Moosa, 2011) ;

les pertes opérationnelles sont plus fréquentes et plus graves en période de ralentissement économique, l'environnement macroéconomique est généralement moins important que les caractéristiques propres à l'entreprise, telles que la taille, l'endettement, la volatilité, la rentabilité et le nombre d'employés ». Les auteurs constatent que l'intensité à l'arrivée des pertes opérationnelles est fortement liée au taux de croissance, ce qui implique que les pertes sont plus fréquentes en période de récession, c'est-à-dire que les pertes opérationnelles sont anticycliques.

D'un autre côté Moosa (2011), Moosa & Li (2011) (2013b) (2015) font partie de ces chercheurs qui soutiennent que le risque opérationnel dépend de la situation économique, citant les exemples suivants pour corroborer cet argument :

- La fraude par carte de crédit est plus fréquente lorsque les dépenses de consommation sont élevées ;
- Le risque de négociation frauduleuse est plus élevé lorsque les marchés financiers sont en plein essor ;
- Les actions en justice liées aux licenciements d'employés et aux faillites de contreparties sont plus probables lorsque l'économie est en récession.

Bien qu'il y ait des raisons de croire que le risque opérationnel est lié à l'état de l'économie, il devrait donc présenter certaines variations cycliques, mais il n'est pas clair, de manière intuitive ou théorique, si les pertes opérationnelles ont tendance à augmenter ou à diminuer dans une économie forte/faible.

Nous remarquons que les deux études ci-dessus, concernent principalement l'échec de la population, ce qui veut justifier donc l'utilisation dans la littérature du taux de chômage en tant que variable explicative représentant l'état de l'économie. Au côté du taux de chômage, nous retrouvons d'autres variables macroéconomiques dans la littérature et qui contribuent à l'incidence des événements de risque opérationnel parmi les institutions financières, nous

pouvons citer le produit intérieur brut, les taux d'intérêts, et le revenu national par habitant.

Nous allons donc détailler dans le point suivant l'impact d'un certain nombre d'indicateurs macro-économiques sur l'incidence des pertes opérationnelles.

#### ***2.2.2.2. Le taux de chômage autant que déterminant des pertes opérationnelles***

Une explication est justifiée quant au choix du taux de chômage comme variable macroéconomique explicative pour représenter l'état de l'économie ou du cycle économique. La raison est simple : Le risque opérationnel est associé le plus intuitivement à l'échec des personnes, et le chômage concerne les personnes. Le lien entre chômage et risque opérationnel est facile à comprendre : les personnes deviennent davantage une source potentielle de pertes opérationnelles lorsqu'elles sont au chômage ou menacées de perdre leur emploi. Deux des trois explications suggérées par Chernobai et al. (2009) pour le lien entre le risque opérationnel et la situation économique se rapportent directement à la faillite de personnes due au chômage ou à la menace d'être au chômage. La troisième explication concerne l'échec de processus et systèmes (contrôles internes), mais cela est également lié aux personnes - lorsque les contrôles internes sont faibles, la perte d'employés entraîne davantage de pertes opérationnelles, qui s'intensifient lorsque le chômage est élevé ou en hausse.

Dans la même optique pour essayer de comprendre la liaison entre l'impact du taux de chômage sur les pertes de type opérationnelles Moosa (2011) a examiné le comportement cyclique des pertes opérationnelles subies par les entreprises américaines au cours de la période 1990 à 2007. L'échantillon comprend 3 239 événements entraînant des pertes d'un montant total de 606 milliards de dollars aux entreprises sous-jacentes. L'auteur indique que la gravité du risque opérationnel est positivement liée au taux de chômage. Par ailleurs, la fréquence des pertes ne présente pas de variation cyclique et n'a pas de relation significative avec le chômage.

### ***2.2.2.3. Autres facteurs macroéconomiques comme déterminant du risque opérationnel***

Cope et al. (2012) constatent que plusieurs types d'événements de pertes opérationnelles sont sensibles au PIB par habitant. Dans le même sens Moosa (2015) a approfondi ces recherches sur l'effet de l'environnement macro-économique sur les pertes opérationnelles en utilisant un échantillon de 4 388 événements de pertes opérationnelles enregistrés sur trois décennies dans 53 pays. Les auteurs ont trouvé que les pertes opérationnelles sont impactées par le produit intérieur brut du pays et le niveau de vie qui est mesuré par le revenu national brut par habitant. Il faut rappeler que l'utilisation de variables macroéconomiques pour expliquer la fréquence et la gravité des pertes opérationnelles découle de leur utilisation pour prédire la probabilité de défaillance dans les études du risque de crédit. Par exemple, nous pouvons citer l'étude menée par Helwege & Kleiman (1996) qui ont essayé d'expliquer les pertes découlant du risque de crédit à travers des facteurs macroéconomiques. Les auteurs ont donc modélisé les taux de défaut d'un an sur la période 1981-1994 en utilisant un certain nombre de variables, notamment le taux de croissance du PIB. Ces chercheurs ont donc essayé d'expliquer la sévérité du risque opérationnel par des facteurs macroéconomiques en faisant l'extrapolation à partir d'autres études menées sur le risque de crédit ou le risque de marché malgré l'indisponibilité des données.

### **2.2.3. Le système juridique comme déterminant du risque opérationnel**

Le système juridique comme nous allons le voir dans ce point peut être considéré comme l'un des facteurs explicatifs du montant ainsi que la fréquence des pertes opérationnelles. Mais cette piste est très peu explorée de la part des académistes et chercheurs, et les études développées sur l'incidence que peut avoir le système légal sur le risque opérationnel sont rares. Nous allons traiter ce facteur en commençant tout d'abord par mettre l'accent sur l'origine du système juridique puisqu'elle peut différer d'un pays à un autre et peut-être considérée comme l'une des

sources du risque opérationnel. La différence entre ces pays ne réside pas seulement dans l'origine du système légal mais aussi dans le degré d'application de la loi ou encore la différence de protection juridique des investisseurs et des créanciers d'où la nécessité de l'étude de la relation entre le droit et la finance dans un deuxième temps. Et finalement nous allons survoler les quelques études qui ont traité de loin ou de près la liaison Risque Opérationnel/Loi.

### *2.2.3.1. L'origine du système juridique*

Notre point de départ est la reconnaissance du fait que les lois de différents pays ne sont généralement pas écrites à partir de rien, mais plutôt transplantées - volontairement ou non - à partir de quelques familles ou traditions légales (Watson, 1993). En règle générale, le droit commercial repose sur deux grandes traditions : le droit commun, d'origine anglaise, et le droit civil, issu du droit romain. Dans la tradition civile, il existe trois grandes familles à l'origine des lois commerciales modernes : française, allemande et scandinave. D'après La Porta et al. (1998) les traditions civiles française et allemande, ainsi que la tradition de Common Law, se sont répandues dans le monde entier grâce à une combinaison de conquête, d'impérialisme, d'emprunt pur et simple et d'imitation plus subtile. En raison de l'extension des familles légales et de l'évolution ultérieure des lois, nous pouvons comparer à la fois les règles juridiques individuelles et familles juridiques entières à travers un grand nombre des pays.

En analysant quelques ouvrages destinés au droit comparé tels que Séroussi (2008, pp.7-38,208-210) ou encore Laithier (2009 , pp.55-59), nous pouvons dire que la tradition juridique civile ou romano-germanique est la plus ancienne, la plus influente et la plus répandue dans le monde entier. À l'époque coloniale, la France étendit son influence juridique au Proche-Orient et à l'Afrique du Nord et subsaharienne, à l'Indochine, à l'Océanie et aux îles des Caraïbes françaises. L'influence juridique française a également été significative au Luxembourg, au Portugal, en Espagne, dans certains cantons suisses et en Italie. Peut-être parce qu'il a été publié

plusieurs décennies plus tard, le code de commerce allemand n'a pas été aussi largement adopté que le code français. Il a eu une influence importante sur la théorie et la doctrine juridiques en Autriche, en Tchécoslovaquie (de nos jours, la République Tchèque et la Slovaquie), en Grèce, en Hongrie, en Italie, en Suisse, en Yougoslavie (de nos jours, la Slovénie, la Croatie, la Bosnie-Herzégovine, la Serbie, le Monténégro, et la Macédoine), au Japon et en Corée du Sud. Les lois taïwanaises sont venues de la Chine, qui s'est largement inspirée du code allemand lors de sa modernisation. La famille scandinave est généralement considérée comme faisant partie de la tradition du droit civil, bien que son droit dérive moins du droit romain que les familles française et allemande. La plupart des auteurs décrivent les lois scandinaves comme étant similaires les unes aux autres, mais « distinctes » des autres. Les pays nordiques font preuve d'une grande originalité qui réside dans la durée des peines d'emprisonnement. En Norvège par exemple, les sanctions d'emprisonnement les plus longues ne peuvent dépasser quinze ans.

La deuxième grande famille concerne le droit anglais ou encore la famille du Common Law et les lois modelées sur le droit anglais. Ce dernier est formé de juges qui doivent résoudre des différends spécifiques. Les précédents de décisions judiciaires, par opposition aux contributions d'érudits, façonnent le droit anglais. Le Common Law s'est répandu dans les colonies britanniques, notamment aux États-Unis, au Canada, en Australie, en Inde et dans de nombreux autres pays.

Il existe certains pays qui appliquent un système juridique de nature religieuse (cas de l'Iran et l'Arabie Saoudite) ou encore, il existe des droits qui se situent à mi-chemin des grands systèmes juridiques contemporains. Parmi ces droits, nous citons le droit Israélien qui est considéré comme étant un système juridique hybride puisque la religion joue en Israël un rôle particulier d'un côté comme ils sont énormément influencés par le droit anglo-américain d'un autre côté.

Cette clarification concernant les différentes origines des systèmes juridiques, va nous aider à attribuer à chaque pays dans notre base de données une famille de droit pour étudier la sensibilité des pertes opérationnelles quant aux familles des systèmes juridiques.

### ***2.2.3.2. La qualité et le degré d'application de la loi***

La Porta et al. (1998) affirment que ce n'est pas seulement l'origine du système juridique, mais également d'autres facteurs qui peuvent créer la différence entre ces pays comme le degré d'application de la loi. Il faut rappeler que les règles juridiques diffèrent considérablement d'une famille juridique à une autre. En d'autres termes, deux pays appartenant à la même famille juridique, peuvent avoir des règles de droit totalement différents et des niveaux d'application de la loi différents aussi. Pour démontrer l'importance du degré d'application, les auteurs ont mené une étude dans 49 pays en utilisant ces cinq mesures : l'efficacité du système judiciaire, l'état de droit, la corruption, le risque d'expropriation signifiant confiscation pure et simple ou nationalisation forcée - par le gouvernement, et la probabilité de répudiation des contrats par le gouvernement. En matière de maintien de l'ordre, les pays scandinaves sont clairement en tête, suivis de près par les pays de droit civil allemand. Ces familles ont les scores les plus élevés de tous les groupes en ce qui concerne l'efficacité du système judiciaire, l'état de droit, la corruption, le risque d'expropriation et le risque de répudiation de contrat par le gouvernement. Sur toutes les mesures de l'état de droit, les pays du droit anglais sont derrière les leaders, mais devant les pays de droit français. La qualité de l'application de la loi, contrairement aux droits légaux eux-mêmes, s'améliore fortement avec le niveau de revenu.

### ***2.2.3.3. La relation Loi/Finance, Loi /Risque Opérationnel***

Les économistes ont étudié de manière approfondie l'impact des systèmes juridiques sur les institutions financières, notamment le groupe de La Porta et al. (1998, 2006), qui ont étudié les liens entre le type de système juridique et les lois, la protection des juridiques des investisseurs

et des créanciers d'où la nécessité de l'étude de la relation entre le droit et la finance. Mais d'une manière générale, l'analyse statistique comparative des fondements juridiques du financement des entreprises - et du commerce en général - reste un domaine peu exploré. Suite à ce manque de littérature, quelques auteurs ont donc essayé d'explorer ce territoire et l'étude menée par le groupe de La Porta reste la pionnière en ce qui concerne cette liaison Droit-Finance. Ils ont examiné de manière empirique les différences entre les lois protégeant les investisseurs et les créanciers dans 49 pays pour voir si ces variations ont une incidence sur les modèles de propriété des entreprises dans le monde.

**Protection des Investisseurs** : les pays dont les règles juridiques ont pour origine la tradition de droit commun tendent à protéger les investisseurs beaucoup plus que les pays dont les lois ont pour origine la tradition de droit civil, et en particulier de droit civil français. Le droit civil allemand et les pays scandinaves adoptent une position intermédiaire en matière de protection des investisseurs.

**Protection des actionnaires et créanciers** : étant donné que les actionnaires exercent leur pouvoir en votant pour les administrateurs et sur les principales questions d'entreprise, les experts se concentrent sur les procédures de vote pour l'évaluation des droits des actionnaires. Les pays du common law accordent à la fois aux actionnaires et aux créanciers la protection la plus forte et les pays de droit civil français la protection la plus faible ; Le droit civil allemand et les pays scandinaves se situent généralement entre les deux autres.

Cette étude que nous venons de détailler est un élément de preuve qui décrit un lien réel entre le système juridique et le développement économique. Puisque l'objet de notre recherche est le risque opérationnel, est-ce que le système juridique joue un rôle dans l'intensité ou la fréquence des pertes opérationnelles ?

Puisque les responsabilités légales et les sanctions réglementaires constituent une source importante de pertes opérationnelles, il est naturel de supposer un lien entre l'origine du système juridique et la gravité des pertes. John et al. (2008) examinent la relation entre la protection des investisseurs, qui dépend en partie du système juridique et des choix de risque en matière d'investissement des entreprises. Ils suggèrent plusieurs raisons pour lesquelles une association positive ou négative peut être attendue entre la protection des investisseurs et la prise de risques par l'entreprise. Premièrement, la protection des investisseurs réduit l'ampleur et l'importance des avantages privés pour la direction, freinant ainsi la tendance à adopter des projets risqués. Deuxièmement, les parties prenantes non-équivalentes, telles que les banques et les régulateurs qui préfèrent souvent des stratégies d'investissement conservatrices, peuvent exercer une influence qui tend à être plus forte lorsque la protection des investisseurs est faible. Troisièmement, l'amélioration de la protection des investisseurs est associée à une réduction de la présence des actionnaires dominants, ce qui donne plus de pouvoir discrétionnaire aux gestionnaires pour mettre en œuvre des politiques prudentes. Quatrièmement, une faible protection des investisseurs peut être liée à la présence d'un propriétaire dominant qui peut demander aux unités de la couche inférieure de prendre des risques excessifs et de canaliser les gains vers les unités de la couche supérieure.

Les résultats empiriques de John et al. (2008) révèlent une relation nettement positive entre la protection des investisseurs et la prise de risques. Bien que le risque évoqué ici ressemble davantage au risque de marché et au risque de crédit (risque financier en général), un élément du risque opérationnel est impliqué dans les deux. Cependant, un lien direct avec le risque opérationnel peut être trouvé dans leur référence aux avantages privés revenant aux gestionnaires, y compris « les flux de trésorerie de la société qu'ils envisagent de se réattribuer à eux-mêmes ». Le détournement des flux de trésorerie d'une entreprise peut entraîner une fraude, d'où des pertes opérationnelles.

## 2.2.4. Synthèse et formulation des hypothèses

### 2.2.4.1. Le lieu géographique

→ *Récapitulatif* : La plupart des études démontrent que le risque opérationnel est fortement influencé par le lieu géographique, Dahen (2006) a trouvé que l'environnement *Autre* (hors Amérique et Europe) est le plus risqué alors que Cope et al. (2012) estiment que les pertes survenues en Europe sont les plus élevées.

**Hypothèse 4a : nous supposons de ce fait qu'au moins l'un des lieux géographiques a un impact sur la gravité du risque opérationnel ;**

**Hypothèse 4b : l'Amérique du Nord et l'Europe ont un impact positif sur le montant du risque opérationnel ;**

**Hypothèse 4c : nous supposons de ce fait qu'au moins l'un des lieux géographiques a un impact sur la fréquence du risque opérationnel ;**

**Hypothèse 4d : l'Amérique du Nord et l'Europe ont un impact positif sur la fréquence du risque opérationnel ;**

### 2.2.4.2. Les facteurs macroéconomiques

#### Encadré 2

*Récapitulatif de l'impact de la situation économique sur le risque opérationnel et formulation des hypothèses*

<b>Facteurs Macroéconomiques comme déterminant du risque opérationnel</b>		
<p>Bien qu'il existe des raisons de croire la liaison entre le risque opérationnel et l'état de l'économie, il n'y a pas de consensus si les pertes ont tendance à augmenter ou diminuer dans une économie forte ou faible :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Chernobai et al. (2009) : les pertes sont plus fréquentes et plus graves en période de ralentissement économique + l'environnement macro-économique est moins important que les caractéristiques spécifiques à la banque ;</li> <li>- Mosaa &amp; Li (2011) (20013b) (2015) : les auteurs soutiennent que le risque opérationnel dépend énormément de la situation économique.</li> </ul>		
<b>Indicateurs représentant l'environnement économique d'une banque</b>		
<b>Taux de chômage</b>	<b>PIB</b>	<b>Niveau de vie</b>
<p>Les pertes sont associées intuitivement à l'échec des personnes : les personnes deviennent davantage une source potentielle de pertes lorsqu'elles sont au chômage ou menacées de perdre leurs emplois (Chernobai et al. 2009 ; Moosa, 2011) ;</p>	<p>Les pertes opérationnelles sont sensibles au produit intérieur brut (Cope et al. 2012 ; Moosa et al. 2015) ;</p>	<p>Les pertes opérationnelles sont sensibles au niveau de vie (mesuré par le revenu national brut par habitant) (Moosa et al. 2015) ;</p>

***Hypothèse 5a : Les tendances globales incitent à supposer qu'il existe une forte relation entre la gravité des pertes opérationnelles et l'environnement économique.***

***Hypothèse 5b : le taux de chômage a un impact positif sur le montant du risque opérationnel***

***Hypothèse 5c : Les tendances globales incitent à supposer qu'il existe une forte relation entre la fréquence des pertes opérationnelles et l'environnement économique.***

### 2.2.4.3. L'origine du système juridique

#### Encadré 3

*L'impact du Système juridique sur le risque opérationnel et formulation des hypothèses*

#### **L'impact du Système juridique sur le risque opérationnel**

L'analyse de la relation loi/risque opérationnel reste très peu explorée, mais puisque les sanctions constituent une source importante de pertes opérationnelles, il est évident de supposer un lien entre ces deux domaines. Nous sommes parties du général au particulier c'est-à-dire nous avons recensé les études traitant des liens entre le système juridique et le monde de la finance pour en extraire l'impact sur le risque opérationnel.

- 1- Lien entre Loi/Finance : La porta et al (1998,2006) ont étudié le lien entre le système juridique et les institutions financières dans 49 fois pays sur 3 niveaux :
  - Origine du système juridique : droit civil (français, german, scandinave) ou droit commun (Common Law) ;
  - Qualité et degré d'application de la loi à travers les indicateurs suivant : efficacité du système judiciaire, état de droit, corruption, risque d'expropriation, probabilité de répudiation des contrats par les gouvernements. Les pays Scandinaves appliquent la loi le mieux, suivi des pays adoptant le Common Law et enfin les pays du droit Civil ;
  - Protection des investisseurs : les pays appliquant le droit commun protègent les investisseurs beaucoup plus que les pays appliquant le droit civil. Le droit Allemand et Scandinave adoptent une position intermédiaire ;
  - Protection des actionnaires et créanciers : les pays du Common Law accordent une protection élevée par rapport au pays du droit Allemand ou du droit Français ;
- 2- Lien loi/risque opérationnel : John et al (2008) prouvent qu'il existe un lien significatif entre la protection des investisseurs et les risques en général. Cope et al. (2012) estiment que l'origine du système juridique a une certaine influence sur le risque opérationnel.

**Hypothèse 6a : Par extrapolation, nous allons supposer que l'origine du système juridique a un impact sur le montant du risque opérationnel ;**

**Hypothèse 6b : les pays scandinaves sont les pays les moins susceptibles de connaître le risque opérationnel (montant) contrairement aux pays adoptant le droit civil ;**

**Hypothèse 6c : Par extrapolation, nous allons supposer que l'origine du système juridique a un impact sur la fréquence du risque opérationnel ;**

**Hypothèse 6d : les pays scandinaves sont les pays les moins susceptibles de connaître le risque opérationnel (fréquence) contrairement aux pays adoptant le droit civil ;**

### **2.3. Gouvernance comme facteur du risque opérationnel**

La notion de gouvernance a été utilisée et fortement popularisée par la Banque mondiale à la fin des années 1980. Avant d'aborder le sujet concernant la relation existante entre la gouvernance et les pertes opérationnelles, il importe de clarifier dans un premier lieu la notion de gouvernance.

Il n'existe pas de définition unique de la gouvernance qui fasse l'objet d'un consensus puisque son sens varie selon qui l'emploie et dans quel contexte. Mais le programme de nations unies pour le développement (Programme des Nations unies pour le développement (PNUD), 1997) a proposé une définition assez englobante de la notion de gouvernance : la « gouvernance » est l'exercice de l'autorité politique, économique et administrative dans le cadre de la gestion des affaires d'un pays à tous les niveaux. La gouvernance est une notion objective qui comprend les mécanismes, les processus, les relations et les institutions complexes au moyen desquels les citoyens et les groupes articulent leurs intérêts, exercent leurs droits et assument leurs obligations et auxquels ils s'adressent afin de régler leurs différends. Cependant, il existe une

définition toutefois plus simple selon laquelle « la gouvernance recouvre les normes, les traditions et les institutions à travers lesquelles l'autorité s'exerce dans un pays pour le bien commun ».

Puisque notre étude se focalise sur les banques, nous nous demandons alors quel peut être le point commun entre ces différentes institutions financières qui ont toutes été impliquées dans des scandales financiers liés à des manipulations comptables ? Pourquoi les dirigeants, le conseil d'administration n'ont-ils pas agi dans l'intérêt de l'entreprise ? Pourquoi les auditeurs externes n'ont-ils pas décelé des fraudes ? Morrison (2004) affirme qu'il existe « un consensus général selon lequel les scandales comptables survenus au début du siècle aux États-Unis étaient la preuve de l'échec de la gouvernance d'entreprise » (cité par Moosa, 2013, p.134). Anderson, (2010)<sup>29</sup> soutient que si la gouvernance d'entreprise n'est pas à elle seule la cause de la crise financière mondiale, « la gouvernance d'entreprise aurait pu prévenir certains des pires aspects de la crise si une gouvernance efficace avait été mise en place tout au long de la période de développement et de cristallisation des problèmes ». Il ajoute qu'une « gouvernance d'entreprise efficace aurait pu contribuer à réduire les conséquences catastrophiques que subissent actuellement les économies mondiale et nationale ».

Ceci montre l'importance de ce que l'on appelle le gouvernement d'entreprise. Il a pour fonction le traitement du système de règles de contrôle et d'incitation conçues pour limiter et empêcher les fraudes et les conflits d'intérêts au sein des organisations. L'un de ses principaux objectifs est de réduire les conflits dus à des intérêts divergents entre les parties prenantes. Il est intéressant de signaler que les systèmes de gouvernement d'entreprise sont façonnés par les systèmes juridiques sous-jacents et les facteurs culturels.

---

<sup>29</sup> <http://www.oecd.org/corporate/ca/corporategovernanceprinciples/42670210.pdf> ;

Les études ayant pour objet la liaison entre les pertes opérationnelles et la gouvernance sont très rares pour des raisons multiples, entre autres l'actualité du sujet dans les pays en voie de développement ou pauvres ou encore l'indisponibilité de données crédibles dans ces pays.

Comme nous venons de le développer, la gouvernance désigne l'ensemble des mesures, des règles, des organes de décision, d'informations et de surveillance qui permettent le bon fonctionnement d'un État, d'une institution ou d'une organisation. Au sein d'une entreprise, la gouvernance est fonction de la direction, mais aussi du législateur. Chernobai et al. (2011) sont parmi les chercheurs qui ont fait cette distinction entre les deux types de gouvernance. Les auteurs ont donc examiné l'incidence de 925 événements de risque opérationnel parmi 176 institutions financières américaines à l'aide de données publiées publiquement sur les pertes de 1980 à 2005 recensées dans une base de données nommé AlgoFirst. Leurs résultats mettent en évidence la corrélation entre le risque opérationnel et le risque de crédit, ainsi que le rôle de la gouvernance d'entreprise et des incitations de gestion appropriées pour atténuer les risques opérationnels. La particularité de cette étude comme nous l'avons déjà signalé réside dans le fait qu'elle a traité aussi bien la gouvernance interne<sup>30</sup> que la gouvernance externe<sup>31</sup>, ainsi pour représenter les variables de la gouvernance interne, les auteurs se sont mis d'accord sur le Ratio d'auditeurs à bord, estimé en divisant le nombre d'auditeurs par la taille du conseil (la taille du conseil mesurée par le nombre de membres du conseil et le nombre annuel de réunions du conseil). Par contre, ils ont utilisé l'indice G de Gompers<sup>32</sup> pour mesurer la gouvernance

---

<sup>30</sup> Les mécanismes internes de Gouvernance d'Entreprise comptent sur des intervenants internes à l'entreprise pour surveiller les agissements des dirigeants ;

<sup>31</sup> La gouvernance externe est le fait que le contrôle de la direction soit assuré par des parties extérieures à l'entreprise tels que le marché du travail, le marché des capitaux, la réglementation, etc.

<sup>32</sup> Paul A. Gompers, Joy L. Ishii, Andrew Metrick ont construit un indice de gouvernance basé sur 24 critères de gouvernance « Gouvernance Index : G-Index », pour approcher l'équilibre des pouvoirs entre les actionnaires et les dirigeants au sein de 1500 firmes durant les années 1990. Ces 24 critères découlent des publications du centre de recherche de l'investisseur et se composent des catégories suivantes :

externe. Ils ont montré que le nombre des administrateurs et les incitations des directeurs sont positivement corrélés aux dysfonctionnements opérationnels alors que le nombre d'audits externes est négativement corrélé avec le risque opérationnel.

### 2.3.1. Les indicateurs de gouvernance

Pour l'étude de l'impact de la gouvernance externe sur le risque opérationnel, Cope et al. (2012) se sont basés sur un échantillon de données de plus de 57 000 pertes subies dans plus de 130 pays, déclarées par le consortium Operational Riskdata eXchange (ORX). Pour représenter la gouvernance externe, ils ont choisi 3 indicateurs : la Qualité réglementaire, la Règle de loi et le Contrôle de la corruption. Ils ont trouvé que l'indicateur de l'état de droit est significatif dans le cas des pertes dues à la fraude externe, où ils observent une relation décroissante. Ils ont aussi constaté une faible relation décroissante entre le contrôle de la corruption et les pertes des clients, des produits et des pratiques commerciales.

Dans la même optique de l'analyse de l'impact de la gouvernance externe, Li & Moosa (2015) ont analysé un total de 4 388 événements de pertes opérationnelles enregistrées sur trois décennies durant la période 1970 - 2008 dans 53 pays. Cette étude, comme nous l'avons déjà évoqué dans le paragraphe se focalisant sur les variables macroéconomiques, a adopté plusieurs variables pour expliquer le risque opérationnel. Parmi ces indicateurs, six indicateurs de gouvernance qui sont :

- *Voix et responsabilité* : reflète la perception de la mesure dans laquelle les citoyens d'un pays peuvent participer à la sélection de leur gouvernement, ainsi que la liberté

---

tactiques pour retarder les OPA, les droits de vote, la protection des administrateurs dirigeants, les autres mécanismes anti-prise de contrôle et les lois étatiques (corporate by laws and charters). Ils considèrent que le G-Index reflète l'équilibre du pouvoir entre les actionnaires et les dirigeants (Alimehmeti & Paletta, 2014).

d'expression, la liberté d'association et la liberté des médias. (Exemple d'événements de pertes liées : discrimination) ;

- *Stabilité politique et absence de violence/terrorisme* : reflète les perceptions de la probabilité que le gouvernement soit déstabilisé ou renversé par des moyens inconstitutionnels ou violents, y compris la violence et le terrorisme motivés par des considérations politiques. (Exemple de pertes opérationnelles : dommages aux biens matériels résultant du terrorisme, de troubles civils et de vandalisme) ;
- *Efficacité du gouvernement* : reflète les perceptions de la qualité des services publics, de la qualité de la fonction publique et de son degré d'indépendance par rapport aux pressions politiques, de la qualité de la formulation et de la mise en œuvre des politiques et de la crédibilité de l'engagement du gouvernement à l'égard de telles politiques. (Exemple de pertes opérationnelles liées à cet indicateur : documents juridiques manquants ou incomplets, perturbation des activités et défaillance du système) ;
- *Qualité de la réglementation* : reflète la capacité du gouvernement à formuler et à mettre en œuvre des politiques saines et des réglementations permettant et encourageant le développement du secteur privé. (Exemple : délit d'initié, respect de la réglementation environnementale et financière, règles et réglementations anti-monopole, manipulation du marché) ;
- *État de droit* : reflète la perception de la mesure dans laquelle les agents ont confiance dans les règles de la société et s'y conforment, et en particulier la qualité de l'exécution des contrats, les droits de propriété, la police et les tribunaux, ainsi que la probabilité d'infraction et la violence. (Exemple de sinistres associés : fraude interne, fraude externe, discrimination, lois sur la santé et la sécurité, non-conformité fiscale, piratage informatique, falsification, blanchiment d'argent) ;

- *Contrôle de la corruption* : reflète la perception du degré d'exercice du pouvoir public à des fins privées, y compris les formes de corruption mineures et majeures, ainsi que la « capture » de l'état par les élites et des intérêts privés. (Exemple de sinistres associés : fraude de crédit, détournement de fonds.

Les résultats de l'étude montrent que la gravité des pertes est négativement liée à différents indicateurs de gouvernance, en particulier la qualité de la réglementation.

### **2.3.2. La gouvernance d'entreprise interne**

Nsaibi & Rajhi (2016) sont parmi les auteurs qui se sont focalisés sur l'impact de la gouvernance interne sur la sinistralité des pertes opérationnelles. Ils ont donc traité 1 176 données de pertes, survenus dans 14 banques, allant de 2006 à 2013 de la base de données ORX. Les indicateurs de gouvernance interne choisis étaient : la taille du conseil d'administration, existence de comités des risques au sein du conseil, l'application des normes IFRS. En somme ils ont pu démontrer que la gouvernance interne a un impact considérable sur la politique de gestion des risques opérationnels. En effet, les auteurs ont constaté que la présence du comité des risques au sein du conseil d'administration, la présence des administrateurs indépendants ainsi que l'application des normes IFRS permettent d'atténuer les pertes du type risque opérationnelles. Par contre, ils ont aussi trouvé que le cumul du pouvoir à la tête du conseil n'a aucune incidence sur la sinistralité des pertes opérationnelles.

À travers cette revue de littérature sur la gouvernance d'entreprise interne et externe, nous pouvons en déduire qu'il n'existe pas un consensus sur l'intensité de l'impact de la gouvernance sur les risques opérationnels ainsi que sur les indicateurs utilisés pour mesurer cet impact. Ce qui nous pousse encore plus à mieux explorer ce sujet et mener une analyse sur l'incidence des indicateurs de gouvernance d'entreprise sur les pertes opérationnelles.

### 2.2.3. Synthèse et formulation des hypothèses

#### Figure 13

*L'impact de la gouvernance sur le risque opérationnel*

#### Gouvernance d'entreprise

- Les scandales financiers sont la preuve de l'échec de la gouvernance d'entreprises aux Etats-Unis. (Morisson ,2004 ; Anderson ,2010) ;
- Gouvernance : Ensemble de mesures assurant le bon fonctionnement d'un état ou d'une institution ;
- Cope et al. (2012) : Gouvernance négativement corrélée avec les risques opérationnels (Indicateurs : qualité réglementaire, règle de loi, contrôle de corruption ;
- Moosa et al. (2012) : Gouvernance négativement corrélée à la gravité des pertes opérationnelles (indicateurs : voix et responsabilité, stabilité politique et absence de violence, efficacité du gouvernement ; qualité de la réglementation, état de droit, contrôle de la corruption).
- Chernobai et al. (2011) : Gouvernance externe négativement corrélée aux pertes opérationnelles (Indicateurs : nombre d'auditeurs externes, G-index de Grompers) ;
- Chernobai et al. (2011) : Gouvernance interne est positivement corrélée aux pertes opérationnelles. (Indicateurs : Ratio d'auditeurs à bord) ;
- Nsaibi et al (2016) : cumul du pouvoir à la tête du conseil n'a aucune incidence sur le risque opérationnel + l'existence d'un impact de la gouvernance interne (indicateurs : taille du conseil d'administration, application des normes IFRS, indépendance des administrateurs) ;

**Hypothèse 7a : Nous supposons que la gravité des pertes opérationnelles a une relation négative avec les indicateurs de gouvernance ;**

**Hypothèse 7b : La qualité de la réglementation et la règle de loi sont les deux indicateurs de gouvernance qui sont les plus susceptibles d'avoir un impact négatif sur le montant du risque opérationnel ;**

**Hypothèse 7c : Nous supposons que la fréquence des pertes opérationnelles a une relation négative avec les indicateurs de gouvernance ;**

**Hypothèse 7d : La qualité de la réglementation et la règle de loi sont les deux indicateurs de gouvernance qui sont les plus susceptibles d'avoir un impact négatif sur la fréquence du risque opérationnel ;**

Nous émettons l'hypothèse que les indicateurs de gouvernance et surtout la qualité de la réglementation et la règle de loi ont un impact plus direct sur la production des fraudes internes et externes. Ces indicateurs tentent de mesurer la perception du public selon laquelle les individus dans la société respecteront les règles. Sans état de droit, les fraudes ne sont pas encouragées, du moins pas rigoureusement poursuivies. En conséquence, nous devrions nous attendre à voir des pertes de fraude plus graves lorsque ces mesures sont faibles.

### **3. Facteur humain : source du risque opérationnel**

De nombreuses autres affaires de tromperie, autres que celles détaillées dans le premier chapitre, ont entraîné des pertes colossales, parmi ces scandales comptables, nous pouvons citer : Enron, WorldCom, Arthur Andersen, autant de sociétés devenues célèbres pour avoir chuté à la suite d'accusations de comptabilité falsifiée. La question qui s'impose à ce stade est la suivante : quel a été donc le point en commun de toutes ces défaillances soudaines ?

Selon certains, il s'agirait d'un trader ayant malencontreusement confondu milliards et millions, d'une fraude interne ou d'un simple dysfonctionnement informatique. Dans un cas comme un autre, il s'agit sans aucun doute de la survenance d'un risque opérationnel causé par le facteur

humain expert et créatif, et dont les impacts peuvent venir ébranler fortement une entreprise. Ce qui est plus dangereux selon Diamond & Dybvig (1983) c'est que la défaillance d'un seul établissement financier peut conduire à une contagion aux autres établissements financiers à cause de la panique financière.

Nous allons donc essayer de comprendre l'émergence de ce type de risque quand la source est humaine en essayant de développer le caractère volontaire et involontaire que peut avoir l'erreur humaine. Nous allons ensuite détailler deux facteurs explicatifs majeurs expliquant le comportement pouvant engendrer le risque opérationnel. Le premier facteur concerne l'expertise puisque nous remarquons que tous les scandales financiers de type risque opérationnel font état d'une situation où l'expertise des professionnels engendre des risques nouveaux. La dimension culturelle peut à son tour constituer une piste importante de recherche puisque l'humain est un être fortement influencé par sa culture.

### **3.1. Risques opérationnels : fabriqués ou subis ?**

L'erreur humaine peut relever d'une décision volontaire ou d'un acte involontaire. Quelles sont donc les facteurs qui mènent à de tels comportements de la part des salariés ?

#### **3.1.1. L'erreur humaine à caractère involontaire**

Commençons alors par développer les causes de l'acte involontaire. L'institut de Radioprotection et de sûreté nucléaire a rédigé un rapport concernant les facteurs organisationnels et humains de la gestion des risques et a démontré que l'opérateur humain joue inévitablement un rôle essentiel dans le développement des risques. Ce document met en lumière les facteurs derrière le comportement humain en général. Selon le rapport, l'erreur humaine résulte en général de processus psychologiques impliqués dans la perception, la compréhension des situations de travail, les processus de décision. L'auteur renvoie ce

comportement à un manque de connaissance ou d'expérience dans un premier lieu qui peut être éventuellement dû à une question de formation. Deuxièmement, un manque de vigilance et d'attention, qui peut être lié à la routine, à un phénomène de suractivité (surcharge cognitive), à des problèmes personnels peut aussi être considéré comme une cause d'un tel comportement erroné. L'induction à l'erreur peut être causée aussi par l'application d'une règle ou d'une procédure incomplète ou ambiguë, qui crée un sentiment de fausse sécurité. Il faut signaler que le fait de commettre des erreurs n'est pas nécessairement le signe d'un manque de professionnalisme ou de rigueur, l'expression d'une négligence ou d'une volonté de mal faire. Ces comportements révèlent avant tout des dysfonctionnements de l'organisation, des défaillances managériales ou des lacunes de conception des systèmes techniques (Alengry et al., 2011).

### **3.1.2. L'erreur humaine à caractère volontaire**

L'erreur humaine peut relever d'une décision volontaire, nous parlons ici de violation ou de transgression. La violation ou transgression consiste à ne pas appliquer volontairement une règle, une procédure, ou à ne l'appliquer que partiellement. La violation peut relever de la conscience professionnelle et être l'expression de la compétence des acteurs, comme l'acteur peut contourner les règles pour se conformer aux pratiques de son collectif de travail (phénomène de soumission au groupe et à ses valeurs) (Alengry et al., 2011). Dans le cas extrême du comportement, nous parlons de malveillance si celle-ci s'accompagne d'une volonté de porter atteinte à l'institution financière. Il faut donc rappeler que le contournement volontaire d'une règle revient rarement d'une initiative purement individuelle.

La progression qu'a connue le monde actuel en termes de nouvelles technologies associées par une mondialisation accrues a provoqué des effets que nous pouvons qualifier de pervers encourageant le développement de ce type de risques opérationnels. D'un autre côté, le manque

d'engagement ou de « dévotion » des salariés d'une institution financière accroît les risques de façon générale et les risques opérationnels en particuliers. Les dangers qui menacent une institution proviennent de l'implication plus ou moins grande de ses membres plutôt que d'éventuelles menaces extérieures (Douglas, 2004). Le désengagement des salariés peut alors être une cause qui peut par la suite faire perdre de son unité à l'organisation. Pourquoi les salariés prennent-ils alors des risques plus importants que prévus ? Et quelle est par conséquent la nature du lien qui existe entre les risques d'un côté et la relation salarié/entreprise d'un autre ?

Une grande variété de facteurs explicatifs peut clarifier cette prise de risque. Parmi ces facteurs, nous pouvons citer la négligence de la part de l'entreprise, le manque d'attention et de vigilance, une mauvaise répartition des responsabilités, ou encore la focalisation sur les résultats et l'incitation à la performance.

Les salariés ont progressivement perdu le sentiment de protection et ont peur du licenciement ce qui a affecté négativement la loyauté vis-à-vis de l'employeur (Cousin, 2004). Ce constat pessimiste a aussi été observé de la part de Dupuy (2005) suite à l'enseignement qu'il a effectué sur plus de 10 ans à près de 30 000 cadres de tous les pays sur tous les secteurs. Il affirme dans son introduction : *"les leçons de ce périple sont sans appel : les cadres vivent de plus en plus difficilement leurs situations quotidiennes au travail, ne s'identifient plus aussi facilement au destin de leur firme, cherchent à se dérober aux pressions croissantes de leur environnement... Bref, ils commencent à "jouer contre", eux dont on croyait jusque-là qu'ils joueraient toujours "avec"*. L'auteur dénonce ainsi, le stress, la pression, la disparition de la sécurité de l'emploi, qui transforment le salarié d'une personne loyale à une personne avec des comportements individualistes.

Alter (2009) essaie d'expliquer le lien existant entre les risques en général et la relation salarié/entreprise en clarifiant le lien entre sentiment de sécurité de l'emploi et le comportement

au travail. Selon l'auteur toute personne a besoin de « donner », pour se satisfaire et assouvir le sentiment d'exister, même à leur entreprise. Mais malheureusement, l'entreprise refuse ce don qui se traduit généralement sous forme de prise de risque, d'initiative. Par conséquent, on refuse aux salariés d'exister. Ces derniers se retrouvent coincés entre la volonté d'être loyal et leur déception ou malaise, et peuvent dès lors pratiquer des techniques non saines pour des fins endommageant pour l'entreprise. Si certains salariés adaptent une posture malhonnête, cela peut être une cause directe de l'émergence de certains risques ; l'institution financière doit donc être vigilante à l'égard de ses salariés pour éviter ces risques (Mélo, 2010).

### **3.2. Développement de la créativité des experts et émergence de risques nouveaux**

Le risque opérationnel peut être causé par le facteur humain qualifié d'expert qui dispose d'une marge de manœuvre très importante. En effet, la créativité des experts, et qui est parfois difficile à détecter par les outils proposés par les régulateurs, peut causer un risque opérationnel majeur, comme il peut être un acte involontaire. L'expertise est considérée comme une arme à double tranchant, elle est une solution ou un problème et sa surveillance est un instrument majeur de la gestion du risque opérationnel. Les deux facettes de l'expertise seront donc discutées dans la section suivante.

#### **3.2.1. La banque aux mains des experts créatifs : d'une bureaucratie professionnelle vers une bureaucratie d'experts guidée par une créativité risquée**

La banque repose sur une structure décentralisée dans laquelle les professionnels y sont maîtres de leur travail en relative indépendance de leur ligne hiérarchique et sous le contrôle de la profession (normes et standards nationaux et internationaux). D'après ces critères, nous pouvons donc qualifier la banque comme une bureaucratie professionnelle telle que la définit Mintzberg (1986). Il s'agit de la configuration structurelle qui caractérise la plupart des milieux professionnels. Selon l'auteur, les experts y jouent un rôle de premier plan. Cela veut dire que

ceux qui font le travail sont ceux qui décident quoi faire et comment. En effet, le modèle de la bureaucratie professionnelle semble correspondre à l'organisation « banque », dont les caractéristiques sont l'autonomie relative accordée ainsi que la standardisation des qualifications qui sont issues de structures externes régissant la profession. Toutefois, il existe une barrière à l'ajustement entre le modèle de la bureaucratie professionnelle et l'organisation de la « banque ». Selon le référentiel de Mintzberg, la bureaucratie professionnelle est bien adaptée à la standardisation, mais pas à l'innovation. Effectivement, une telle organisation procède d'une démarche déductive, elle cherche alors à rentrer des situations observées dans les standards préalablement déterminés. Cependant, nous remarquons que les banques réunissent un nombre considérable d'experts innovants et créatifs sur lesquelles les organismes externes n'ont pas de prise. Que voulons-nous dire tout d'abord par la créativité des experts ?

La question peut paraître anodine, mais nous remarquons une certaine confusion sémantique entre créativité et expertise, pourtant il existe un rapport minime entre le pouvoir de créer quelque chose et la maîtrise d'un savoir. La créativité est une notion complexe, qui est définie comme étant la « capacité à imaginer rapidement différentes solutions originales si l'on est confronté à une situation problème »<sup>33</sup>. L'acte créatif peut alors être défini comme la faculté de transformer, un rien, un néant, un vide en une œuvre, un phénomène totalement nouveau comme il peut élaborer une nouveauté à travers l'existant. La créativité des experts est donc la capacité à combiner des savoirs de multiples natures pour faire émerger une pratique nouvelle (Raynal et al., 2014). Ceci a pour conséquence l'émergence de risques opérationnels de grandes envergures. Pouvons-nous dire que la banque connaît un changement en ce qui concerne sa nature en passant d'une bureaucratie professionnelle à une adhocratie, un changement dont l'innovation des experts serait la cause majeure.

---

<sup>33</sup> <https://lesdefinitions.fr/creativite>

Selon Plihon (2003) les états ont perdu du pouvoir dans la gouvernance des entreprises au profit des actionnaires que nous pouvons étiqueter comme étant un expert. L'auteur les considère comme des opportunistes, peu concernés par le bien de l'entreprise à long terme. En effet, ils aspirent à développer des conduites individualistes qui contribuent à la prolifération des risques et affaiblissent la capacité de l'organisation à les anticiper et les prévenir (Stul, 2016, p.12). Comment ces experts arrivent-ils à détourner les règles et les techniques de standardisation exigées par les régulateurs et par des directions de contrôle de risque de plus en plus puissantes ?

Nous remarquons que le respect des normes instaurées par le comité de Bâle entraîne une routine et une procédure répétitive puisque la banque en question est contrôlée par un organisme externe et suit des règles définies qui auparavant étaient non formalisées. L'expertise intellectuelle devient tout simplement une technique purement mécanique. Afin de détourner cette prévisibilité et cette normalisation de procédures, les experts innovent et renouvellent leurs expertises hors des champs régulés. Selon Méric & Sfez (2011) une situation paradoxale s'établit ici « des règles externes destinés à maîtriser des risques, contribuent indirectement à les accroître », la banque est alors, en tant qu'une bureaucratie d'experts une organisation instable. Cette instabilité, créée par la bureaucratie d'experts, est à la fois ce qui en menace la pérennité d'un côté et ce qui permet à cette dernière d'évoluer si besoin vers une adhocratie d'un autre côté.

L'individualisme, comme nous venons de voir dans les exemples de la section précédente, conduit les salariés du monde de la finance à devenir opportuniste et jouer ainsi contre l'intérêt de l'institution. Parfois encore, l'inverse peut arriver et nuire aussi à l'entreprise si le salarié joue « pour l'entreprise » au détriment de toute éthique. Dans les deux scénarios le facteur humain, qu'il soit un simple salarié sous effet de pression ou un expert, peut être considéré comme la principale cause du risque opérationnel.

### **3.2.2. La créativité des experts : facteur de risque et facteur de résilience**

La créativité se traduit par la capacité ou l'aptitude à manipuler l'information sans pour autant frauder. C'est ce qu'on appelle « Comptabilité Créative » qui est probablement né de la traduction anglaise de « Creative Accounting » en vigueur depuis longtemps dans la comptabilité anglo-saxonne. La comptabilité créative peut être définie comme une technique de présentation des comptes annuels des sociétés permettant de donner la meilleure image possible des résultats et du bilan. Delesalle (2001) définit aussi ce genre de comptabilité et la considère comme une technique de communication visant à valoriser, à travers ses comptes légaux, l'image d'une société auprès des investisseurs particuliers ou institutionnels.

La gestion de risque peut s'appréhender selon deux paradigmes. Le premier, selon l'ordre chronologique d'apparition, est le contrôle. Selon Albouy et Perrier (2003) dans le paradigme centré sur le contrôle, la créativité des experts est traitée comme une source de risque, contrairement au deuxième paradigme où le risque est considéré comme un facteur de résilience (cité par Méric & Sfez, 2011, p.254). En effet, le deuxième paradigme de la gestion de risque est celui que l'on rattache aux organisations hautement fiables (HRO). Cet acronyme désigne les High Reliability Organizations, traduit en français par HFO pour Haute Fiabilité Organisationnelle. Il s'agit d'une discipline qui aborde la sécurité sous l'angle de la fiabilité organisationnelle. Ce courant de recherche a pris un paradigme d'étude qui est celui de comprendre comment certaines organisations sont arrivées à être ultra sûres. D'après Héber-Suffrin (2007), dans cette optique la créativité est représentée comme un facteur de résilience, laquelle désigne la capacité non seulement à absorber les chocs, mais à les anticiper dans une démarche proactive.

Avec la multiplication de ces crises, plusieurs interrogations portent sur l'intérêt attribué au risque opérationnel. En effet, face aux inquiétudes concernant l'efficacité des pratiques de

gestion du risque opérationnel, les autorités de régulation ont soulevé la question de la réglementation de ce risque, une réglementation qui a été longtemps centrée sur une optique de contrôle, en mettant à l'écart la variante créativité des experts qui demeure de plus en plus difficile à cerner et à contrôler puisqu'elle est une composante du comportement humain pénible à instrumentaliser.

Le développement des HRO peut apporter une réponse autre que l'approche de contrôle. Selon Taphanel (2012), ce concept d'organisation qui voit le jour aux États-Unis, s'écarte totalement des conceptions naturelles défendues par Perrow (2004) qui a tendance à considérer l'accident comme un épisode inévitable au sein de la vie des organisations.

La résilience est une des capacités des HRO. Le mot résilience peut être défini comme étant « une capacité à se remettre rapidement de maladie, de changement et de malchance ». Ce concept de résilience ne consiste pas seulement en la capacité d'un groupe à résister aux chocs organisationnels, mais aussi en sa capacité à les éviter (de Bovis, 2009). Comme nous l'avons déjà mentionné auparavant, la dimension n'est plus seulement réactive à l'accident ou à la catastrophe, mais aussi proactive.

Suite à la difficulté d'accessibilité aux terrains des HRO, qui se composent majoritairement des structures de la Défense, ou à des aires d'investigation sensibles (comme les centrales nucléaires, les départements de l'armée), le champ d'observation reste donc très limité.

Les chercheurs se sont fortement mobilisés afin d'élargir le domaine des HRO. Effectivement, plusieurs voies de recherches commencent à s'intéresser à cette approche et se développent dans des domaines plutôt variés, mais ces études restent encore embryonnaires. Dans le secteur bancaire, il ne s'agit plus désormais de mesurer les pertes comme ce qui a été proposé par le comité de Bâle II, mais de savoir gérer l'inattendu. Finalement, nous pouvons dire que la théorie de la haute fiabilité organisationnelle s'engage dans une voie non pas de normalisation et

standardisation des procédures, mais d'identification de processus collectifs et psychologiques permettant de toujours prendre en compte l'incertain, gage de sécurité.

### **3.3. Dimension culturelle du risque opérationnel**

L'impact de la culture partagée dans une société sur la provenance des pertes opérationnelles est une piste de recherche qui n'a toujours pas été exploré, malgré le fait que le risque opérationnel est un risque dont l'humain est considéré comme étant la première source, et que l'humain est fortement influencé par sa culture. Avant de détailler l'impact que la culture peut avoir sur la provenance d'un risque de type risque opérationnel, nous allons tout d'abord à définir la notion de la culture.

Par culture, nous nous référons à un système de valeurs communes de base qui contribuent à façonner le comportement des personnes dans une société donnée. Traditionnellement, la littérature présente la culture et les déterminants économiques de la croissance comme distincts. En effet, l'idée que la croissance économique est en partie façonnée par des facteurs culturels a rencontré une résistance considérable. L'étude menée par Facchini (2008) explique dans ce sens qu'une grande partie de la théorie économique est a-culturelle, et que la culture a longtemps été considérée comme étant un concept flou car non-mesurable. Une autre raison de cette résistance est que les valeurs culturelles ont été largement perçues comme des caractéristiques diffuses et permanentes de sociétés données : si les valeurs culturelles déterminent la croissance économique, les perspectives de développement économique semblent désespérées, car la culture ne peut pas être modifiée. En revanche, lorsque nous abordons la culture comme quelque chose à mesurer sur une base empirique quantitative, l'illusion de diffusivité et de permanence disparaît (Elster, 1989 ; Fershtman et al. 1993).

Empiriquement, il existe une multitude d'études qui soutiennent la théorie qui stipule que la culture a un impact sur le développement de l'économie, parmi ces études nous citons l'étude menée par Granato et al. (1996). Ils argumentent leur étude par les faits suivants : au cours des

cinq dernières décennies, les économies d'influence confucéenne d'Asie de l'Est ont largement surclassé le reste du monde. Cela est vrai malgré le fait qu'ils sont façonnés par une grande variété d'institutions économiques et politiques. Inversement, au cours de la même période, la plupart des économies africaines ont enregistré de faibles taux de croissance. Les données tant au niveau de la société qu'au niveau individuel suggèrent que les institutions économiques et politiques d'une société ne sont pas les seuls facteurs déterminant le développement économique ; les facteurs culturels sont également importants.

Il n'existe pas de nos jours d'étude portant sur la relation existante entre le facteur culturel et le risque opérationnel, or, le risque opérationnel est fortement influencé par la composante humaine, l'individu est considéré comme une source de risque, et son comportement au sein de la banque peut très bien être expliqué par des facteurs culturels.

### **3.4. Synthèse et formulation des hypothèses**

#### **Encadré 4**

*Récapitulatif de l'impact de la culture sur le risque opérationnel et formulation des hypothèses*

Le comportement humain est considéré comme étant l'un des principales causes du RO.

Quelles sont les facteurs qui mènent à de tels comportements de la part des salariés d'une banque ?

<b>Acte volontaire</b>	<b>Acte involontaire</b>
<p>Manque d'engagement des salariés suite à la :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- négligence de l'entreprise</li> <li>- mauvaise répartition des responsabilités par l'entreprise</li> <li>- focalisation sur les résultats et l'incitation à la performance</li> <li>- perte de sentiment de protection et peur de licenciement affectant négativement la loyauté du salarié</li> <li>- la créativité dite d'expert peut être une cause majeure du risque opérationnel : la créativité se traduit par la capacité ou l'aptitude à manipuler l'information sans pour autant frauder.</li> </ul>	<p>Manque de connaissance ou d'expérience peut être lié à un manque de formation</p> <p>Manque de vigilance qui peut être lié à la routine, à un phénomène de suractivité, des problèmes personnels peuvent aussi être considérés comme une cause d'un tel comportement erroné.</p> <p>Application d'une règle ou d'une procédure incomplète ou ambiguë</p> <p><b>La culture peut influencer le comportement humain</b> : Par culture, nous nous référons à un système de valeurs communes de base qui contribuent à façonner le comportement des personnes dans une société donnée.</p>
<p>Il n'existe pas de nos jours d'étude portant sur la relation existante entre le facteur culturel et le risque opérationnel or, le risque opérationnel est fortement influencé par la composante humaine, comme il a été développé auparavant, l'individu est considéré comme une source de risque, et son comportement au sein de la banque peut très bien être expliqué par des facteurs culturels. Pour cette raison, nous supposons que la culture a un impact important sur le risque opérationnel.</p> <p><b>Hypothèse 8 : Nous supposons qu'il existe un impact significatif positif entre les facteurs culturels et le montant du risque opérationnel ;</b></p> <p><b>Hypothèse 8' : Nous supposons qu'il existe un impact significatif positif entre les facteurs culturels et la fréquence du risque opérationnel ;</b></p>	

Ces hypothèses obtenues à l'aide d'une démarche abductive, constitueront le point de départ du processus de test (à l'aide d'un raisonnement déductif). Il convient de rappeler que l'abduction et un processus inférentiel (en d'autres termes, une hypothèse) qui consiste à tirer de l'observation des conjectures qu'il convient ensuite de tester et discuter. Dans le cadre d'une recherche en management, le chercheur peut utiliser l'analogie, l'objectif étant d'aider à produire du sens à l'aide de la comparaison. L'analogie est définie comme étant une similitude ou encore un rapport entre plusieurs éléments différents (Charreire Petit & Durieux, 2007, pp.62-65).

Selon Hofstede (2001) les valeurs qui distinguaient les pays les uns des autres pourraient être regroupées statistiquement en six groupes qui sont: Distance de puissance (PDI), individualisme contre collectivisme, masculinité contre féminité (MAS), Évitement de l'incertitude, orientation à long terme et indulgence. Ces variables culturelles sont introduites respectivement sur la base des définitions données par l'auteur ci-dessus.

- Power Distance ou distance de puissance : ceci mesure la mesure dans laquelle les membres les moins puissants des organisations et des institutions acceptent et s'attendent à ce que le pouvoir soit distribué de manière inégale. Les pays qui ont une faible distance par rapport au pouvoir sont caractérisés par le fait de favoriser les organisations décentralisées, alors que les pays possédant une distance élevée par rapport au pouvoir préfèrent une autorité centralisée.

Hypothèse 8a : les pays dont la distance de puissance est élevée connaîtront plus de risque opérationnel (montant) ;

Hypothèse 8a' : les pays dont la distance de puissance est élevée connaîtront plus de risque opérationnel (fréquence) ;

Les personnes qui vivent dans des sociétés présentant un haut degré de pouvoir ont tendance à moins communiquer ce qui peut accroître l'occurrence du risque opérationnel.

- Individualisme : l'individualisme contre le collectivisme, c'est-à-dire le degré d'intégration des individus dans les groupes. Du côté individualiste, nous trouvons des sociétés dans lesquelles les liens entre les individus sont lâches : chacun est censé prendre soin de lui-même et de sa famille immédiate. Du côté collectiviste, nous trouvons des sociétés dans lesquelles les personnes dès la naissance sont intégrées dans des groupes solides et cohésifs, souvent des familles élargies qui continuent de les protéger en échange d'une loyauté indiscutable.

Hypothèse 8b : les pays individualistes sont plus susceptibles de connaître des risques opérationnels (montant) ;

Hypothèse 8b' : les pays individualistes sont plus susceptibles de connaître des risques opérationnels (fréquence).

L'individualisme au sein de la société, comme il a été démontré auparavant, encourage l'opportunisme et non l'intérêt général ce qui influence négativement sur l'occurrence du risque opérationnel.

- Masculinité : la masculinité par rapport à la féminité fait référence à la répartition des rôles entre les sexes, qui est un autre problème fondamental pour toute société à laquelle une gamme de solutions est trouvée. La masculinité, selon Hofstede, représente une préférence dans la société pour les résultats, l'héroïsme, l'affirmation de soi et les récompenses matérielles inhérentes au succès. La société est ici généralement compétitive. Son contraire, la féminité, intègre la préférence pour la coopération, la modestie, le soin des faibles et la qualité de vie. La société est ici généralement orientée vers le consensus. Les pays présentant le plus de masculinité sont le Japon, la Hongrie et l'Autriche ; et ceux avec plus de féminité sont la Suède, la Norvège et la Hollande.

Hypothèse 8c : les sociétés masculines sont plus susceptibles de connaître le risque opérationnel (montant) ;

Hypothèse 8c' : les sociétés masculines sont plus susceptibles de connaître le risque opérationnel (fréquence).

- Évitement de l'incertitude : l'évitement de l'incertitude concerne la tolérance d'une société à l'incertitude et à l'ambiguïté. Il indique dans quelle mesure une culture programme ses membres pour qu'ils se sentent mal à l'aise ou à l'aise dans des situations non structurées. Les situations non structurées sont nouvelles, inconnues, surprenantes et différentes de l'ordinaire. Les cultures essaient de minimiser la possibilité de telles situations par des lois et des règles strictes, des mesures de sûreté et de sécurité. Toujours selon Hofstede, les pays qui évitent le plus l'incertitude sont la Grèce, le Portugal et le Guatemala, et ceux qui ont le plus faible taux sont Singapour, la Jamaïque et le Danemark.

Hypothèse 8d : les pays dont le score représentant l'évitement de l'incertitude est élevé sont plus susceptibles d'avoir un montant de pertes opérationnelles important ;

Hypothèse 8d' : les pays dont le score représentant l'évitement de l'incertitude est élevé sont plus susceptibles d'avoir un nombre important de pertes opérationnelles ;

- L'orientation à long terme et l'indulgence est ont été rajoutées récemment, pour essayer de saisir toute différence de pensée entre l'Est et l'Ouest.

L'orientation à long terme se concentre sur la récompense à venir, c'est-à-dire être prêt à retarder le succès social à court terme ou même la gratification émotionnelle à court terme pour préparer l'avenir. Si nous possédons cette perspective culturelle, nous apprécions alors la persistance, la persévérance, l'épargne et la capacité d'adaptation. L'orientation à court terme se concentre sur le présent ou plutôt le passé. Si une société présente une orientation à court terme, la tradition, la hiérarchie sociale actuelle et l'accomplissement des obligations

sociales y seront appréciées. Les pays présentant une orientation à long terme sont la Chine, Hong Kong et Taiwan ; ceux présentant une orientation à court terme sont le Venezuela, l'Uruguay et les Émirats arabes unis.

Hypothèses 8e : les sociétés présentant une orientation à court terme sont moins susceptibles de connaître les risques opérationnels (montant) : puisque ces sociétés apprécient l'accomplissement des obligations et le respect de la hiérarchie sociale ;

Hypothèses 8e' : les sociétés présentant une orientation à court terme sont moins susceptibles de connaître les risques opérationnels (fréquence).

Source des indicateurs : [www.hofsted-insights.com](http://www.hofsted-insights.com)

### **Conclusion du chapitre III**

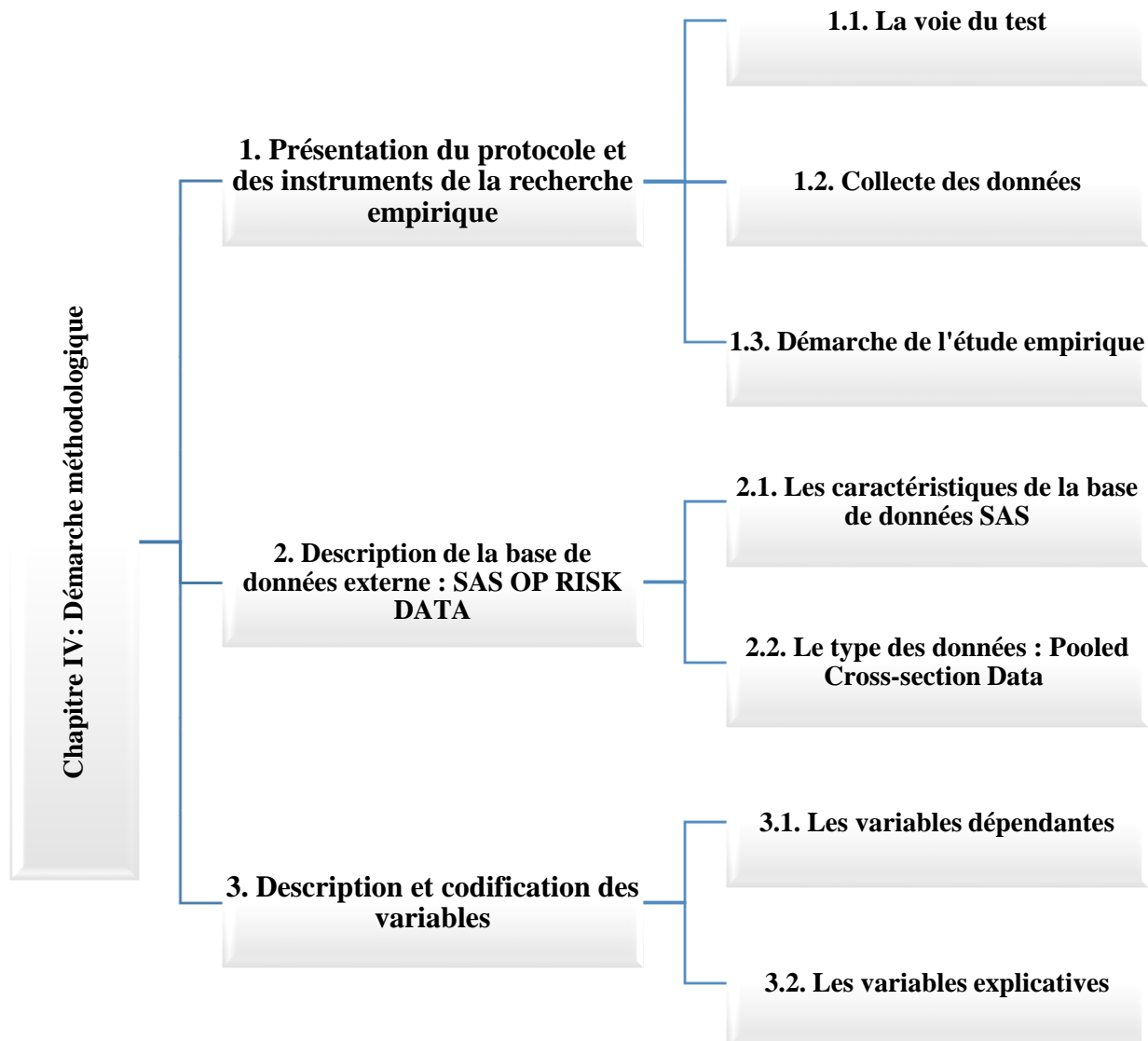
Les recherches universitaires qui permettent de mieux comprendre les déterminants du risque opérationnel dans les institutions financières sont très limitées. Nous avons essayé de détailler dans ce chapitre les études portant sur la mise à échelle et les facteurs déterminants de la sévérité et la fréquence du risque opérationnel. À travers cette revue de littérature empirique sur les facteurs déterminants et sur la liaison existante entre ces facteurs et les pertes opérationnelles, nous pouvons en déduire qu'il n'existe pas un consensus sur l'intensité de l'impact. Ce qui nous pousse encore plus à mieux explorer ce sujet et mener une analyse sur l'incidence de ces facteurs sur les pertes opérationnelles.

Il faut souligner que la liste des variables explicatives figurant dans cette revue de la littérature ci-dessus ne constitue pas une liste exhaustive des déterminants du risque opérationnel. En raison de l'hétérogénéité du risque opérationnel, l'établissement d'une liste complète des facteurs déterminants est une tâche monumentale. Peut-être que la chose la plus proche d'une liste complète est celle présentée par Chernobai et al. (2011).



## **Chapitre IV : Démarche méthodologique**





## **Introduction du chapitre IV**

Comme aime à le souligner Koenig (2002 ; 2006b), un projet de recherche constitue un système permettant de passer d'une intention générale à des éléments de réponse (cité par Giordano & Jolibert, 2012 , p. 4). Après avoir élaboré une problématique de recherche et développé le cadre théorique adéquat, il nous semble nécessaire de réfléchir à la démarche, à la méthodologie et aux moyens et outils qui permettront de confronter les différentes hypothèses de notre modèle de recherche à la réalité du terrain. Le choix d'une démarche méthodologique et d'un protocole de recherche adapté se fait souvent au regard des possibilités et contraintes liées au terrain tout en étant guidé par notre posture post-épistémologique.

La collecte de données est un élément crucial puisqu'elle permet de rassembler le matériel empirique sur lequel nous allons fonder notre recherche. La vérification de la disponibilité des données est donc primordiale pour la constitution de la base empirique. Dans notre cas, la confrontation au terrain s'est révélée particulièrement délicate. La raison principale réside dans le fait que les données concernant les pertes opérationnelles manquent de qualité étant donné le secret avec lequel les entreprises traitent leurs pertes opérationnelles. Nous allons donc utiliser une base de données externe SAS OPRISK qui est une base de données regroupant les pertes opérationnelles les plus importantes qu'a connues le monde de la finance. Cette base de données sera alimentée par d'autres données afin de mieux mener notre recherche. Il s'agit alors des données secondaires qui présentent de réels avantages certes mais qui sont difficilement accessibles. À côté de la SAS OPRISK nous allons aussi utiliser une base de données interne propre à une banque marocaine qui regroupe l'ensemble des pertes qu'a connu ladite banque.

Aussi, dans ce quatrième chapitre (Chapitre IV : Démarche méthodologique), nous reviendrons essentiellement sur notre démarche méthodologique. Pour cela, nous serons amenés à présenter notre protocole de recherche qui reprendra en détails les éléments méthodologiques liés au

déroulement de notre collecte de données et expliquera en détails la démarche adoptée empiriquement. Nous présenterons ensuite les caractéristiques de la base de données SAS et enfin nous allons finir ce chapitre par une étude statistique sur les variables dépendantes ainsi que les variables explicatives.

## **1. Présentation du protocole et des instruments de la recherche empirique**

Cette première section traite de la démarche méthodologique que nous avons adoptée, de notre protocole de recherche et des instruments que nous avons utilisés dans le cadre de cette recherche. Pour ce faire nous allons tout d'abord répondre à la question comment allons-nous chercher ?

Nous devons autant que chercheur poursuivre une triple adéquation pour cette étape empirique, entre finalité, approche et donnée. Nous allons pour ceci expliciter le processus de construction des connaissances et qui est dans notre cas le test classique appliqué à une hypothèse : l'hypothético-déductive. Nous justifierons ainsi le choix de l'approche choisie (approche Qualitative/Quantitative). Nous allons ensuite nous focaliser sur le choix des données en démontrant les différences existantes entre les données primaires et les données secondaires. Finalement, nous allons nous attarder sur la démarche de notre étude empirique dans son ensemble.

### **1.1. La voie du test**

Le test est un processus par lequel un objet théorique est confronté à la réalité. La voie du test se focalise sur processus hypothético-déductif. Selon Lerbert (1993), il est possible de décomposer cette démarche en quatre grandes étapes (cité par Charreire Petit & Durieux, 2007, p.76) :

- Nous déterminons quels sont les concepts qui permettent de répondre à notre question de recherche. Nous mettons ainsi les hypothèses modèles ou théories qui correspondent à notre sujet.
- Au cours d'une première phase, nous observons que les hypothèses, modèles ou théories mobilisés ne rendent pas parfaitement compte de la réalité.

- Nous déterminons de nouveaux modèles, hypothèses ou théories.
- Nous mettons alors en œuvre une phase de test qui va nous permettre de réfuter ou non les hypothèses.

Il est vrai que les outils quantitatifs sont plus fréquemment utilisés pour servir la logique du test, mais rien n'empêche le chercheur de recourir à des dispositifs méthodologiques qualitatifs (exploration) durant sa démarche en parallèle avec l'étape du test. Néanmoins, il importe de rappeler que la distinction entre le qualitatif et le quantitatif est très ambiguë. Cette distinction repose sur une multiplicité de critères. Il ne faut pas confondre les données qualitatives et les données quantitatives avec les données portant le même vocable (Baumard & Ibert, 2007). En effet, le chercheur peut très bien procéder à un traitement statistique (quantitatif) avec des variables nominales.

Le chercheur a intérêt à utiliser la complémentarité des approches qualitatives et quantitatives. Une étude exploratoire menée au travers d'une approche qualitative constitue souvent un préalable à toute étude quantitative afin de délimiter la question de recherche, et formuler les hypothèses. Comme c'est le cas de notre étude, nous avons adopté une « boucle récursive » comportant une abduction, une déduction et une induction dépassant ainsi l'opposition classique entre démarche inductive et démarche hypothético-déductive. Nous avons ainsi utilisé l'analogie dans la partie théorique (chapitre III) pour construire des hypothèses qui seront par la suite testées à travers une démarche hypothético-déductive. Dans ce cas, l'approche qualitative constitue une étape nécessaire pour un bon déroulement de la partie quantitative.

## **1.2. Collecte des données**

Vu la nature du sujet de la présente thèse, nous avons choisi d'opter pour une collecte de données secondaires. Les données secondaires sont des données qui existent déjà.

---

Nous avons à notre disposition pour mener cette étude deux bases de données :

- Base de données SAS OPRISK regroupant l'ensemble des pertes opérationnelles qu'a connu le monde de la finance (description de la base de données dans la section suivante) ;
- Base de données interne appartenant à une banque marocaine.

Ces données font l'objet certes de quelques idées reçues, la plus tenace d'entre elles concerne sans doute leur statut ontologique. Parce qu'elles sont formalisées et publiques, ces données se voient attribuer un statut de « vérité » souvent exagéré. Cependant, nous ne sommes pas concernés par cela puisque la SAS OP RISK est un consortium de données pour les banques : ce sont des données obtenues à partir d'un rassemblement des données internes des banques. L'avantage majeur de cette source de données réside dans sa fiabilité. Le seuil de collecte est beaucoup plus bas que celui des sources publiques. Pour des raisons de confidentialité nous éviterons alors de dévoiler le nom des banques qui ont connu les pertes sauf pour les pertes publiquement médiatisées et qui dépassent généralement le seuil de 1 million de dollars.

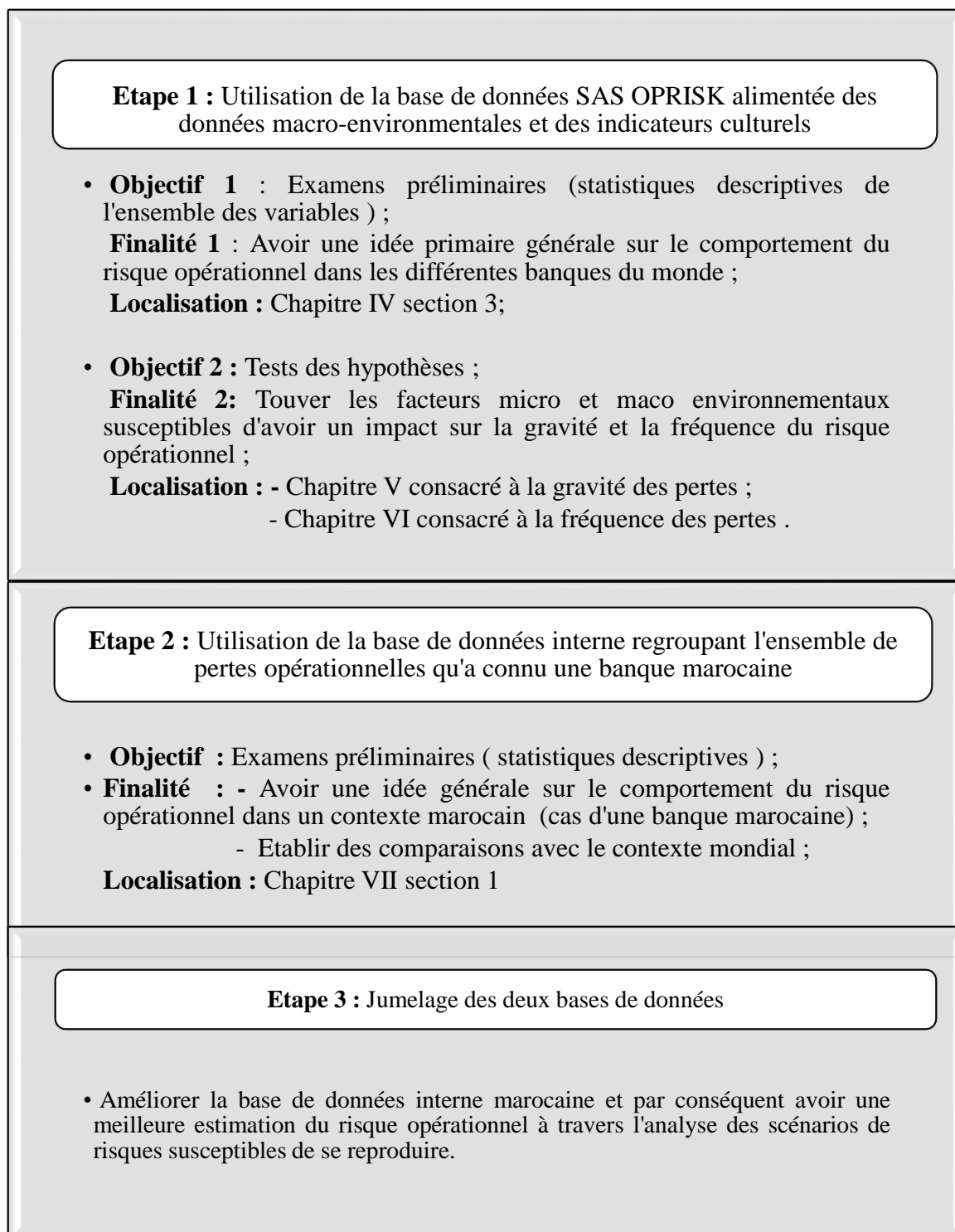
Le format des données peut ne pas correspondre tout à fait au format souhaité par le chercheur, ce qui est notre cas. Nous devons alors les convertir selon nos besoins en changeant leur forme originelle (Baumard et al., 2007). Nous avons donc alimenté cette base de données par des données macroéconomiques à partir des données de la banque mondiale<sup>34</sup>.

### **1.3. Démarche de l'étude empirique**

Nous allons démontrer dans ce point notre démarche empirique en expliquant l'utilisation et la finalité des deux bases de données utilisées dans la présente recherche. Cette démarche peut être résumée en deux grandes étapes qui sont schématisées ainsi :

---

<sup>34</sup> <https://donnees.banquemondiale.org/pays> ;

**Figure 14***Démarche de l'étude empirique*

Le premier objectif de notre étude est d'identifier les facteurs susceptibles d'avoir un impact sur le risque opérationnel en utilisant la base de données SAS OPRISK qui regroupe l'ensemble des pertes opérationnelles sur le plan mondial. Pour ce faire nous allons procéder par une étude descriptive dans un premier lieu puis nous allons effectuer des tests statistiques sur l'ensemble de nos hypothèses. Ceci fera l'objet des deux chapitres V et VI.

Notre deuxième objectif est de voir comment une banque marocaine peut tirer profit de ces informations et en quoi sa connaissance des différents facteurs ayant un impact sur le risque opérationnel peut améliorer son estimation et sa gestion du risque. Nous aurons besoins pour cela d'une base de données en interne. La description de cette base de données se fera cependant dans le chapitre VII.

## **2. Description de la base de données externe : SAS OPERATIONAL RISK DATA**

### **2.1. Les caractéristiques de la base de données SAS**

Une caractéristique unique de cette étude est l'utilisation d'une source de données sur les pertes opérationnelles, nouvellement disponible qui identifie les événements de pertes opérationnelles réels. Notre échantillon est dérivé d'une base de données appelée SAS OpRisk Global Data. En outre, le format des données est conforme aux normes proposées par le Comité de Bâle. La base de données SAS OpRisk Global Data est le plus vaste, le plus complet et le plus précis dépôt d'informations sur les pertes opérationnelles déclarées par les institutions. Cette base de données documente plus de 32 000 événements dans toutes les industries du monde entier, une première sélection a été par conséquent faite pour avoir seulement les pertes opérationnelles provenant des banques, puisque nous ciblons seulement le secteur bancaire, ce qui nous donne 6 523 événements de pertes opérationnelles allant de l'année 1974 à 2016. Cette base de données a été rédigée principalement en anglais (la traduction des composantes de la base de données a été faite dans l'Annexe n°2). Elle comporte une description détaillée de l'événement de pertes.

L'Annexe n°3, résume les trois principaux événements de pertes opérationnelles enregistrés dans notre base de données que nous avons le droit de révéler puisqu'il s'agit de pertes publiques médiatisées.

## **2.2. Le type des données : Pooled Cross-section Data**

Il existe différents types de données, nous pouvons citer les données cross section (ou transversales) et les données chronologiques. Les données de série chronologique se concentrent sur les observations d'un seul individu à différents moments, généralement à des intervalles uniformes, alors que les données transversales se concentrent sur plusieurs variables au même moment.

Les données dans notre étude sont des données Pooled cross section (coupes transversales groupées). Ce type de données est obtenu en collectant des échantillons aléatoires d'une grande population indépendamment les uns des autres à différents moments dans le temps. Contrairement à l'analyse de section transversale typique, qui impose une nature statique aux modèles, une section transversale groupée nous permet d'incorporer un élément de temps dynamique, car les unités transversales sont observées sur deux périodes ou plus. Il fait signaler que ce genre de données est différent des données de Panel. En effet, les données du Panel se réfèrent à des échantillons des mêmes unités transversales observées à plusieurs moments. En règle générale, les sections transversales regroupées (pooled cross section) contiennent beaucoup plus d'observations transversales que le nombre de périodes de temps regroupées. Par conséquent, les modèles ressemblent généralement à une analyse transversale avec d'éventuelles corrections d'hétéroscédasticité, car l'écart de temps entre la collecte d'unités transversales est généralement important (entre un an et plusieurs années), l'autocorrélation et d'autres problèmes de séries chronologiques ont tendance à être ignorés (Pedace, 2013, pp.281-291).

---

Les données Pooled cross section sont collectées indépendamment de chacun, ce qui implique qu'ils n'ont pas besoin d'être de taille égale et ils contiennent généralement différentes unités statistiques à différents moments. Selon Maddala (1971) les données peuvent être analysées comme des données transversales ordinaires, sauf que nous devons utiliser des variables de contrôle (variable indicatrice ou Dummy Year) afin de tenir compte des changements dans la distribution entre différents points dans le temps. Ce type de variable pour chacune des années de l'ensemble des données à l'exclusion d'une seule année qui est généralement la première année puisqu'il faut toujours inclure une variable indicatrice de moins dans le modèle qu'il n'y a de catégories, sinon cela introduira la multi-colinéarité dans le modèle. Il est préférable aussi d'introduire une intersection de chaque variable indicatrice du temps avec l'ensemble des variables explicatives (Pedace, 2013, p.283).

Il importe de rappeler qu'une fois la variable catégorique est transformée en variable indicatrice (Dummy), la variable peut être utilisée dans une analyse de régression comme n'importe quelle autre variable quantitative. En effet les variables nominales, ou les variables décrivant une caractéristique à l'aide de deux catégories ou plus, sont courantes dans la recherche quantitative, mais ne sont pas toujours utilisables sous leur forme catégorique. Une solution de contournement courante pour utiliser ces variables dans une analyse de régression est donc la codification indicatrice. Il faut ajouter que l'analyse de chaque variable indicatrice est comparée au groupe de référence. Le choix de la référence se fait soit en choisissant la catégorie normative ou elle se fait selon la taille de la catégorie, tout dépend de la nature de la variable et du but de la recherche.

### 3. Description et codification des variables explicatives

#### 3.1. Les variables dépendantes

Nous cherchons à expliquer les variables suivantes indépendamment :

- Le logarithme du montant de pertes opérationnelles ;
- La fréquence des pertes ;

**Tableau 6**

*Codification des variables dépendantes*

Variables Dépendantes	Code
Le logarithme du montant total des pertes	LOG(Loss)
La fréquence des pertes	FreqLoss

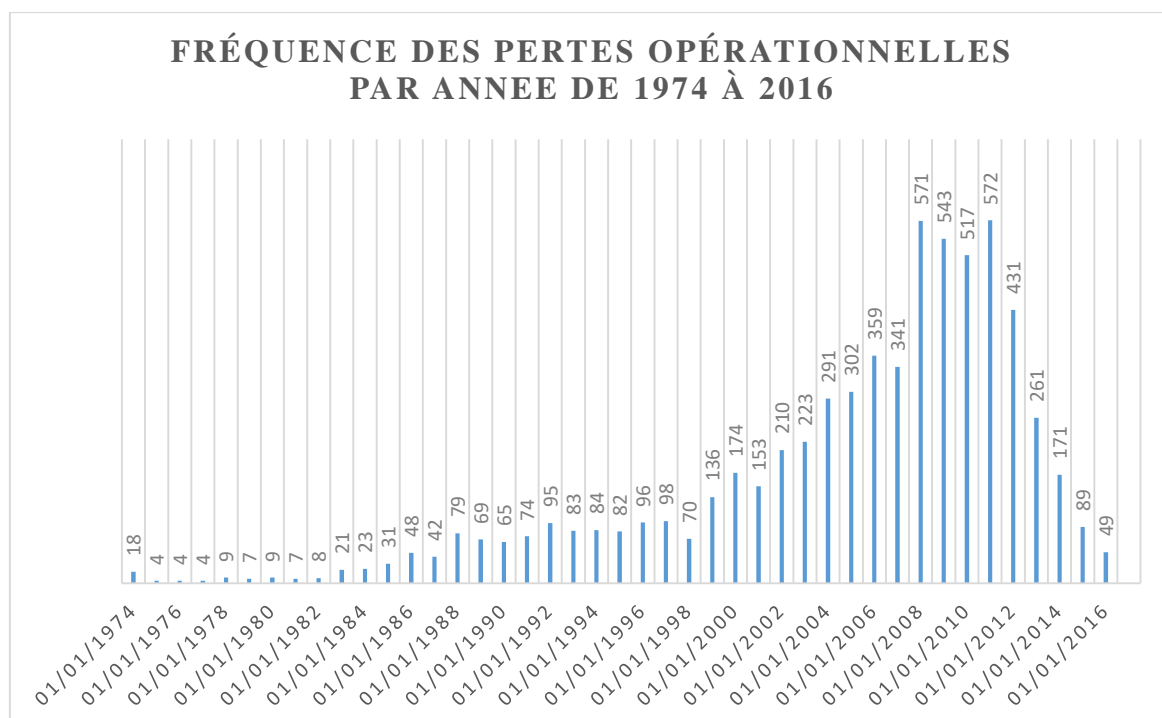
Les statistiques descriptives du tableau de l'Annexe n°4 montrent que la moyenne par événement de perte est évaluée à 56 millions de dollars, avec un écart-type de 559,3 millions de dollars. Le maximum des pertes est de 23 240 millions de dollars alors que le minimum est de 0,1 millions de dollars. Cela veut dire que les montants des pertes varient beaucoup allant des pertes moyennement important aux pertes catastrophiques. Dans la base de données le nombre des pertes existantes s'élève à 6 523 événements et le montant total des pertes est de 365823,0682 M\$. Le coefficient d'asymétrie (Skewness) 26.51398 est positif, cela indique que la distribution est décalée à gauche de la médiane et donc une distribution étalée vers la droite. Le coefficient de Kurtosis qui mesure le degré d'aplatissement de la distribution est positif et supérieur à 3, elle est pointue et donc leptokurtique. Pour mieux comprendre ces pertes nous

avons essayé de tracer deux graphes pour représenter le montant total des pertes et la fréquence des pertes à travers les années allant de 1974 à 2016 à partir du tableau 27 dans l'Annexe n°4.

### 3.1.1. L'évolution de la fréquence des pertes opérationnelles

**Figure 15**

*Graphe de l'évolution de la fréquence des pertes opérationnelles allant de 1974 à 2016 (élaboré à partir d'Excel)*



Le graphe ci-dessus représente l'évolution de la fréquence des pertes opérationnelles allant de 1974 à 2016. Le graphique présente une pente croissante lors des années 1974-2006, cela peut être expliqué par le fait que les pertes opérationnelles sont davantage médiatisées. À la suite de la bulle technologique du début des années 2000, la fréquence des pertes est restée relativement la même jusqu'à leur médiatisation en 2008. Une montée fulgurante de fréquence de pertes opérationnelles se fait voir après cette petite période d'invariabilité. Ainsi, la crise financière a 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. Par la suite, il y a eu une chute de la fréquence des pertes suivant cette période de crise. Le marché a subi quelques réglementations, 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.

### **3.1.2. L'évolution des montants des pertes opérationnelles**

Subséquentement, nous avons un graphique démontrant l'évolution du montant total des pertes opérationnelles (voir le graphe ci-dessous tracé à partir du tableau 27 dans l'annexe 4). Il y a quelques endroits où les montants des pertes sont très élevés relativement aux autres. En effet, le montant maximum qui a été enregistré concerne Unicredito Italiano Group<sup>35</sup>, une institution financière italienne, qui a annoncé qu'une poursuite de 23,24 milliards de dollars (17,35 milliards d'euros) avait été engagée à son encontre par un groupe d'actionnaires minoritaires de la société allemande Bayerische Hypo-Und Vereinsbank AG (HVB). La poursuite visait l'acquisition par Unicredito, en 2005, d'une participation de 88,14 % dans HVB, une transaction évaluée à l'époque à environ 22 milliards de dollars. Les actionnaires minoritaires, qui contrôlaient 1,5 % des actions de HVB lors du dépôt de leur plainte, ont affirmé que les actifs de la banque avaient été considérablement sous-évalués lors de leur cession à Unicredito. Plus précisément, les plaignants ont allégué que Bank Austria-Creditanstalt (BA-CA), filiale de HVB, avait vendu la banque polonaise BPH SA à Unicredito pour 2 B EUR de moins que sa valeur de marché initiale. La participation de HVB dans BA-CA a été vendue à Unicredito pour 12,4 milliards d'euros de moins que sa valeur, selon les actionnaires. En outre, les unités de gestion d'actifs de HVB, Activest et Nordinvest, auraient été sous-vendues à hauteur de 2,6

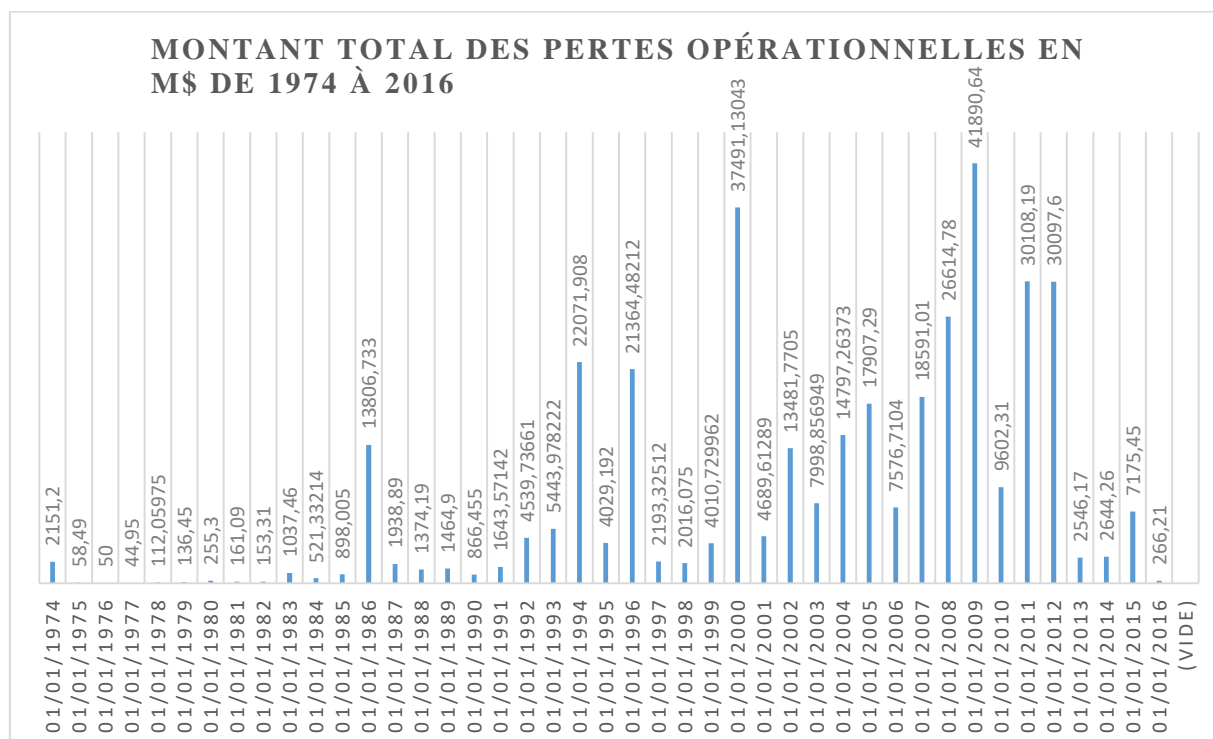
---

<sup>35</sup> La révélation du nom de la banque est autorisée dans ce cas puisqu'il s'agit d'une perte médiatisée ;

milliards d'EUR. La poursuite nommait à la fois Alessandro Profumo, responsable d'Unicredito SpA, et le Dr Wolfgang Sprissler, responsable de HVB, en tant que défendeurs. Les actionnaires minoritaires de HVB ont affirmé que, bien que la banque ait conservé son statut d'entité indépendante dans la transaction, ses organes de direction et de surveillance avaient manqué à leur obligation de bloquer les transactions non accompagnées d'une compensation adéquate. Selon le procès, les dirigeants de HVB ont cédé aux pressions d'Unicredito et ont cédé les actifs de la banque pour un montant inférieur à leur valeur. Il est important d'ajouter que cette perte opérationnelle concerne la ligne d'affaire banque commerciale, et le type de risque qui concerne cet événement est : clients produits et pratiques commerciales.

**Figure 16**

*Évolution des montants des pertes opérationnelles ; (élaboré sur Excel)*



## 3.2. Les variables explicatives

### 3.2.1. Les variables spécifiques à la banque

#### 3.2.1.1. La taille

Notre base de données dispose des variables caractérisant la taille de la banque, telles que le total des actifs, le nombre d'employées, le produit net bancaire, le total des revenus et le total des capitaux propres ;

**Tableau 7**

*Variables représentant la taille de la Banque.*

<b>Indicateurs</b>	<b>Appellation selon SAS</b>	<b>Définitions</b>
Le total des Actifs	Assets	Les avoirs, ce que possède l'entreprise, le patrimoine
Le total des revenus	Revenue	Les revenus proviennent de la vente des produits et des services, avant la déduction des impôts et des dépenses
Nombre d'employés	Number of Employees	
Produit Bancaire Net	Net Income	L'activité d'une banque se mesure par l'intermédiaire du (PNB) qui peut être définie comme la différence entre les produits et les charges d'exploitation bancaires nés de toutes leurs activités de financement de l'économie. Ses deux composantes principales sont la marge d'intermédiation et les commissions. La marge d'intermédiation est définie comme le résultat des banques sur leur activité de prêt tandis que les commissions sont les revenus que la banque tire en matière de conseils et d'opérations diverses à ses clients. Le produit net bancaire (PNB) désigne la valeur ajoutée créée par l'activité de la banque. Si le produit net bancaire est positif, la solidité de l'activité bancaire de la banque concernée est alors confirmée ;

<b>Indicateurs</b>	<b>Appellation selon SAS</b>	<b>Définitions</b>
Les capitaux propres	Shareholders Equity	les ressources financières que possède l'entreprise (hors dette) ;

Voici des statistiques descriptives des variables représentant la taille de la banque, que nous venons de détaillés ci-dessus :

**Tableau 8**

*Statistiques descriptives des variables représentant la taille de la banque*

	<b>Total des actifs</b>	<b>Nb d'employés</b>	<b>PNB</b>	<b>Total des Revenus</b>	<b>Capitaux propres</b>
Mean	448951.8	62346.75	2087.723	23466.72	28302.09
Median	80578.83	18090.00	353.3800	4948.700	5594.200
Maximum	3783173.	512000.0	24589.00	193517.0	617646.8
Minimum	0.000000	0.000000	-99289.00	-1158.500	-17311.00
Std. Dev.	714088.6	91962.57	5376.678	36666.08	49499.59
Skewness	1.856915	1.742944	-2.461450	1.873832	2.617832
Kurtosis	5.692412	5.202490	59.15462	5.697405	12.25812
Jarque-Bera	4949.165	3999.102	747392.4	5014.873	26607.92
Probability	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Sum	2.53E+09	3.52E+08	11785196	1.32E+08	1.60E+08
Sum Sq. Dev.	2.88E+15	4.77E+13	1.63E+11	7.59E+12	1.38E+13
Nombre d'événements ayant l'information	6033	5859	5944	5908	5890

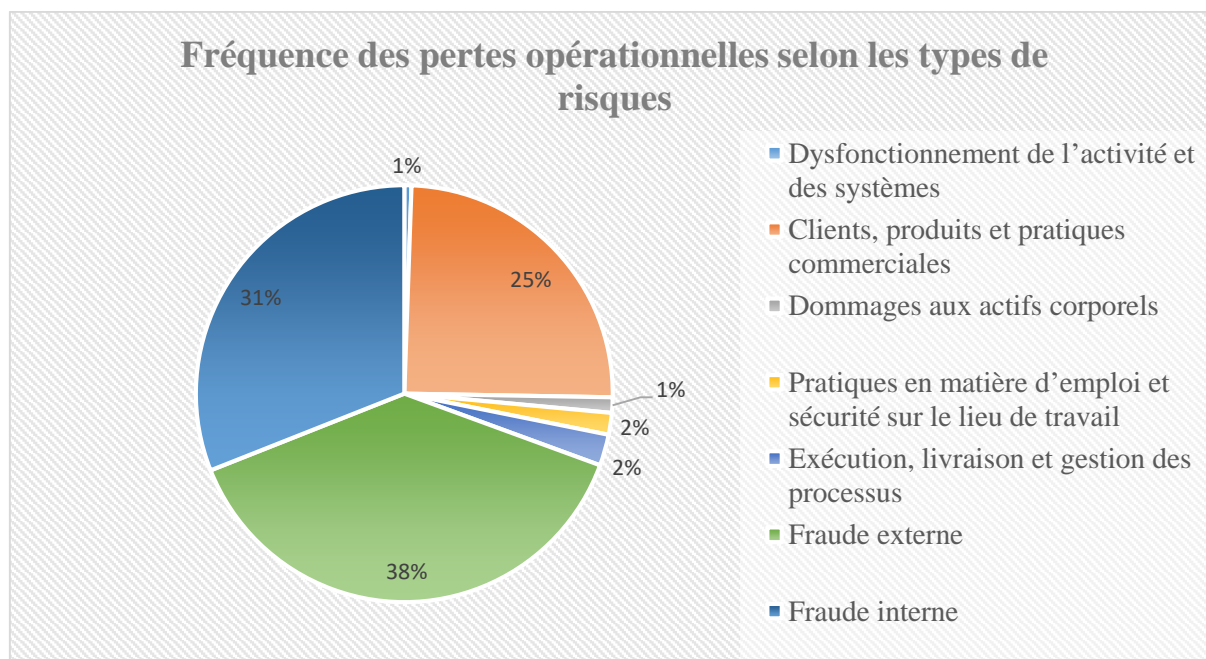
Nous remarquons que la variable Total Actifs est la variable qui représente le plus d'information avec 6 033 événements sur un total de 6 523 pertes. Cependant, nous devons vérifier si ces variables sont corrélées entre elles, parce que si c'est le cas le choix d'une variable d'entre elle sera suffisant pour capter l'effet de la taille sur la sévérité et la fréquence des pertes opérationnelles (Chapitre V et chapitre VI).

### 3.2.1.2. Les types de risques

- Fréquence des pertes

**Figure 17**

Diagramme en secteurs représentant la répartition des fréquences des pertes opérationnelles selon la catégorie du risque ;

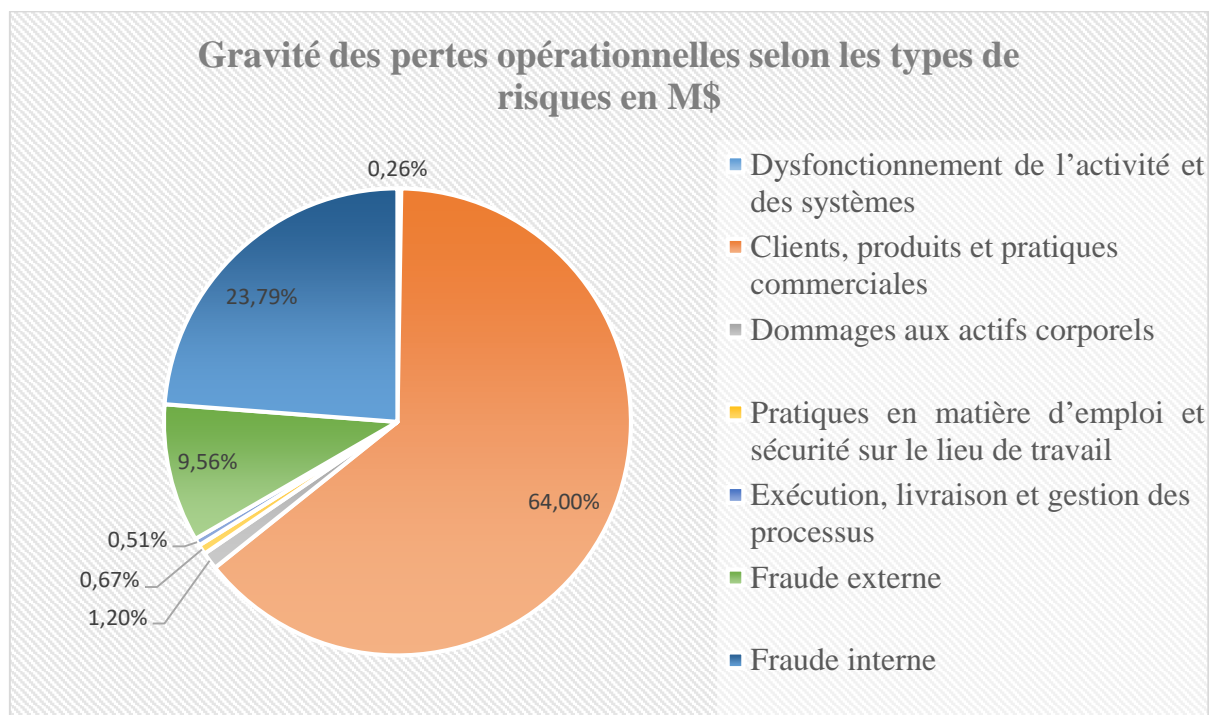


Nous pouvons remarquer, selon le graphe ci-dessus élaboré à partir d'Excel (Annexe n°4), que la catégorie « Fraude externe », « Fraude interne » ainsi que « Clients, produits et pratiques commerciales » occupent respectivement 38 %, 31 % et 25 % du nombre des pertes opérationnelles. Toutefois, les autres types de risques présentent une part extrêmement faible en matière de fréquence du risque opérationnel (1 % des pertes sont de type *Dysfonctionnement de l'activité et des systèmes*, 1 % des pertes sont de types *Dommages aux actifs corporels*, 2 % des pertes sont de type *Exécution livraison et gestion des processus* et enfin 2 % des pertes sont de types *Pratiques en matière d'emploi et sécurité sur le lieu de travail*). De ce fait, nous pouvons supposer que les fraudes ainsi que le risque « client, produits et pratiques commerciales » influencent la fréquence des pertes opérationnelles.

- *Gravité des pertes*

**Figure 18**

*Diagramme en secteurs représentant la répartition des montants des pertes opérationnelles selon la catégorie du risque*



Selon le diagramme circulaire ci-dessus, nous remarquons que la catégorie *Client, produits et pratiques commerciale* occupe une très grande proportion de l'échantillon, soit près de 64 % de l'ensemble des montants des pertes opérationnelles appartiennent à cette catégorie de risque. En deuxième position, nous trouvons la catégorie *Fraude interne* avec un pourcentage d'environ 24 % de l'ensemble de pertes. 9,56 % des pertes sont de types *Fraude externe*. Néanmoins, les autres types de risque ne sont pas assez représentatifs dans notre échantillon.

Nous remarquons certains types, comme les *Fraudes externes*, sont à haute fréquence et à sévérité relativement faible. Le tableau 30 de l'annexe 4, montre que la moyenne des pertes

pour le type *Clients, produits et pratiques commerciales* est la plus élevée (145,15 M\$) alors qu'elle est la plus faible pour *Exécution, livraison et gestion des processus* (11,79 M\$).

Les Résultats des études LDCE et QIS-4 montrent une énorme différence par rapport à notre répartition. En effet selon cette étude, faite sur 177 événements de type risque opérationnelle (comme il a été détaillé dans la partie théorique), 49 % des pertes sont de type *Gestion exécution* (qui correspond à *Exécution Livraison et gestion des processus* selon notre classification), 31% sont des pertes de types *Clients, produits et pratiques commerciales*, alors que juste 7 % sont des *Fraudes externes* et 3% sont des *Fraudes internes*. Cet écart peut être expliqué par la période de collecte qui couvre 4 années de pertes (de 2000 à 2004) alors que notre base de données couvre 42 années.

Nos résultats par contre sont assez similaires aux résultats de l'étude menée par Dahen (2006) où elle démontre que les fraudes aussi bien internes qu'externes occupent une grande partie de pertes au côté du type client produits et pratiques commerciales. L'introduction de variables dichotomiques captant cet aspect des types de risque, peut être pertinente dans l'explication de la variabilité des montants et de la fréquence des pertes. Ainsi, 7 variables capteront l'effet type de risque dans notre modèle (Classification proposée par Bâle II).

### Tableau 9

#### *Codage des différents types de risques*

Types de risques	Appellation originale dans la base de données (en anglais)	Code
Fraude interne ;	Internal Fraud ;	<b>TR IF</b>
Fraude externe ;	External Fraud ;	<b>TR EF</b>
Pratiques en matière d'emploi et sécurité sur le lieu de travail ;	Employment Practices and Workplace Safety ;	<b>TR EPWS</b>

<b>Types de risques</b>	<b>Appellation originale dans la base de données (en anglais)</b>	<b>Code</b>
Clients, produits et pratiques commerciales ;	Clients, Products and Business Practices ;	<b>TR CPBP</b>
Dommages aux actifs corporels ;	Damage to Physical Assets ;	<b>TR DPA</b>
Dysfonctionnement de l'activité et des systèmes ;	Business Disruption and System failures ;	<b>TR BDSF</b>
Exécution, livraison et gestion des processus ;	Execution, Delivery & Process Management ;	<b>TR EDPM</b>

### *3.2.1.3. Les lignes d'affaires*

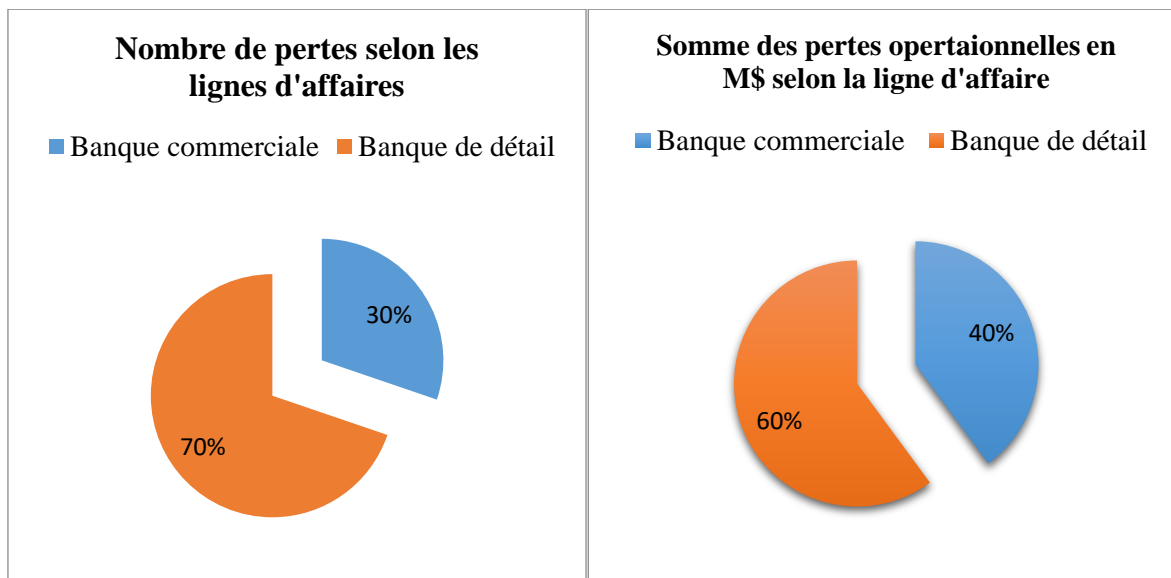
**Tableau 10**

*Codage de la variable ligne d'affaire*

<b>Lignes d'affaires</b>	<b>Appellation dans la base de données (en anglais)</b>	<b>Sous-types de ligne d'affaires</b>	<b>Code</b>
Banque commerciale	Business line commercial banking ;	Financement de projets immobiliers, financement export, commerce international, effets de commerce, leasing, factoring ;	<b>BLCB</b>
Banque de détail	Business line retail banking ;	Dépôts, prêts, cartes bancaires, services bancaires, conseils financiers, banque privée, gestion de fortune, garanties ;	<b>BLRB</b>

**Figure 19**

*Diagramme en camembert représentant la somme et la fréquence des pertes selon les lignes d'affaires*



D'après les diagrammes et les statistiques présentées dans le tableau de l'Annexe 4, nous remarquons que 70 % du nombre des pertes et 60 % de la somme des pertes sont attribués à la ligne d'affaires Banque de détail. Toutefois la moyenne des pertes est beaucoup plus élevée dans la ligne d'affaires Banque commerciale par rapport à l'autre unité (74,025 M\$). Nous nous attendons à ce que la nature de la ligne d'affaires ait un impact sur la sévérité et la fréquence des pertes opérationnelles. Ainsi, des variables dichotomiques pour chaque ligne d'affaires capteront l'effet que la nature de la ligne d'affaires a sur la sévérité et la fréquence des pertes. La variable BLRB est donc une variable binaire qui prend 1 si la perte de la banque X a eu lieu dans la ligne de métier Banque de détail, 0 si non alors que la variable BLCB est une variable binaire qui prend 1 si la perte de la banque X a eu lieu dans la ligne de métier Banque commercial, 0 si non.

### 3.2.2. Les variables liées à l'environnement où la banque opère

#### 3.2.2.1. Le lieu géographique

La décision de considérer un pays seul ou en tant que groupe de pays dépend du nombre d'événements de pertes opérationnelles signalé pour chaque pays. En règle générale, un pays est considéré seul s'il a un record d'au moins 75 événements.

Il nous semble important d'incorporer la variable *lieu géographique* pour capter l'impact du lieu sur la gravité et la fréquence des pertes opérationnelles. Cette variable va capter les effets qui ne seront pas ainsi captés par les autres facteurs macro-environnementaux. Nous nous attendons à ce que cette variable soit liée aux montants et au nombre des pertes. Nous avons procédé tout par une classification selon les continents pour avoir une idée générale sur la région la plus risquée en matière de risque opérationnel.

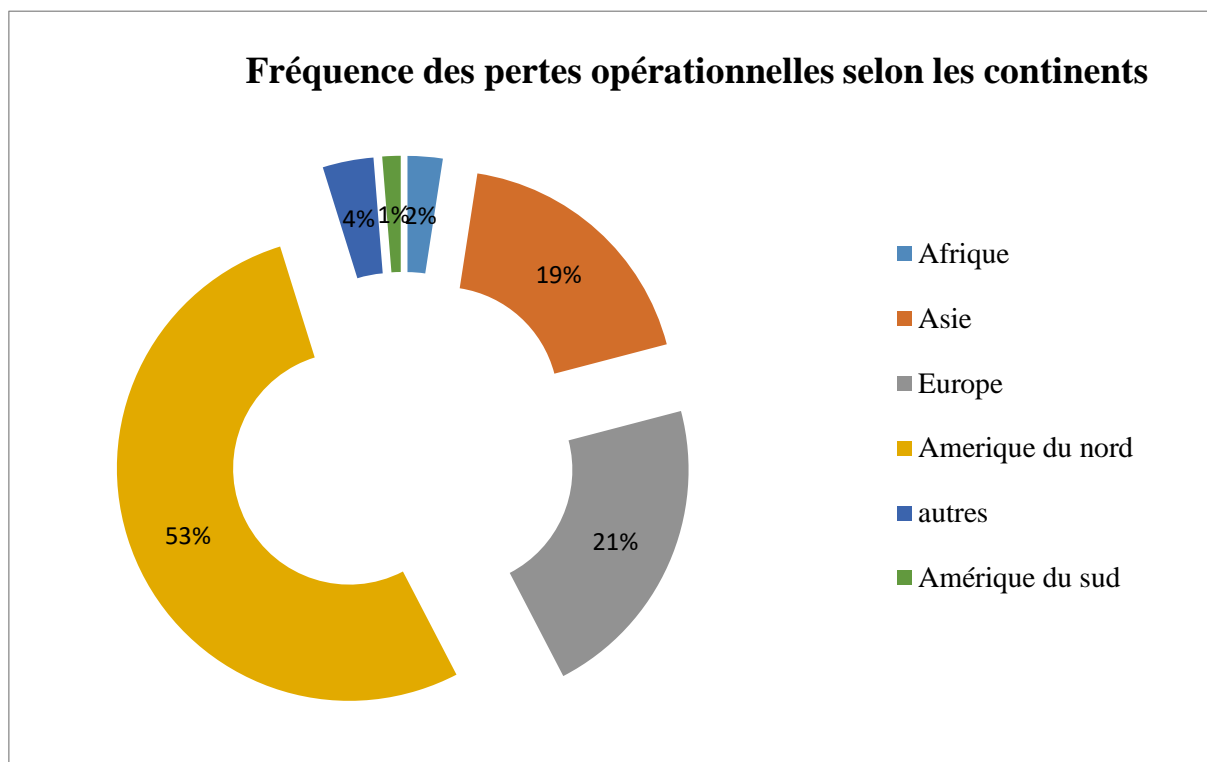
**Tableau 11**

*Codification de la variable lieu*

Lieu	Appellation dans la base de données	Code
Europe	EUROPE	EU
Afrique	AFRICA	AF
Asie	ASIA	AS
Amérique du Nord	NORTH AMERICA	NA
Amérique du Sud	SOUTH AMERICA	SA
Autres	OTHER (Australie, nouvelle Zélande, îles)	OTHER

**Figure 20**

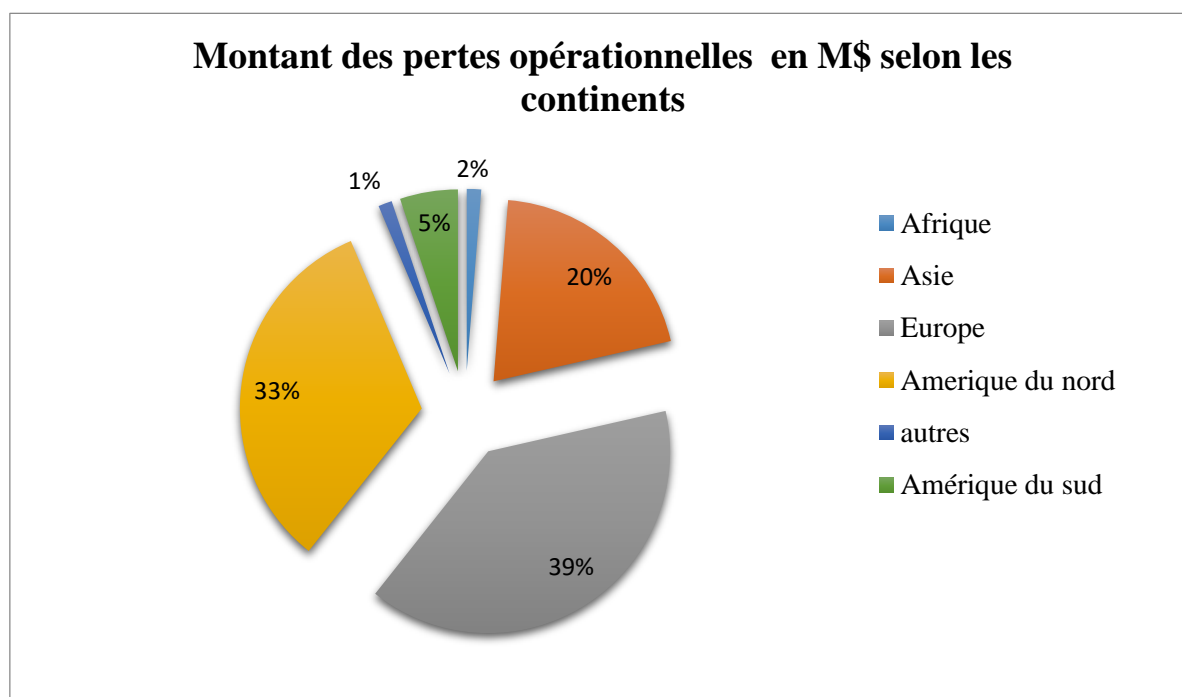
*Graphique en Anneau représentant la fréquence des pertes opérationnelles selon les continents*



L'Anneau ci-dessus nous montre que le continent qui connaît une fréquence des pertes opérationnelles très élevées est l'Amérique du Nord avec 53 % suivie par l'Europe avec 21 %. Ceci peut être expliqué par la possibilité de l'existence d'une grande concentration des banques localisées en Amérique du Nord ou encore en Europe par rapport aux autres pays du monde ce qui les rends plus susceptibles de connaître des événements de type risque opérationnel. En contrepartie, nous remarquons que la fréquence des pertes est très faible en ce qui concerne l'Afrique, et l'Amérique du Sud et Autres cela peut être causé par le manque de données dans ces régions.

**Figure 21**

Graphique en Anneau représentant la gravité des pertes opérationnelles selon les continents



En ce qui concerne le montant des pertes opérationnelles, nous remarquons que la gravité des pertes est la plus élevée en Europe avec un pourcentage de 39 %. L'Amérique du Nord vient en deuxième position avec 33 %. L'Asie connaît aussi des pertes opérationnelles assez importantes (20 %). Ce constat nous permet de supposer qu'à priori l'environnement *Nord-Américain* est le plus risqué en termes de fréquence des pertes opérationnelles alors qu'en matière de gravité l'environnement *Européen* est plus risqué. Ce constat peut se justifier par l'impact que peut causer d'autres éléments comme la situation politique du pays ou encore le système juridique adopté, pour ne citer que ces exemples.

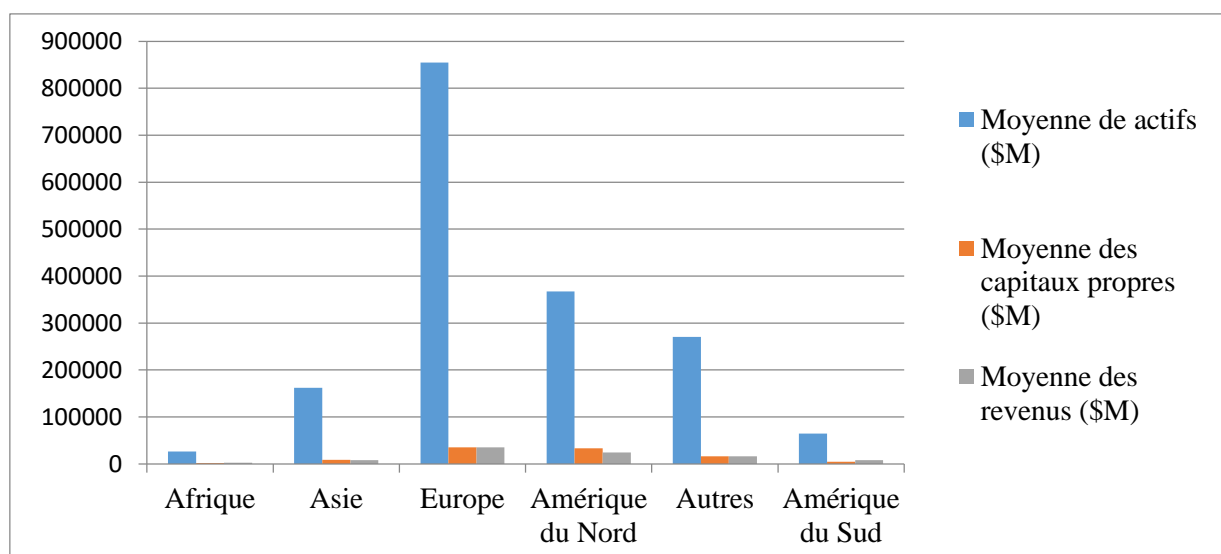
Selon les tableaux 35 et 36 dans l'Annexe 4 qui présentent les statistiques des pertes en fonction du lieu nous remarquons que la moyenne des pertes opérationnelles diffère aussi selon le lieu d'occurrence de la perte. La moyenne des pertes la plus élevée est enregistrée en Amérique du Sud avec une moyenne qui s'élève à 227,173 M\$. En deuxième position, nous retrouvons

l'Europe avec une moyenne de pertes de 102,606 M\$. En prenant en considération la moyenne des pertes, l'environnement *Amérique du Sud* est donc le plus risqué et l'environnement *Autres* le moins risqué.

Dans le but de mieux cerner le lien existant entre la taille de la banque et lieu de l'occurrence de la perte, nous avons présenté un tableau regroupant les statistiques des variables de la taille (total des actifs, total des revenus, produit net bancaire, capitaux propres et le nombre d'employés) en fonction du lieu.

### Figure 22

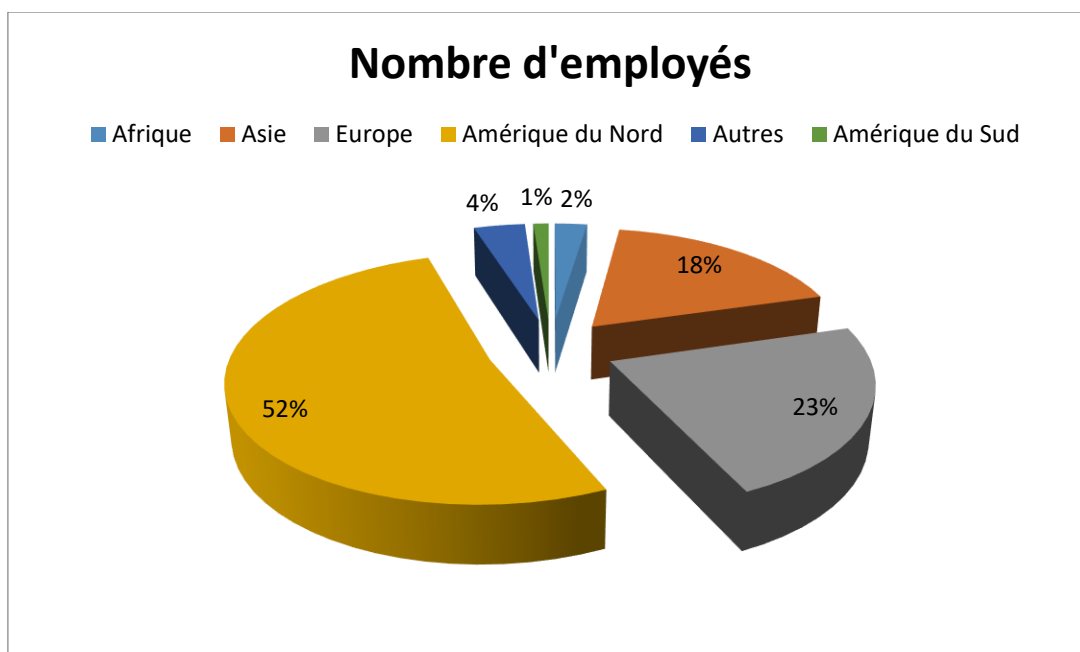
*Graphe représentant les actifs totaux, les capitaux propres et les revenus en fonction du lieu de l'événement*



Nous remarquons selon le graphe ci-dessus que le total des actifs moyen des banques en Europe est plus élevé suivi de l'Amérique du Nord puis l'environnement *Autres*. Le même constat est valable pour la moyenne des capitaux propres et la moyenne des revenus.

**Figure 23**

*Diagramme représentant le nombre d'employés dans banques en fonction du lieu de l'événement*



La banque est principalement une organisation composée de facteurs humains. Nous pourrions ne l'aborder que sous un angle économique, mais ce serait insuffisant, car étant donné le rôle crucial de l'homme dans son fonctionnement, une approche sociale devient alors primordiale. Le nombre d'employés est une variable qui représente la taille de la banque comme elle peut capturer l'impact du facteur social sur le montant et la gravité des pertes opérationnelles. Selon le diagramme, le nombre d'employés est le plus élevé en Amérique du Nord (3 040 employés) et en Europe (1 328 employés). Il faut rappeler que ces lieux représentent les environnements les plus risqués aussi bien en termes de montant total que la fréquence des pertes opérationnelles. Ainsi, il peut y avoir un lien entre le nombre d'employés et le lieu de l'occurrence des pertes.

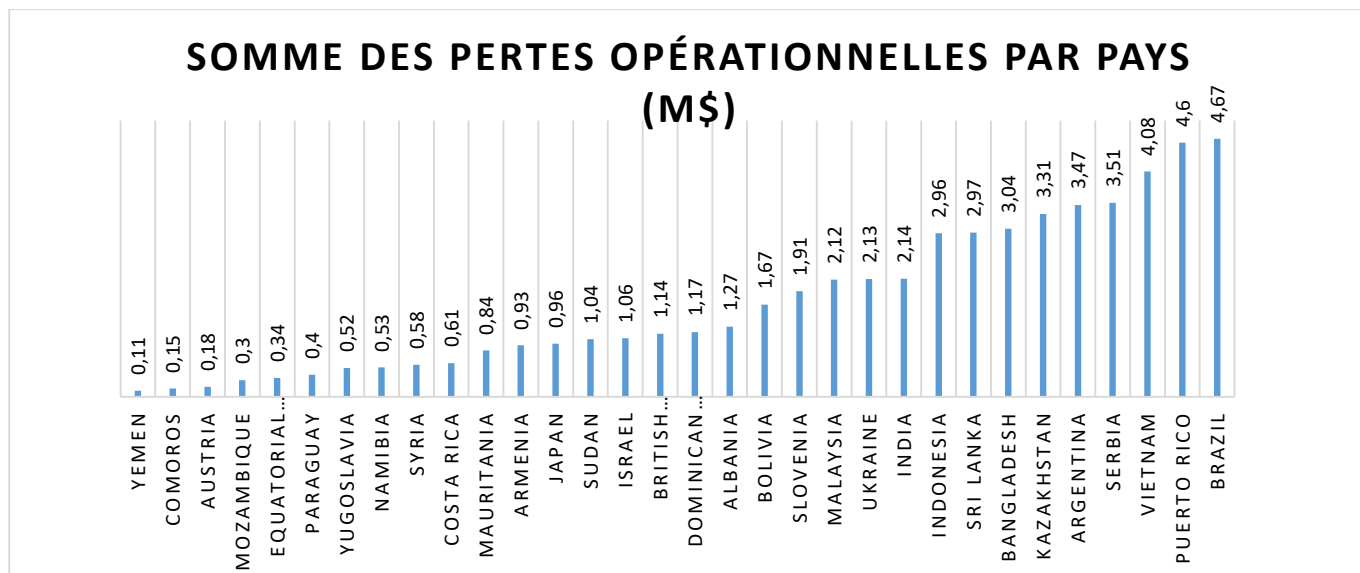
Des variables dichotomiques pour chaque lieu géographique capteront l'effet que ces variables ont sur la sévérité et la fréquence des pertes, et cela, de la manière suivante :

- **EU** : variable binaire qui prend la valeur 1 si la perte de la banque X a eu lieu en EUROPE, 0 si non ;
- **AF** : variable binaire qui prend la valeur 1 si la perte de la banque X a eu lieu en AFRIQUE, 0 si non ;
- **AS** : variable binaire qui prend la valeur 1 si la perte de la banque X a eu lieu en ASIE, 0 si non ;
- **USA** : variable binaire qui prend la valeur 1 si la perte de la banque X a eu lieu en Etats Unis, 0 si non ;
- **Canada** : variable binaire qui prend la valeur 1 si la perte de la banque X a eu lieu au Canada, 0 si non ;
- **SA** : variable binaire qui prend la valeur 1 si la perte de la banque X a eu lieu en AMERIQUE DU SUD, 0 si non ;
- **OTHER** : variable binaire qui prend la valeur 1 si la perte de la banque X a eu lieu en AUTRE, 0 si non ;
- **MENA** : variable binaire qui prend la valeur 1 si la perte de la banque X a eu lieu dans la région MENA, 0 si non ;
- **East-Eu** : variable binaire qui prend la valeur 1 si la perte de la banque X a eu lieu dans la région East-EU, 0 si non.

Les quatre figures ci-dessus représentant la gravité des pertes (la variable dépendante dans notre modèle au côté de la fréquence des pertes) pour les 129 pays de notre échantillon, collectés à partir de l'année 1974 jusqu'à l'année 2016, ont été divisés en quatre quartiles vu le nombre élevé des pays. Le premier graphe représente les pays qui ont connu des pertes très faibles allant de 0,11 M \$ à 4,67M \$.

**Figure 24**

Graphe représentant la gravité des pertes opérationnelles allant de 0,11M\$ à 4,67M\$ selon les pays (1974 à 2016)

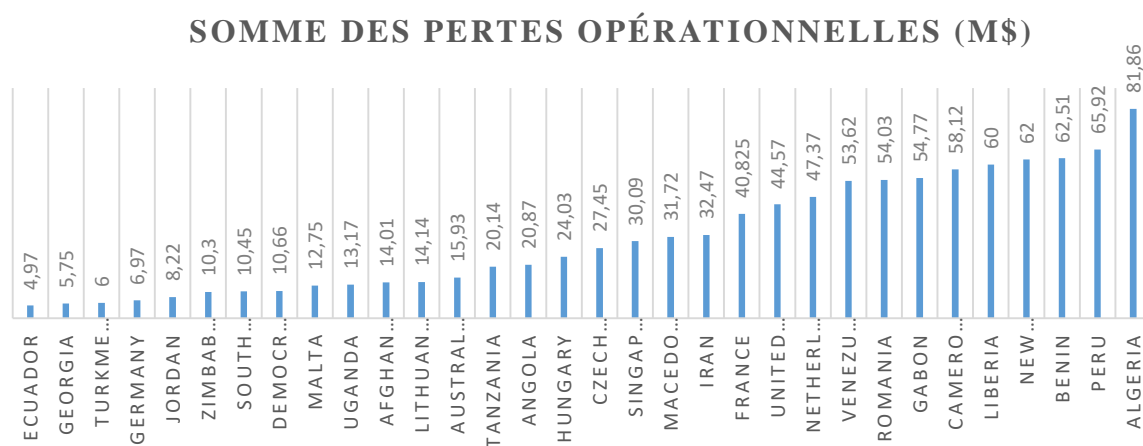


Le pays qui a connu le moins de pertes en termes de gravité durant ces années est le Yémen avec une somme de 0,11M\$. En termes de fréquence<sup>36</sup> plusieurs pays ont connu une seule perte durant ces années comme les îles Comores, la Syrie, la Mauritanie, l'Arménie, le Soudan ; l'Albanie, la Bolivie, l'Équateur, la Jordanie, la République du Congo, Malte, le Libéria, le Pérou, l'Éthiopie, les îles Fiji, La bande de Gaza, la Côte d'Ivoire, Cuba, le Bahreïn, le Vatican, les Antilles, le Botswana.

<sup>36</sup> Nous avons choisi d'illustrer seulement les graphes concernant la gravité des pertes vu le nombre des pays de l'échantillon qui s'élève à 129 pays. La fréquence ainsi que la moyenne des pertes seront détaillées dans un tableau figurant dans l'Annexe n°4.

**Figure 25**

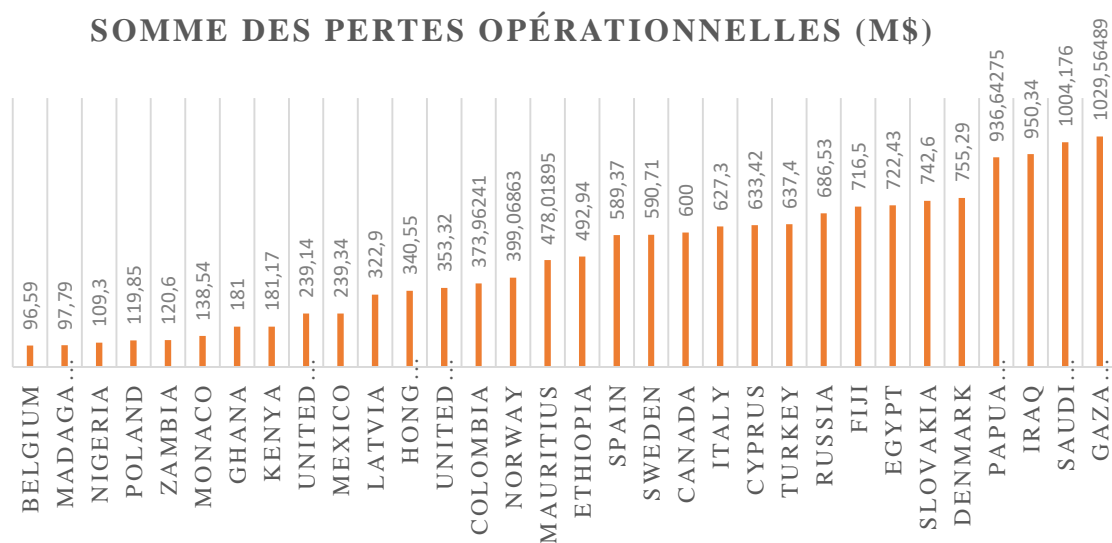
Graphe représentant la gravité des pertes opérationnelles allant de 4,97 M\$ à 81 M\$ selon les pays (1974 à 2016)



Les deux derniers graphes par contre, comprennent des pertes élevés (3eme graphe allant de 96,59M\$ à 1029,56489M\$ et le 4eme graphe concerne les pertes de 1036,2M\$ à 136991,5549M\$).

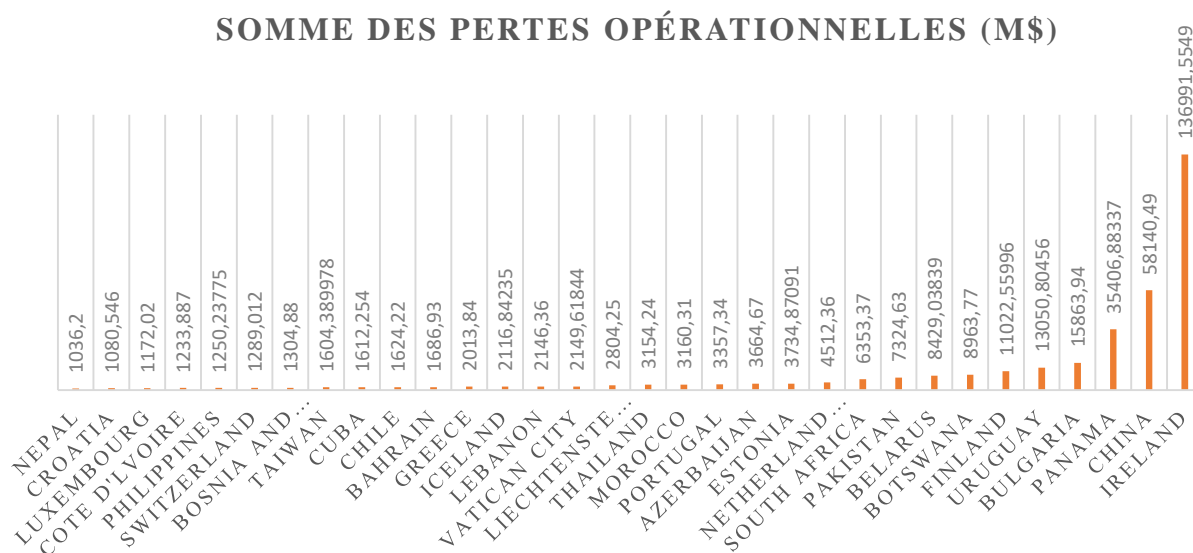
**Figure 26**

Graphe représentant la gravité des RO allant de 96,59M\$ à 1029,564 M\$ selon les pays (1974 à 2016).



**Figure 27**

Graphe représentant la gravité des pertes opérationnelles allant de 1036,2 M\$ à 136991,5549 M\$ selon les pays (1974 à 2016)



Selon le graphe, le Maroc est un pays qui appartient à la dernière catégorie, c'est-à-dire la catégorie des pays qui connaissent un montant de pertes très importants, avec une moyenne de pertes qui s'élève à 1580 M\$ bien que le nombre de pertes ne s'élève qu'à deux pertes allant de 1974 à 2016.

### 3.2.2.2. Le système juridique comme indicateur du risque opérationnel

Il est également plausible de suggérer que le risque opérationnel existe avec différents profils dans différents pays, en partie à cause des différences entre les systèmes juridiques. Les différences entre les systèmes juridiques auront probablement des conséquences sur les différences de risque opérationnel entre pays. Le lien peut être direct dans la mesure où le système judiciaire dissuade les infractions et les comportements criminels, notamment la corruption, la falsification, la fraude, les délits d'initiés, le piratage informatique, la

---

discrimination et bien d'autres qui relèvent des différentes catégories de pertes opérationnelles. Le lien peut être indirect en ce sens que le système juridique a des implications pour la gouvernance d'entreprise, ce qui en retour a des implications pour le contrôle interne et la gestion des risques opérationnels. Cependant, nous devons garder à l'esprit, une fois encore, que l'important n'est pas seulement le système juridique, mais également l'ampleur de l'application des lois.

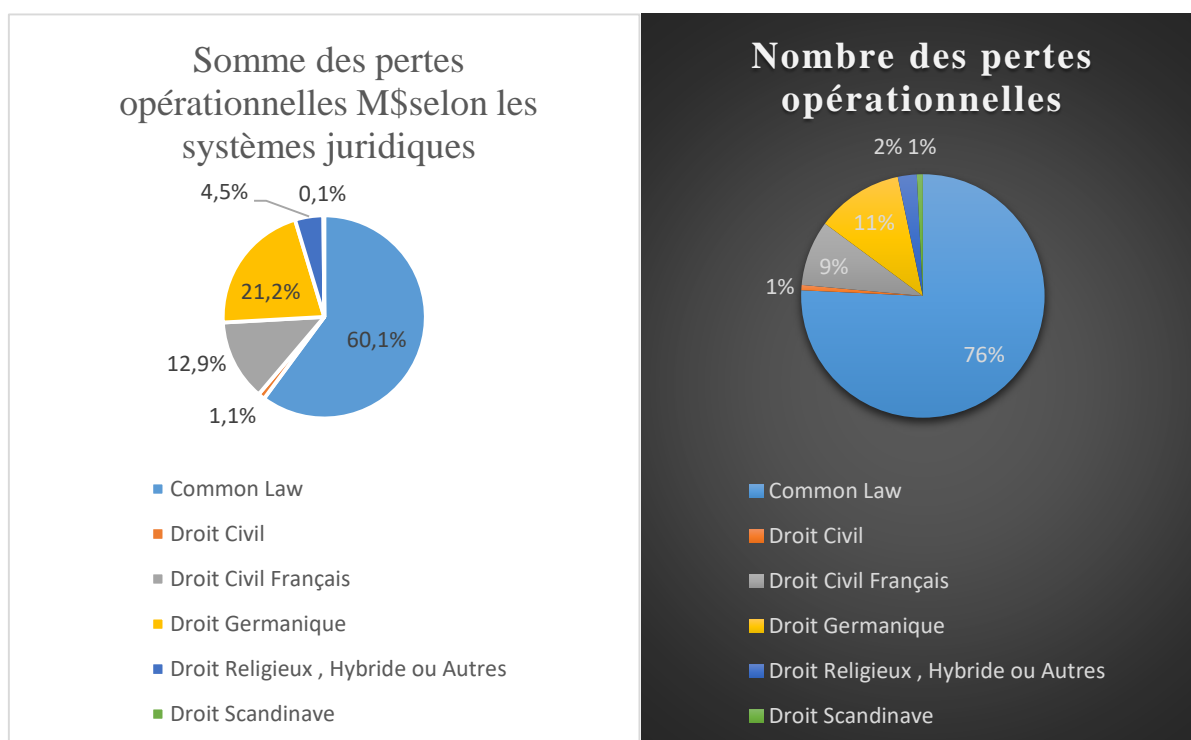
Les juristes comparés s'accordent à dire que même si les lois de deux pays ne sont pas exactement identiques, certains systèmes juridiques nationaux sont suffisamment similaires à certains égards critiques pour permettre la classification des systèmes juridiques nationaux en grandes familles de lois. Bien qu'il n'y ait pas unanimité parmi les spécialistes du droit sur la définition des familles juridiques. Pour classer les pays en familles légales, nous nous appuyons principalement sur Reynolds & Flores (1989). Dans la plupart des cas, une telle classification est sans controverse. Dans quelques cas, alors que l'origine fondamentale des lois est claire, les lois ont été modifiées au fil du temps pour intégrer les influences d'autres familles. Par exemple, l'Équateur, un pays de droit civil français, a révisé son droit des sociétés en 1977 pour y intégrer certaines règles de Common Law ; Les premières lois thaïlandaises reposaient sur le droit commun, mais ont depuis reçu une énorme influence française ; et l'Italie est un pays de droit civil français avec une influence allemande. Après la Seconde Guerre mondiale, l'armée américaine d'occupation a « américanisé » certaines lois japonaises, en particulier dans le domaine du droit des sociétés, bien que leur structure de base du droit civil allemand soit restée. Dans ces cas et dans plusieurs autres, nous classons un pays sur la base de l'origine des lois initiales qu'il a adoptées plutôt que sur les révisions.

Les variables qui ne peuvent pas être identifiées de manière explicite, mais sont susceptibles de causer des différences d'un pays à l'autre en termes de gravité des pertes opérationnelles sont

capturées par les variables nominales, le système juridique (SJ). (Annexe n°4, classification des pays selon le système juridique).

**Figure 28**

*Somme et nombre des pertes opérationnelles selon l'appartenance à un système juridique*



La majorité des pertes ont été observées dans des pays ayant un système juridique de la famille du Common Law anglais dans la deuxième position nous trouvons le système juridique français et en troisième position le droit germanique.

### 3.2.2.3. Les variables macroéconomiques

Nous avons alimenté notre base de données des variables macro-économiques à partir des données de la banque mondiale.<sup>37</sup>

<sup>37</sup> <https://www.banquemondiale.org/> ;

---

Notre choix s'est porté sur les trois indicateurs suivant :

- CPI ajusté : l'indice des prix à la consommation (IPC) est une mesure de la variation des prix des biens et services achetés par les consommateurs urbains. L'ajustement saisonnier supprime les effets des influences saisonnières récurrentes de nombreuses séries économiques, y compris les prix à la consommation. Le processus d'ajustement quantifie les tendances saisonnières et les exclut de la série pour permettre l'analyse des mouvements de prix non-saisonniers. L'évolution des conditions climatiques, des cycles de production, des changements de modèles, des vacances et des ventes peuvent entraîner des variations saisonnières des prix ;
- Le taux de chômage (Source : la banque mondiale) ;
- PIB (Source : la banque mondiale) ;

#### ***3.2.2.4. Les indicateurs de gouvernance***

Outre les coutumes légales et les facteurs macroéconomiques, nous examinons également des indicateurs liés à la gouvernance pour mesurer l'impact de cette dernière des entreprises sur les pertes opérationnelles. Les variables suivantes se sont inspirées de l'étude effectuée par La Porta et al. (2006) et de Moosa et al (2015). Les indicateurs<sup>38</sup> sont les suivants avec leurs codifications (voir Chapitre III section 2.3 pour la définition de chaque indicateur) ;

- Voix et responsabilité (Militaire en politique, Responsabilité démocratique) : Voice and Accountability ;
- Stabilité politique et absence de violence (La stabilité du gouvernement, Conflit interne, Conflit externe, Tensions ethniques) : Pol. Sta. ;
- Efficacité du gouvernement (Qualité bureaucratique) : Gouv. Ef. ;

---

<sup>38</sup> Source : [www.databank.banquemondiale.org](http://www.databank.banquemondiale.org) ;

- Qualité réglementaire (Profil d'investissement) : Reg. Qual ;
- Règle de loi (La loi et l'ordre) : Rule Law ;
- Contrôle de la corruption (la corruption) : Control of Corruption.

Il importe de rappeler que ces indicateurs ne sont disponibles qu'à partir de 1996 (Source : la banque mondiale). Nous allons donc éliminer de notre base de données externe les événements ayant lieu avant 1996, pour construire une base de données sans observations manquantes.

### *3.2.2.5. Les facteurs culturels*

Les indicateurs culturels qui ont été choisis pour cette étude sont les indicateurs développés par Hofstede (2001) comme il a été détaillé dans le chapitre III section 3 sur les facteurs culturels comme déterminants du risque opérationnel. Selon l'auteur, les valeurs qui distinguaient les pays les uns des autres pourraient être regroupées statistiquement en six groupes qui sont : Distance de puissance, individualisme contre collectivisme, masculinité contre féminité, Évitement de l'incertitude, orientation à long terme et indulgence.

- Power Distance ou distance de puissance : certains pays présentant un degré élevé de distance par rapport au pouvoir sont la Malaisie, le Guatemala et le Panama. À l'opposé, nous trouvons l'Autriche, Israël et le Danemark.
- Individualisme : les pays les plus individualistes sont les États-Unis, l'Australie et le Royaume-Uni et les pays les plus collectivistes seraient le Guatemala, l'Equateur et le Panama.
- Masculinité : les pays présentant le plus de masculinité sont le Japon, la Hongrie et l'Autriche ; et ceux avec plus de féminité sont la Suède, la Norvège et la Hollande.
- Évitement de l'incertitude : les pays qui évitent le plus l'incertitude sont la Grèce, le Portugal et le Guatemala, et ceux qui ont le plus faible taux sont Singapour, la Jamaïque et le Danemark.

- 
- L'orientation à long terme et l'indulgence : les pays présentant une orientation à long terme sont la Chine, Hong Kong et Taiwan ; ceux présentant une orientation à court terme sont le Venezuela, l'Uruguay et les Émirats arabes unis.

Source des indicateurs : [www.hofsted-insights.com](http://www.hofsted-insights.com) ;

#### ***3.2.2.6. Autres variables***

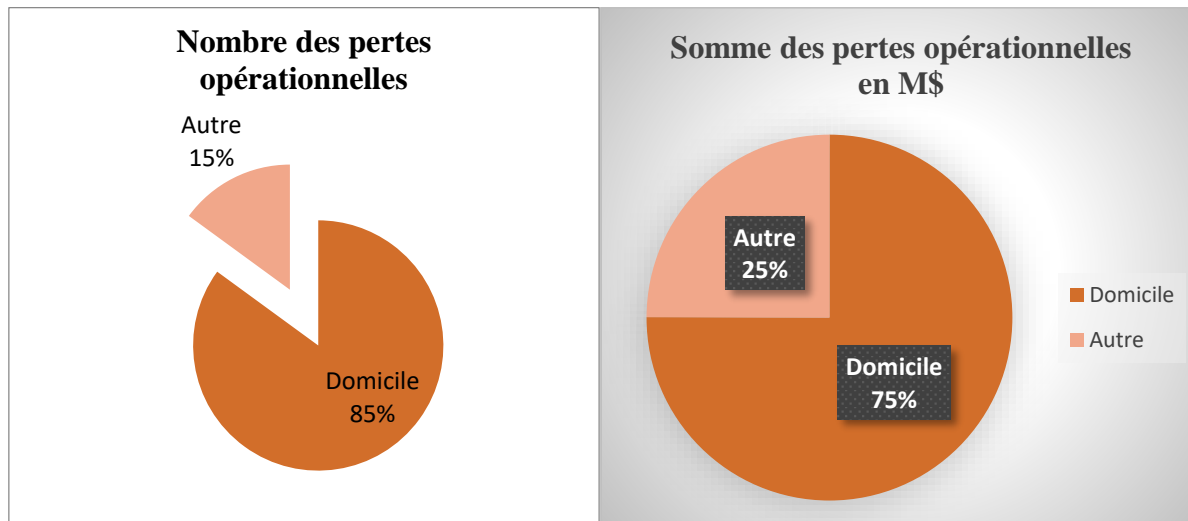
Outre les indicateurs d'exposition présentant un intérêt principal, nous incluons un certain nombre de variables institutionnelles et externes supplémentaires dans chaque modèle tels que les opérations bancaires dans des pays étrangers, la durée de traitement des dossiers des pertes opérationnelles.

- *Les opérations bancaires dans les pays étrangers*

Nous supposons que l'ampleur des pertes peut être influencée par le fait que la banque exerce ses activités dans sa région d'origine ou par le fait que la perte survienne dans une succursale ou une filiale étrangère. Pour contrôler ces effets, nous ajoutons au modèle une variable indicatrice prenant la valeur « Domicile » pour compenser une perte subie par une banque de sa région d'origine (au sens large, en Europe, en Amérique du Nord ou ailleurs) ; ou la valeur Hors Domicile pour une perte subie dans l'une des régions, mais le siège de la banque n'est pas dans cette région. Cela nous permet d'observer les effets différentiels des pertes sur les banques étrangères au sein de chaque vaste territoire.

**Figure 29**

*Le nombre et la somme des pertes opérationnelles selon le lieu d'occurrence de la perte*



- *Intervalles entre l'année de découverte et de reconnaissance*

Chaque événement de la base de données est associé à plusieurs dates : date du début et de la fin de la perte opérationnelle, la date d'entrée à la base de données et de révision et la date de règlement.

Pour certains événements, les dates de départ ne sont pas connues avec précision et sont donc enregistrées au 1<sup>er</sup> janvier de l'année correspondante. Un tel phénomène n'est pas une surprise. Dans le cas d'une fraude interne, par exemple, il est souvent impossible de déterminer la date exacte à laquelle le premier incident s'est produit.

### **Conclusion du chapitre IV**

Ce quatrième chapitre a été l'occasion de détailler l'ensemble des démarches que nous avons suivies afin de réaliser nos analyses statistiques. Dans la première section, nous nous sommes intéressés à notre démarche méthodologique. Pour cela, nous avons mis l'accent sur notre protocole de recherche en se focalisant sur la voie du test et sur le processus de collecte des données. Nous aurons besoin pour bien mener cette étude d'une base de données interne et d'une autre externe et qui est la SAS OPRISK. La démarche de l'étude empirique ainsi que la façon dont ces deux bases de données seront utilisées font l'objet de la première section, niveau 1.3.

Dans un second temps, nous avons présenté notre base de données SAS OP RISK. La base de données SAS OpRisk Global Data est considérée comme le plus complet dépôt d'informations sur les pertes opérationnelles. Elle documente plus de 32 000 événements dans toutes les industries du monde entier. Une première sélection a été par conséquent faite pour avoir seulement les pertes opérationnelles provenant des banques, ce qui nous donne 6 523 événements de pertes opérationnelles allant de l'année 1974 à 2016 avec un montant total des pertes qui s'élève 365823,0682 M\$. Les données dans notre étude sont des données Pooled cross section (coupes transversales groupées). Ce type de données est obtenu en collectant des échantillons aléatoires d'une grande population indépendamment les uns des autres à différents moments dans le temps. Les données peuvent être analysées comme des données transversales ordinaires, sauf que nous devons utiliser des variables indicatrices afin de tenir compte des changements dans la distribution entre différents points dans le temps.

Les graphiques représentant les fréquences et les montants des pertes nous montrent une pente croissante lors des années 1974-2006, cela peut être expliqué par le fait que les pertes opérationnelles sont davantage médiatisées, mais dernièrement nous avons remarqué que les

---

pertes opérationnelles sont moins importantes. Le marché a subi quelques réglementations, ce qui a probablement eu un impact favorable sur la gestion du risque opérationnel. Nous avons remarqué aussi que les catégories « Fraude externe », « Fraude interne » ainsi que « Clients, produits et pratiques commerciales » sont les catégories de types de risque les plus fréquentes.

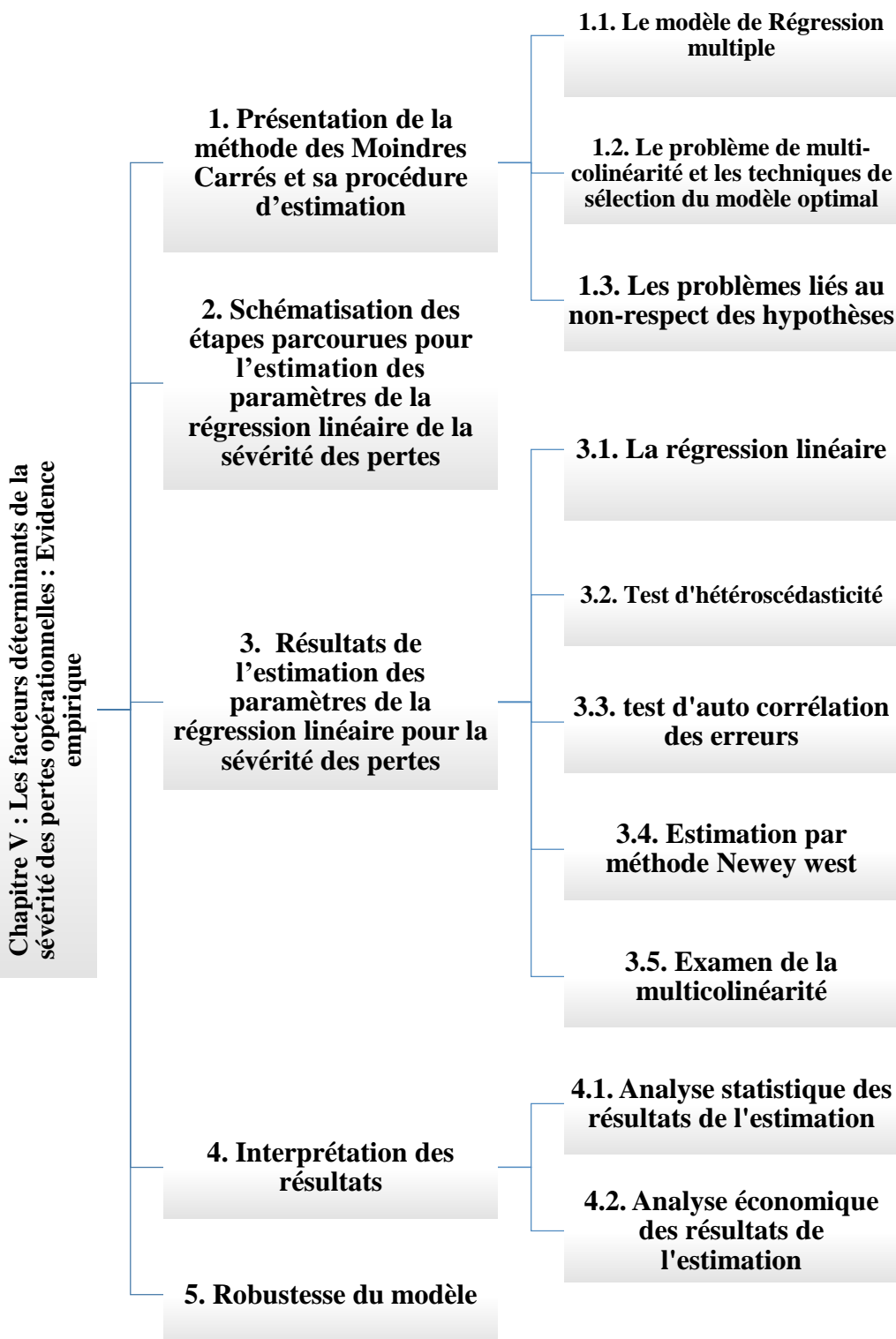
À travers l'étude statistique menée dans ce chapitre nous avons remarqué que 70 % du nombre des pertes et 60 % de la somme des pertes sont attribués à la ligne d'affaires Banque de détail. Le continent qui connaît une fréquence et un montant des pertes opérationnelles très élevées est l'Amérique du Nord suivie par l'Europe. La majorité des pertes a été observée dans des pays ayant un système juridique de la famille du Common Law anglais dans la deuxième position nous trouvons le système juridique français et en troisième position le droit germanique.

Nous avons alimenté notre base de données d'autres données macroéconomiques et des données de gouvernance à partir des données de la banque mondiale. Il importe de rappeler que ces indicateurs ne sont disponibles qu'à partir de 1996. Nous allons donc éliminer de notre base de données externe les événements ayant lieu avant 1996, pour construire une base de données sans observations manquantes. En ce qui concerne l'appartenance au système juridique, pour classer les pays en familles légales, nous nous appuyons principalement sur les travaux de Reynolds & Flores (1989). Enfin, nous avons aussi intégré les indicateurs culturels dans notre base de données à partir de l'étude qui a été menée par Hofstede (2001) où il estime que les valeurs qui distinguaient les pays les uns des autres pourraient être regroupées statistiquement en six groupes qui sont : distance de puissance, individualisme contre collectivisme, masculinité contre féminité, évitement de l'incertitude, orientation à long terme et indulgence.



**Chapitre V : Facteurs déterminants de la sévérité  
des pertes opérationnelles : Évidence empirique**





---

## Introduction du chapitre V

Durant ces dix dernières années, de nombreuses études empiriques se sont focalisées sur l'identification de facteurs explicatifs du risque opérationnel afin de mieux comprendre son occurrence et par conséquent améliorer ses pratiques de gestion (chapitre IV). Shih et al. (2000) ont été les premiers à introduire la taille comme facteur déterminant de la perte opérationnelle, cependant la majorité des travaux empiriques ont dévoilé que les incidents opérationnels sont imputables non seulement à des facteurs spécifiques, mais plutôt à l'environnement externe dans lequel opère l'institution bancaire.

Le risque opérationnel peut être divisé en deux composantes : la gravité et la fréquence des pertes opérationnelles. L'objectif de ce chapitre est de déterminer les facteurs qui pourraient influencer la gravité des pertes opérationnelles d'une manière significative en introduisant pour la première fois la composante culturelle. L'explication de la fréquence des pertes fera l'objet du sixième chapitre.

La première section consiste à expliquer le modèle de la régression multiple, ses hypothèses, et l'estimateur qui est le MCO. Nous prévoyons par la suite, de traiter la multi colinéarité et comment gérer l'abondance d'informations ainsi que les différentes techniques de sélection de variables explicatives. Nous allons nous attarder sur les étapes de validation du modèle (respect des hypothèses) qui passent par une analyse de l'ajustement du modèle retenu ( $R^2$ ), une analyse de la significativité des coefficients, et enfin une analyse de la qualité et la stabilité des résidus. Le point suivant sera consacré aux problèmes particuliers liés au non-respect des hypothèses à travers l'étude de deux formes de violation :

- L'autocorrélation des erreurs ;
- L'hétéroscédasticité.

Pour chacune des deux cas, nous allons détailler les outils de détection, les causes, ainsi que les outils de correction à travers de nouvelles procédures d'estimation.

La deuxième section schématise les étapes encourues pour l'estimation des paramètres de la régression linéaire de la sévérité des pertes. Nous évoquerons bien évidemment les résultats de l'estimation des coefficients du modèle avec justification dans la troisième section. En revanche la section 4 se focalisera sur l'interprétation des résultats statistiquement et économiquement. Nous allons conclure le chapitre par un test ayant pour but de vérifier la robustesse du modèle, pour nous assurer que les résultats sont stables si le modèle est estimé en utilisant seulement certains sous-ensembles des données complètes.

---

## 1. Présentation de la méthode des Moindres Carrés et sa procédure d'estimation

### 1.1. Le modèle de Régression multiple

La régression linéaire multiple est la forme la plus courante d'analyse de régression linéaire. En effet, elle est considérée comme étant une extension du modèle de régression simple. Les analyses de régression sont donc un ensemble de techniques statistiques qui permettent d'évaluer la relation entre une variable dépendante (Y) et plusieurs autres variables indépendantes. Bonnieux (1983) explique la cause de l'utilisation accrue et la popularité de la méthode en avançant la simplicité, ainsi que la bonne approximation de fonctions plus générales dans certains domaines de variations des variables indépendantes, comme argument. Cependant, cette méthode est source d'erreur, il convient donc d'introduire une variable aléatoire dans le modèle pour représenter la résultante des phénomènes suivants qui sont : les variables négligées, l'erreur d'approximation et de mesure, ainsi que le caractère incertain du modèle.

Tabachnick & Fidell (2012) dans leur ouvrage intitulé « *Using Multivariate Statistics* » différencient entre les termes régression et corrélation qui sont utilisés de manière plus ou moins interchangeable pour étiqueter ces procédures, bien que le terme régression soit souvent utilisé lorsque l'intention de l'analyse est la prédiction, et le terme corrélation est utilisé lorsque l'intention est simplement d'évaluer la relation entre la variable endogène et la variable exogène.

#### 1.1.1. Présentation du modèle linéaire général

En se référant à (Bourbonnais, 2011) le modèle linéaire général est exprimé de la manière suivante :

$$y_t = a_0 + a_1x_{1t} + a_2x_{2t} + \dots + a_kx_{kt} + \varepsilon_t \text{ pour } t = 1, \dots, n$$

Avec

$y_t$  : Variable à expliquer à la date  $t$  ;

$x_{1t}$  : Variable explicative 1 à la date ;

$x_{2t}$  : Variable explicative 2 à la date  $t$  ;

$x_{kt}$  : Variable explicative  $k$  à la date  $t$  ;

$a_0, a_1, \dots, a_k$  : Paramètres du modèle ;

$\varepsilon_t$  : Erreur de spécification (différence entre le modèle vrai et le modèle spécifié), *cette erreur est inconnue et restera inconnue* ;

$n$  = nombre d'observations.

Le terme aléatoire  $\varepsilon$ , que l'on appelle l'erreur du modèle, joue un rôle crucial dans la régression.

En effet, il permet de résumer toute l'information qui n'est pas prise en compte dans la relation linéaire que l'on cherche à établir entre la variable dépendante  $Y$  et les autres variables explicatives. Comme nous le verrons dans le point suivant, les propriétés des estimateurs reposent en grande partie sur les hypothèses que nous formulerons à propos de  $\varepsilon$ .

### **1.1.2. Hypothèses et propriétés d'estimateurs de la méthode des moindres carrés ordinaire**

La question qui se pose à ce stade est la suivante : Comment estimer les paramètres du modèle  $a_0, a_1, a_2 \dots a_n$  pour reproduire au mieux le phénomène économique observé ?

Les paramètres inconnus du modèle sont estimés par minimisation du critère des Moindres Carrés ou par Maximisation de la vraisemblance. Mais dans notre cas nous allons traiter essentiellement l'estimation par moindres carrés parce qu'il s'agit de la méthode utilisée dans le présent travail. La technique des Moindres Carrés Ordinaire (MCO) consiste à minimiser la somme des carrés des aléas.

Le modèle estimé s'écrit de la manière suivante :

$$\hat{y}_t = \hat{a}_0 + \hat{a}_1 x_{1t} + \hat{a}_2 x_{2t} + \dots + \hat{a}_k x_{kt} + e_t$$

Avec  $e_t = y_t - \hat{y}_t$  où  $e_t$ <sup>39</sup> est le résidu, en d'autres termes, l'écart entre la valeur observée de la variable à expliquer et sa valeur estimée.

Les estimateurs des MCO sont qualifiés de BLUE (Best Linear Unbiased) c'est-à-dire qu'ils sont sans biais au sens qu'ils fournissent les variances les plus faibles pour les estimateurs (Théorème de Gauss–Markov).

Pour estimer les paramètres du modèle, il est indispensable de fixer des hypothèses qui portent sur la loi de probabilité du terme aléatoire du modèle. Ces hypothèses sont d'ordre stochastique et structurel (Bourbonnais, 2011).

Les hypothèses stochastiques peuvent se résumer dans les points suivants :

- H1 : les valeurs  $x_{i,t}$  sont observées sans erreur ;
- H2 :  $E(\varepsilon_t) = 0$ , l'espérance mathématique de l'erreur est nulle ;
- H3 :  $E(\varepsilon_t^2) = \sigma_\varepsilon^2$ , la variance de l'erreur est constante ( $\forall_t$ ) (*homoscédasticité*) ;
- H4 :  $E(\varepsilon_t \varepsilon_{t'}) = 0$  si  $t \neq t'$ , les erreurs sont non corrélées (ou encore indépendantes) ;
- H5 :  $\text{Cov}(x_{it}, \varepsilon_t) = 0$ , l'erreur est l'indépendance des variables explicatives ;

Les hypothèses structurelles sont :

- H6 : Absence de colinéarité entre les variables explicatives ;
- H7 :  $(X'X)/n$  tend vers une matrice finie non singulière ;
- H8 :  $n > k+1$ , le nombre d'observations est supérieur au nombre des séries explicatives.

---

<sup>39</sup> Il est important de bien distinguer  $\varepsilon_t$  : l'erreur de spécification du modèle qui est et restera inconnue, et  $e_t$  le résidu qui lui est connu.

---

La dimension de la matrice  $X$  est donc de  $n$  lignes et  $k+1$  colonnes ( $k$  étant le nombre de variables explicatives réelles).

### 1.1.3. Qualité de l'ajustement

Le coefficient de détermination  $R^2$ , qui mesure la qualité de l'ajustement, détermine à quel point l'équation de régression est adaptée pour décrire la distribution des points. Ce coefficient s'écrit de la manière suivante :

$$R^2 = \frac{\sum_t (\hat{y}_t - \bar{y})^2}{\sum_t (y_t - \bar{y})^2} = 1 - \frac{\sum_t e^2}{\sum_t (y_t - \bar{y})^2}$$

Où  $\hat{y}_t$  la valeur prédite correspondante et  $\bar{y}$  la moyenne des mesures.

Ce coefficient est compris entre zéro et un. Plus le coefficient sera proche de la valeur 1, meilleur sera le modèle, cela veut dire que la connaissance des valeurs de  $x$  permet de deviner avec précision celle de  $y$  (bon ajustement). En revanche, lorsque  $R^2$  est proche de la valeur 0, cela veut dire que  $x$  n'apporte pas d'informations utiles (intéressantes) sur  $y$ , d'une autre manière cela veut dire que la connaissance des valeurs de  $x$  ne nous dit rien sur celles de  $y$  (mauvais ajustement). L'addition d'une variable explicative se traduit par son accroissement d'une manière systématique, car la somme des sommes carrées des résidus diminue. Cependant, le critère de choix du meilleur modèle se reposant sur la maximisation du coefficient de détermination peut être faux. En effet, un  $R^2$  proche de 1 n'est pas synonyme de bonne qualité de prévision, nous pouvons citer l'exemple le plus typique où  $R^2$  est relativement élevé et les coefficients des variables explicatives statistiquement nuls. Cette situation est expliquée par la colinéarité de ces variables explicatives qui a généré ce cas en apparence contradictoire. (Nous allons détailler ce phénomène dans la section suivante concernant les problèmes de multicollinéarité.) (Bonnieux, 1983 ; Bourbonnais, 2011 ; Montgomery et al., 2012).

## **1.2. Le problème de multi-colinéarité et les techniques de sélection du modèle optimal**

La question que nous cherchons à trouver une réponse dans ce point est la suivante : comment gérer l'abondance de l'information et déterminer le mix optimal des variables explicatives ? Ou d'une autre manière comment sélectionner les variables explicatives d'une manière qui pourra maximiser leur coefficient de corrélation avec la variable à expliquer  $y$ , tout en minimisant la colinéarité entre elles ? Nous allons donc expliquer dans un premier temps ce phénomène de colinéarité et ses conséquences, ensuite nous allons mettre l'accent sur les méthodes de sélection des variables explicatives.

### **1.2.1. Problème de colinéarité**

Bien qu'aucune définition précise de la multi-colinéarité n'ait été fermement établie dans la littérature, selon Belsey et al. (1980), il est généralement admis que la multi-colinéarité est présente s'il existe une relation linéaire approximative (c'est-à-dire une variance partagée) entre certaines des variables prédictives des données. En théorie, il existe deux extrêmes : la multi-colinéarité parfaite et la non-colinéarité parfaite. Dans la pratique, les données se situent généralement entre ces extrêmes. Ainsi, la multi-colinéarité est une question de degré. Bien qu'une certaine multi-colinéarité soit presque présente, le vrai problème est de déterminer le moment où le degré de multi-colinéarité devient « nocif ». Quoique que la multi-colinéarité n'affecte pas la qualité de l'ajustement ou la qualité de la prédiction, cela peut être un problème si notre objectif est d'estimer les effets individuels de chaque variable explicative.

Il existe plusieurs raisons pour lesquelles la multi-colinéarité se produit. Elle peut être causée par une utilisation inexacte des variables indicatrices ou encore par l'inclusion d'une variable qui est calculée à partir d'autres variables dans l'ensemble de données. La multi-colinéarité peut également résulter de la répétition du même type de variable.

---

Selon Bourbonnais (2011, pp.107-125) il existe trois effets principaux de la multi-colinéarité. L'existence d'une colinéarité peut en effet perturber les estimations des paramètres, car elle gonfle la variance de ces paramètres de régression et conduit donc potentiellement à une mauvaise identification des prédicteurs pertinents dans un modèle statistique. La multi-colinéarité peut causer éventuellement une instabilité des estimations des coefficients des moindres carrés, c'est-à-dire que des faibles fluctuations concernant les données entraînent des fortes variations des valeurs estimées des coefficients. Dans le cas extrême, qui est celui de la multi-colinéarité parfaite l'estimation des coefficients devient alors impossible et leur variance inconnue.

Selon Foucart (2006), il existe certains signaux qui aident le chercheur à détecter le degré de multi-colinéarité. Un de ces signaux est que le résultat individuel d'une statistique n'est pas significatif, mais que le résultat global de la statistique est significatif. Dans ce cas, le chercheur peut obtenir un mélange de résultats significatifs et insignifiants qui montrent la présence de la multi-colinéarité. Supposons que le chercheur, après avoir divisé l'échantillon en deux parties, constate que les coefficients de l'échantillon diffèrent considérablement. Cela indique la présence d'une multi-colinéarité. Cela signifie que les coefficients sont instables en raison de la présence de la multi-colinéarité. Supposons que le chercheur observe un changement radical dans le modèle en ajoutant ou en supprimant simplement une variable. Cela indique également que la multi-colinéarité est présente dans les données.

D'après Adeboye et al. (2014), pour détecter la présence de la multi-colinéarité sur l'erreur standard des coefficients de régression, l'une des techniques suivantes doit être adoptée.

- Le niveau de tolérance : la tolérance est estimée par  $1-R^2$ , où  $R^2$  est calculé en régressant la variable indépendante d'intérêt vers les variables indépendantes restantes incluses dans les analyses de régression multiple. Les chercheurs souhaitent des niveaux de

---

tolérance plus élevés, car de faibles niveaux sont connus pour affecter négativement le résultat associé à une analyse de régression multiple. Le niveau de tolérance est la valeur  $1-R^2$  lorsque chacune des variables indépendantes est régressée sur les autres variables indépendantes. De faibles niveaux de tolérance indiquent des niveaux élevés de multi-colinéarité. Chaque fois qu'un niveau de tolérance se situe quelque part en dessous de 0,40, alors la multi-colinéarité existe.

- Le facteur d'inflation de la variance (FIV) ou (VIF) : dans plusieurs régressions, le VIF est utilisé comme indicateur de la multi-colinéarité. Il est défini mathématiquement comme l'inverse de la tolérance :  $\frac{1}{1-R^2}$ . Les chercheurs souhaitent des niveaux inférieurs de VIF, car des niveaux plus élevés de VIF sont connus pour affecter négativement le résultat associé à une analyse de régression multiple. En fait, l'utilité de VIF, par opposition à la tolérance, est que le VIF indique spécifiquement l'amplitude de l'inflation dans les erreurs standards associées à un poids bêta particulier qui est dû à la multi-colinéarité. Un VIF supérieur à 10 indique un niveau élevé de multi-colinéarité. (Il n'existe pas d'accord entre les chercheurs concernant le seuil du VIF à ne pas dépasser mais généralement si la valeur de VIF est au-dessus de 10, alors la multi-colinéarité est problématique).
- Les tests Farrar-Glauber : test de Farrar-Glauber Farrar et Glauber, (1967) ont également proposé une procédure de détection de la multi-colinéarité qui comprenait trois tests (c'est-à-dire le test du chi carré, le test F et le test T). Le premier examine si la multi-colinéarité est présente, le second détermine quels régresseurs sont colinéaires et le troisième détermine la forme de la multi-colinéarité.

Pour conclure ce point qui concerne la colinéarité, nous pouvons dire que l'économètre est devant un dilemme puisqu'il prend en compte un nombre élevé de variables explicatives afin

de bien spécifier son modèle, en même temps cette procédure peut causer la diminution de la précision des estimateurs à cause de l'impact de la colinéarité. Il doit donc réaliser un compromis entre les inconvénients d'une spécification incomplète et ceux de la colinéarité. Judge et al. (1985, pp.896-933) proposent d'augmenter la taille de l'échantillon comme remède de la multi-colinéarité à condition que l'ajout d'observations diffère significativement de celles figurant dans le modèle.

### 1.2.2. Sélection du modèle optimal

La question qui suit généralement l'approche par la régression multiple est de choisir parmi les variables, le plus petit nombre d'entre elles qui explique au mieux la variabilité de  $y$ .

Selon Bourbonnais (2011, pp.120-122) il existe plusieurs méthodes qui vont nous permettre de sélectionner le modèle optimal, parmi ces méthodes nous citons :

- *Toutes les régressions possibles* : il s'agit d'une méthode qui se base sur l'estimation de toutes les combinaisons possibles<sup>40</sup> et le modèle que nous pouvons retenir est le modèle dont la fonction d'Akaike<sup>41</sup> ou de Schwarz<sup>42</sup> est minimum. La complexité de la méthode réside dans le cas de la présence d'une multitude de variables explicatives puisque le nombre de combinaisons deviendra difficilement réalisable.

---

<sup>40</sup>  $2^k - 1$  possibilités,  $k$  = nombre de variables explicatives candidates ;

<sup>41</sup> *Akaike Information criterion* :  $AIC = \ln\left(\frac{SCR}{n} + \frac{2k}{n}\right)$  ;  $n$  : nombre d'observations,  $k$  : nombre de variables explicatives,  $SCR$  : somme des carrés des résidus du modèle ;

<sup>42</sup> *Schwarz Criterion* :  $SC = \ln\left(\frac{scr}{n}\right) + k \frac{\ln(n)}{n}$  ;  $n$  : nombre d'observations,  $k$  : nombre de variables explicatives,  $SCR$  : somme des carrés des résidus du modèle.

- 
- *Backward Elimination* ou *Elimination progressive* : cette procédure consiste à réestimer l'équation après chaque élimination. Afin de pouvoir effectuer ce genre de méthode, nous devons être dans une situation où nous avons plus d'observations que de variables explicatives. Dans ce genre de méthode, l'équation commence avec l'introduction de toutes les variables indépendantes ensuite nous procédons par éliminer la variable avec la plus grande valeur de  $p$ , c'est-à-dire, la variable qui est la moins statistiquement significative. Nous pouvons nous arrêter lorsque toutes les variables restantes ont une valeur de  $p$  significative définie par un certain seuil de signification.
  - *Forward regression* ou la *sélection progressive* : dans ce genre de sélection progressive, l'équation commence vide et les variables explicatives sont ajoutés une à la fois à condition qu'elles répondent aux critères statistiques d'entrée. Une fois dans l'équation, la variable indépendante  $y$  reste. La sélection s'arrête lorsque les  $t$  de student des variables indépendantes sont inférieurs au seuil critique.
  - *Stepwise Regression* ou la *régression pas à pas* : la régression pas à pas est un compromis entre les deux autres procédures dans lesquelles l'équation commence vide et les variables indépendantes sont ajoutées une à la fois si elles répondent aux critères statistiques, mais elles peuvent également être supprimées à n'importe quelle étape où elles ne contribuent plus de manière significative à la régression.

Comme nous venons de l'expliquer plus haut, l'économètre se trouve confus entre le choix d'un modèle incomplet (variables omises pour éviter la colinéarité) et des modèles colinéaires, mais complet. L'addition d'une variable qui manque de pertinence quand il est question d'expliquer la variable dépendante, n'entraîne pas le biais de spécification en revanche, cette addition peut causer une perte de précision qui pour des échantillons importants ne pose pas un grand

problème. Mais la question qui se pose est comment pouvons-nous juger une variable ou un groupe de variables explicatives comme étant des variables inutiles ? Bonnieux (1983) annonce dans son article qu'il est difficile de faire la distinction et que le jeu de corrélation entre variables peut nous mener à des résultats totalement contradictoires. L'omission de ces variables jugés des fois comme inutiles serait un remède pire que le mal, car, même si cette omission a pour but la diminution de la colinéarité entre ces variables, elle aboutirait à une description trop incomplète des facteurs explicatifs. L'auteur explique que ce dilemme est moins important lorsqu'il ne s'agit pas seulement d'expliquer, mais aussi de prévoir.

### **1.3. Les problèmes liés au non-respect des hypothèses**

Les résultats obtenus sont conditionnels, car ils sont dépendants d'un certain nombre d'hypothèses. Or, lorsque les hypothèses ne sont pas vérifiées, les estimateurs obtenus par la méthode des moindres carrés ordinaire sont certes sans biais, mais ne sont plus à variance minimale, du coup le modèle n'est plus valide, et il va falloir déterminer un nouvel type d'estimateur qui reste valable en cas de présence d'hétéroscasticité et d'autocorrélation des résidus. Les erreurs de spécification peuvent se produire non pas seulement à cause de la loi des probabilités du terme aléatoire, mais aussi à cause de la liste de variables indépendantes choisies. Nous allons traiter alors, dans ce point les erreurs de spécification en se focalisant les méthodes d'investigations permettant de détecter ces deux phénomènes liés à la violation des hypothèses qui sont l'autocorrélation des erreurs et l'hétéroscédasticité et enfin nous allons démontrer les conséquences ainsi que les procédures d'estimation pour chacun de ces deux cas.

#### **1.3.1. L'Auto-corrélation des erreurs**

Le phénomène d'auto-corrélation se produit lorsque le terme d'erreur d'une observation ( $\varepsilon_i$ ) est corrélé avec le terme d'erreur d'une autre observation ( $\varepsilon_j$ ) :  $\text{Corr}(\varepsilon_i, \varepsilon_j) \neq 0$ . Cela se produit

---

généralement parce qu'il existe une relation importante (économique ou autre) entre les observations. Nous observons ce cas énormément lorsqu'il s'agit des données de *séries chronologiques* (lorsque les observations sont des mesures des mêmes variables à différents moments) ou encore lorsqu'il s'agit de *Cluster Sampling* (lorsque les observations sont des mesures des mêmes variables sur des sujets connexes).

Selon Bourbonnais (2011, pp.127-166), la présence d'auto corrélation des erreurs est due à plusieurs causes :

- L'absence de variable explicative importante ;
- Une mauvaise spécification du modèle, c'est-à-dire que la relation qui existe entre la variable  $y$  à expliquer et les variables à expliquer ne sont pas forcément linéaires (logarithmes, différences premières ou autres) ;
- Une interpolation des données crée aussi une autocorrélation artificielle des erreurs.

La détection d'une présence d'autocorrélation des erreurs ne peut se faire qu'à travers les résidus puisqu'eux seuls sont connus. Il existe plusieurs méthodes qui aident à détecter ce phénomène. L'analyse graphique des résidus peut nous donner une première idée sur le processus de reproduction des erreurs, néanmoins le dessin des résidus ne présente pas des caractéristiques toujours évidentes. Parmi les tests qui permettent une meilleure lecture sur les erreurs, nous citons le test de Durbin et Watson, le test de Breush-Godfrey ou encore les tests de Box-Pierce et Ljung-Box. Nous nous intéressons seulement au test de Breusch-Godfrey puisqu'il s'agit du test employé dans notre étude. Le choix s'est porté sur ce test, car il est plus général que le test de Durbin-Watson, qui n'est valable que pour tester une autocorrélation d'ordre 1, alors que le test de Breusch-Godfrey n'a aucune de ces restrictions.

Le test *Breusch-Godfrey* est un test statistique qui teste l'autocorrélation d'un ordre supérieur à 1 et reste valide en présence de la variable dépendante décalée en tant que variable explicative. L'idée globale du test tourne sur la recherche de la significativité entre le résidu et ce même résidu décalé.

Une autocorrélation des erreurs d'un ordre  $p$  s'écrit :

$$\varepsilon_t = \rho_1 \varepsilon_{t-1} + \rho_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \rho_p \varepsilon_{t-p} + v_t$$

Où  $v_t$  est un bruit blanc

Breusch-Godfrey permet de tester :  $H_0 : \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_p = 0$

$$H_1 : \rho_1 \neq 0; \rho_2 \neq 0; \dots; \rho_p \neq 0$$

L'hypothèse nulle du test stipule qu'il y'a non autocorrélation, c'est-à-dire  $H_0 : \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_p = 0$ . Si nous refusons l'hypothèse nulle, cela stipule qu'il existe une autocorrélation des erreurs à l'ordre  $p$  (Bourbonnais, 2011,p.132).

L'autocorrélation viole l'une des hypothèses du modèle. Nous savons donc que les moindres carrés ne sont pas BLUE lorsque les erreurs sont corrélées, mais nous sommes devant l'obligation un nouvel estimateur puisque les estimateurs obtenus suite à l'application ne sont plus à variance minimale. L'estimation Moindre Carrés Généralisés (MCG ou GLS) peut s'avérer efficace si la forme de la corrélation entre les observations est connue (Kariya & Kurata, 2004). Nous pouvons obtenir des estimations cohérentes aussi en appliquant HAC standard errors & covariance (Bartlett kernel, Newey-West) (Heteroscdasticity and Autocorrélation Consist). Cet estimateur est un remède pour l'autocorrélation ainsi que l'hétéroscdasticité (Newey & West, 1994, 1987 ; Smith, 2005). Ils sont calculés à partir d'un décalage distribué des résidus MCO, et il faut spécifier le décalage le plus long auquel les auto-

---

covariances doivent être calculées. Normalement, un décalage dépassant la périodicité des données suffit ; par exemple au moins 4 pour les données trimestrielles, 12 pour les données mensuelles, etc. Les erreurs standard de Newey-West (HAC) peuvent être facilement calculées pour toute régression OLS à l'aide de la commande `newey` (HAC) de Stata ou E-views.

### 1.3.2. L'Hétéroscédasticité

Comme il a été démontré, en présence d'hétéroscédasticité (absence d'homogénéité des variances), la méthode des moindres perd sa propriété d'optimalité. En effet, les estimateurs ne sont plus efficaces même s'ils demeurent sans biais. Contrairement à l'autocorrélation qui est limité lorsque nous travaillons avec des données chronologiques, l'hétéroscédasticité apparaît le plus souvent dans les données transversales. Il s'agit des données où les observations portent toutes sur la même période (par exemple, un mois particulier, jour ou année) mais proviennent de différentes entités. Il n'existe pas de méthodologie unique pour corriger l'hétéroscédasticité. Selon Bourbonnais (2011, p.149) les tests de détection d'hétéroscédasticité sont multiples : test d'égalité des variances, test de *Goldfeld-Quandt*<sup>43</sup>, test de *Gleisjer*<sup>44</sup>, test de *White*<sup>45</sup> ou encore le test de *Breusch-Pagan*. Nous nous intéressons particulièrement à ce dernier test puisqu'il s'agit du test adopté dans notre étude. Selon Breusch & Pagan (1979) ce test procède à une

---

<sup>43</sup> Le test de *Goldfeld-Quandt* n'est valide que si l'une des variables est la cause de l'hétéroscédasticité et que le nombre d'observations est important (Bourbonnais, 2011, pp.149-154) ;

<sup>44</sup> Le test de *Gleisjer* permet aussi d'identifier la forme que revêt cette hétéroscédasticité. Ce test est fondé sur la relation entre le résidu de l'estimation par l'estimateur des moindres carrés ordinaire effectué sur le modèle de base et la variable explicative supposée être la cause de l'hétéroscédasticité (Bourbonnais, 2011, pp.149-154) ;

<sup>45</sup> Le test de *White* est très proche du test de *Gleisjer*. Il est basé sur une relation significative entre le carré des résidus et une ou plusieurs variables explicatives en niveau et au carré au sein d'une même équation de régression (Bourbonnais, 2011, pp.149-154).

régression linéaire annexe qui ajuste les résidus au moyen des mêmes variables explicatives que pour le modèle de départ.

Cette équation se présente comme suit :  $\sigma_i^2 = \sigma_0^2 + \alpha_1 x_i$

Si une trop grande part de la variance est expliquée dans cette régression, l'hypothèse d'hétéroscédasticité est rejetée. Sous l'hypothèse nulle  $H_0$  d'homoscédasticité, la variable de décision suit une loi du  $\chi^2$  à  $q$  degrés de liberté où  $q$  est le nombre de régresseurs dans le modèle à l'exclusion du terme constant (puisque les résidus sont de moyenne nulle). D'une autre manière, la statistique BP suit asymptotiquement une loi de Khi-deux à  $k-1$  degrés de liberté où  $k$  est le nombre de variables explicatives (y compris la constante).  $n$  représente la taille de l'échantillon. Lorsque la statistique BP est supérieure au khi-deux tabulé, on rejette  $H_0$  retenant ainsi la présence d'hétéroscédasticité.

L'hypothèse nulle du test Breush-Pagan se formule alors comme suit :

$$H_0 : \alpha_1 = 0 \Rightarrow \sigma_i^2 = \sigma_0^2$$

$$H_1 : \alpha_1 \neq 0 \Rightarrow \sigma_i^2 = \sigma_0^2 + \alpha_1 x_i$$

Le test Breush-Pagan se résume alors à un test sur la nullité du coefficient associé à la variable  $x$  dans l'explication de la variance des résidus. Et pour un ensemble de variable  $X$ , le principe est de tester la nullité jointe des coefficients.

Deux scénarios sont possibles en cas de présence d'hétéroscédasticité. White (1980) a fourni un estimateur convergent de la matrice des variances-covariances de l'estimateur des Moindres Carrés Ordinaire (MCO) en présence d'hétéroscédasticité de forme inconnue pour que l'inférence statistique basée sur les MCO soit asymptotiquement fiable (White's Heteroskedasticity Consistent standard errors). La première approche de ce type a été proposée

par Huber en 1967, et de nouvelles procédures améliorées ont été produites depuis pour les données transversales, les données de séries chronologiques. Une autre approche alternative à celle proposée par White pour remédier à l'hétéroscédasticité est la méthode des moindres carrés pondérés (MCP ou WLS : Weighted Least Squares) si nous disposons bien évidemment d'informations supplémentaires sur la forme de l'hétéroscédasticité rencontrée. Donc si nous connaissons la forme de l'hétéroscédasticité, nous devrions pouvoir obtenir un gain en efficacité.

**2. Schématisation des étapes parcourues pour l'estimation des paramètres de la régression linéaire de la sévérité des pertes**

Variable dépendante : Log (Loss) → Expliquer la variable endogène (le montant de la perte) à l'aide d' $\sum$  de variables explicatives :

*implique*  
 $\implies$   
*implique*  
 $\implies$

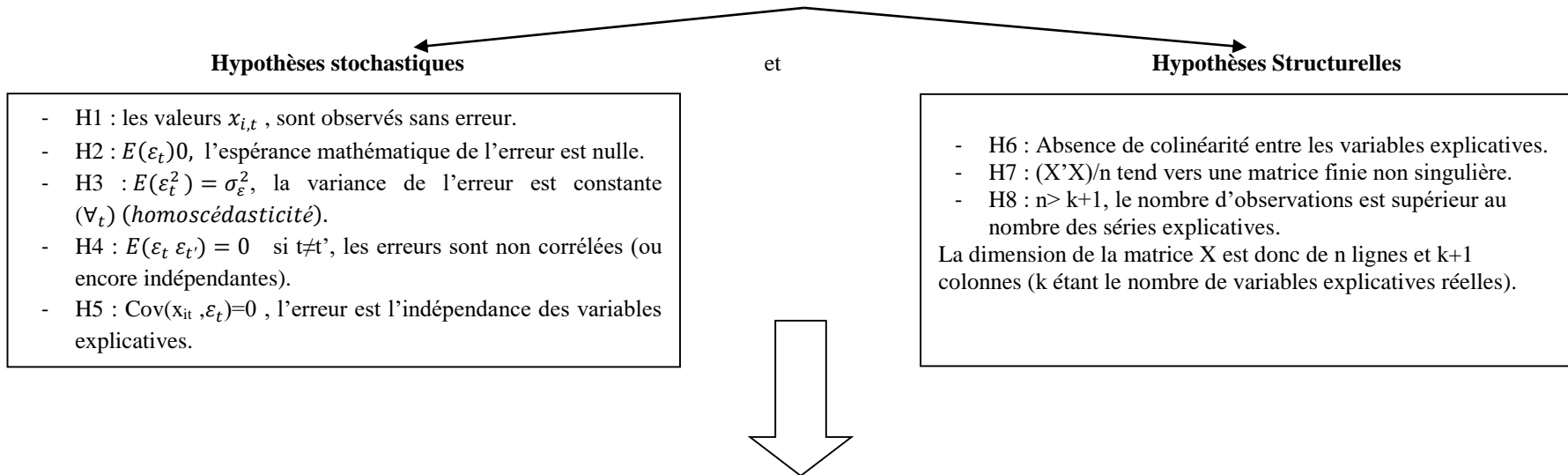
$Perte_i = f((Composante_{commune}), (Composantes_{idiosyncratique})_i)$  (Na et al (2006))  
 $Perte_i = Composante_{Commune} \times g(Composantes_{idiosyncratiques})_i$   
 $Perte = Com_{Commune} \times (Actifs \times h(facteurs))$  ; (Actifs : variable représentant la taille de la banque i) (Shih et al. (2000))

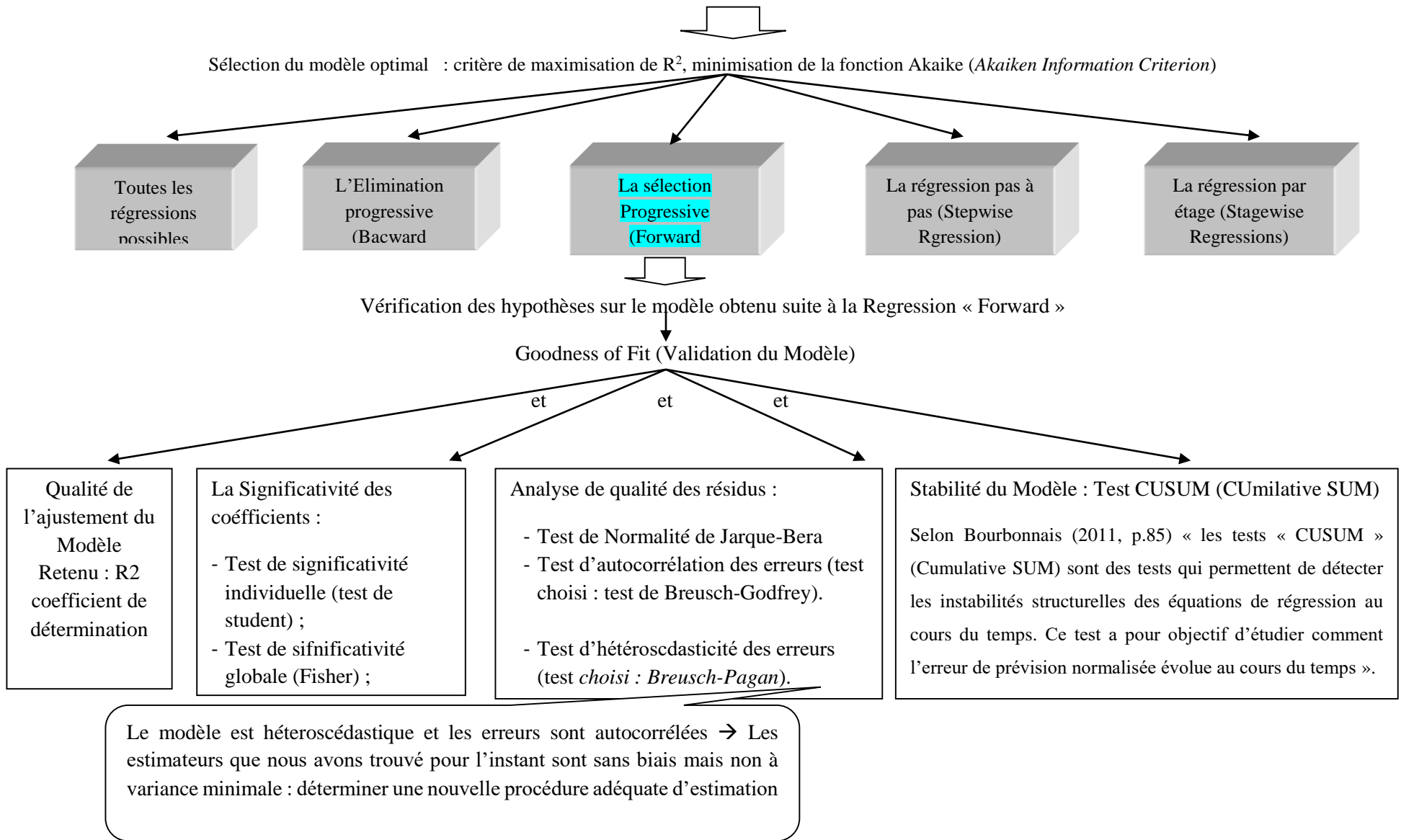
Avec  $h(facteurs_i) = \exp(\sum_j b_j \times facteurs_{ij})$

Avec l'introduction du Log nous obtenons :  $Log(Perte_i) = \log(Composante_{commune}) + a \times \log(Actifs_i) + \sum_j b_j \times facteurs_{ij}$  (Dahen, 2006; Dahen & Dionne, 2010) ;

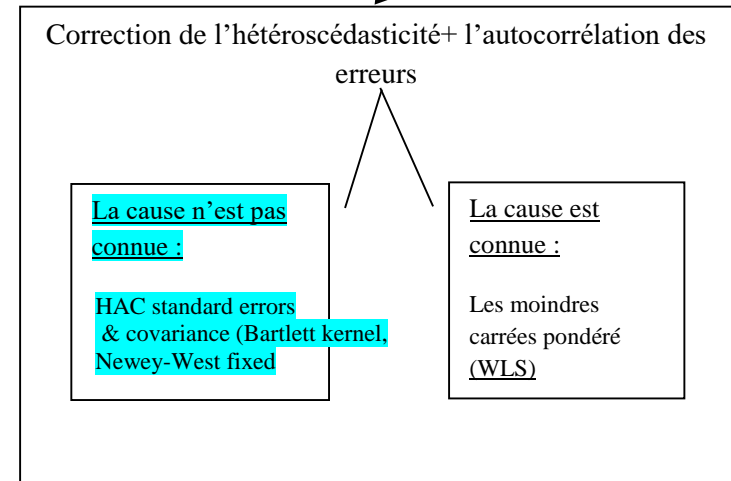
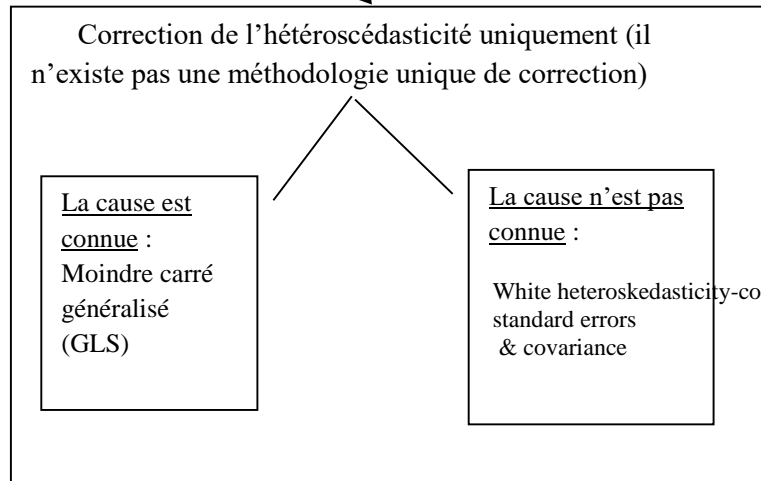
(Avec le Log la relation devient linéaire)

Estimation des coefficients de régression (Méthode des Moindres Carrées (MCO) : les estimateurs des MCO ont la plus petite variance parmi les estimateurs linéaires sans biais, on dit que ce sont des estimateurs BLUE (Best Linear Unbiased) ; sous deux types d'hypothèses :





Les procédures d'estimation en cas d'autocorrélation des erreurs et de l'hétéroscédasticité (MCO n'est plus efficient)



Le schéma tracé ci-dessus nous montre le cheminement choisi et les méthodes utilisées pour cette phase empirique. Notre relation linéaire est la suivante :

$$\text{Log}(Perte_i) = \text{Log}(\text{Comp. commune}) + a \times \text{Log}(\text{actifs}_i) + (\sum_j b_j \times \text{facteur}_{ij}).$$

Nous essayons d'expliquer la variable Y qui est dans notre cas  $\log(\text{Loss})$  (loss : représente le montant de la perte opérationnelle) à travers d'autres variables spécifiques à la banque i (taille de la banque, types de risques, lignes d'affaires, lieu) ainsi que d'autres variables liées à l'environnement où se trouve la banque (variables : macroéconomique, juridique, de gouvernance et culturelle).

### **3. Résultats de l'estimation des paramètres de la régression linéaire pour la sévérité des pertes**

#### **3.1. La régression linéaire**

Pour expliquer l'impact des variables explicatives choisies sur la sévérité des pertes, nous allons estimer les coefficients de la régression suivante en se basant d'un côté, bien évidemment sur les travaux de Na (2004) et Na et al. (2006) qui ont décomposé la perte opérationnelle en composantes communes et composantes idiosyncratiques spécifiques à chaque banque pour chaque montant de perte et d'un autre côté sur les travaux de Dahlen (2006) qui a ajouté d'autres facteurs déterminants du risque opérationnel et qui a développé par la suite la fonction proposée par Na en introduisant le log pour obtenir une relation linéaire.

Rappelons encore que fois que la perte se décompose de la manière suivante :

$$\text{Log}(perte_i) = \text{Log}(composantes_{communes}) + a \text{Log}(actifs_i) + (\sum_j b_j \times facteurs_{ij})$$

(Log (actifs) : représentant la taille de la banque ;

Nous allons donc essayer d'expliquer la variabilité des pertes opérationnelles en se basant alors sur la relation linéaire proposée par Dahlen (2006) mais en introduisant d'autres facteurs liés à l'environnement où se trouve la banque.

Notre modèle sera donc le suivant :

$$y_i = a_0 + a_1 \log(\text{Actifs } i) + \sum_{j=2}^4 a_j \text{Macro}_{ij} + \sum_{j=5}^{10} a_j \text{GOV}_{ij} + \sum_{j=11}^{16} a_j \text{Social}_{ij} + \sum_{j=17}^{25} a_j \text{lieu}_{ij} + \sum_{j=26}^{28} a_j \text{BL}_{ij} + \sum_{j=29}^{36} a_j \text{TR}_{ij} + \sum_{j=37}^{39} a_j \text{DOM}_{ij} + \sum_{j=40}^{46} a_j \text{SJ}_{ij} + \sum_{j=47}^{68} a_j \text{Year}_{ij} + \sum_j a_j \text{Inter Year} + \epsilon_i$$

En décortiquant les éléments qui composent la taille, les variables macro-économiques, de gouvernance et sociales, nous obtenons :

### Équation 1

*Régression linéaire de la sévérité des pertes opérationnelles*

$$y_i = a_0 + a_1 \log(\text{Actifs}_i) + \sum_{j=2}^4 a_j \text{Macro}_{ij} + a_5 \text{Control Corrup}_i + a_6 \text{Gov Eff}_i + a_7 \text{Pol. Stab.}_i + a_8 \text{Regul. Qual}_i + a_9 \text{Rule Law}_i + a_{10} \text{Voice Acc.}_i + a_{11} \text{Pow. Dis.}_i + a_{12} \text{Indi.}_i + a_{13} \text{Mas.}_i + a_{14} \text{Uncert. Av}_i + a_{15} \text{Long Orien.}_i + a_{16} \text{Indu.}_i + \sum_{j=17}^{25} a_j \text{lieu}_{ij} + \sum_{j=26}^{28} a_j \text{BL}_{ij} + \sum_{j=29}^{36} a_j \text{TR}_{ij} + \sum_{j=37}^{39} a_j \text{DOM}_{ij} + \sum_{j=40}^{46} a_j \text{SJ}_{ij} + \sum_{j=47}^{68} a_j \text{Year}_{ij} + \sum_j a_j \text{Inter Year} + \epsilon_i$$

Avec :

$i$  : la dimension individuelle qui indique le nombre des banques ( $i= 1, 2, 3 \dots, 20, \dots$ ) ;

$y_i$  : Le logarithme du montant de la perte opérationnelle de la banque  $i$  ;

$a_0$  : le logarithme de la composante commune ;

$\text{Log (Actifs)}_i$  : taille de la banque  $i$  ;

$\text{CPI ajusté}_i$  : l'indice de prix à la consommation du pays où se trouve la banque  $i$  ;

$\text{PIB}_i$  : le Produit intérieur brut du pays de la banque  $i$  ;

$\text{Taux de chômage}_i$  : Taux de chômage du pays de la banque  $i$  ;

*Indicateurs de gouvernance selon le pays où se trouve la banque  $i$*

$\text{Control of Corruption}_i$  : Contrôle de la corruption ;

$\text{Gouv. Efi.}_i$  : efficacité du gouvernement ;

$\text{Pol. Sta.}_i$  : stabilité politique ;

$\text{Reg. Qual.}_i$  : qualité réglementaire ;

$\text{Rule Law}_i$  : règles de loi ;

Voice and Accountability : voix et responsabilité ;

*Indicateurs Sociaux selon le pays de la banque i*

Power Distance<sub>i</sub> : distance de pouvoir ;

Individualism<sub>i</sub> : Individualisme ;

Masculinity<sub>i</sub> : Masculinité ;

Uncertainty Avoidance<sub>i</sub> : Contrôle d'incertitude ;

Long Term Orientation<sub>i</sub> : Orientation à long termes ;

$\sum$  Lieu<sub>ij</sub> : le lieu d'occurrence de la perte opérationnelle : variable binaire qui prend 1 si la perte de la banque i a eu lieu dans le pays j ;

$\sum$  TR<sub>ij</sub> : le type de l'incident opérationnel j de la banque i, il s'agit d'une variable indicatrice (binaire prend la valeur 1 si la perte a eu lieu dans ce type de risque j) ;

$\sum$  BL<sub>ij</sub> : une variable binaire qui prend 1 si la perte de la banque i a eu lieu dans la ligne de métier j, 0 si non (il existe deux lignes d'affaires banque de détail et banque commerciale) ;

$\sum$  SJ<sub>ij</sub> : le système juridique qui prend 1 si la perte de la banque i a eu lieu dans un système juridique j ;

Year : variable indicatrice représentant l'année de l'occurrence la perte dans la banque i ;

InterYear : intersection de l'année avec les facteurs explicatifs ;

$e_i$  : le terme d'erreur qui suit une loi normale (0,  $\sigma^2$ ) ;

Nous avons décidé d'inclure des variables indicatrices pour l'année au cours de laquelle la perte s'est produite afin de saisir les effets temporels possibles comme il a été préconisé par la littérature ainsi que les interactions de chaque variable temporelle avec les autres variables explicatives. (Le coefficient des variables temporelles n'est pas présent dans le tableau récapitulatif ci-dessus vu le nombre important des années allant de 1996 à 2016, voir Annexe).

L'estimation des paramètres est faite par la méthode des moindres carrés ordinaires<sup>46</sup>. Avant de passer à l'interprétation, il faut d'abord passer par la vérification des hypothèses de la régression multiple.

### 3.2. Test d'hétéroscédasticité

Afin de tester l'hypothèse stipulant l'homoscédasticité du terme d'erreur, nous avons décidé d'appliquer le test de *Breusch-Pagan*, le problème du test est le suivant :

- H0 : homoscédasticité ;
- H1 : hétéroscédasticité.

Si la probabilité associée au test est inférieure à  $\alpha$ , on rejette l'hypothèse d'homoscédasticité (H0). En revanche, si la probabilité est supérieure à  $\alpha$ , l'hypothèse nulle est vérifiée et nous pouvons supposer l'homoscédasticité des résidus. Avec  $\alpha = 5\%$  = seuil de significativité.

#### Tableau 12

Test d'hétéroscédasticité *Breusch-Pagan-Godfrey*<sup>47</sup>.

Heteroskedasticity Test : Breusch-Pagan-Godfrey

F-statistic	5.327014	Prob. F(79,4014)	0.0000
Obs*R-squared	388.4914	Prob. Chi-Square(79)	0.0000
Scaled explained SS	501.1444	Prob. Chi-Square(79)	0.0000

Le résultat du test d'hétéroscédasticité nous démontre que les p-values du test sont inférieurs à 5 %, ceci implique automatiquement le rejet de l'hypothèse nulle. Ce test nous a donc révélé l'existence du phénomène d'hétéroscédasticité entre les erreurs. Dans ce cas, l'application de la méthode des Moindres Carrés Ordinaire n'est pas valable (comme il a été démontré dans la

<sup>46</sup> Les résultats de l'estimation de la régression linéaire par estimateur des moindres carrés ordinaire sont dans l'annexe n°5.

<sup>47</sup> Résultat obtenu grâce au logiciel Eviews.

littérature). L'hétéroscédasticité est chose normale lorsqu'il s'agit d'une base de données de type *Pooled Cross Section data*. En règle générale, les données pooled cross section contiennent beaucoup plus d'observations transversales que le nombre de périodes de temps regroupées. Par conséquent, les modèles ressemblent généralement à une analyse transversale avec d'éventuelles corrections d'hétéroscédasticité (Pedace, 2013, p.282).

Nous avons le choix dans ce cas entre l'estimateur proposé par White : *White's Heteroskedasticity Consistent standard errors* ou encore la méthode des *Moindres Carrés Pondérés* si nous avons plus d'informations sur l'origine de l'hétéroscédasticité.

### 3.3. Test d'auto corrélation des erreurs

Pour vérifier l'autocorrélation des erreurs dans notre modèle, notre choix s'est porté sur le test statistique de Breusch-Godfrey.

**Tableau 13 :** *Test d'autocorrélation des erreurs Breusch-Godfrey*<sup>48</sup>

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test :

F-statistic	14.22921	Prob. F(2,4012)	0.0000
Obs*R-squared	28.83553	Prob. Chi-Square(2)	0.0000

Le test de *Breusch-Godfrey* a démontré que la probabilité associée au test est inférieure à 5 %, nous concluons qu'il existe une autocorrélation des résidus dans notre modèle. Les estimateurs obtenus par la méthode des Moindres Carrés Ordinaire sont certes sans biais en présence d'hétéroscédasticité, mais ne sont plus à variance minimale. Comme le montre la littérature, il

<sup>48</sup> Résultat obtenu grâce au logiciel Eviews.

faut donc déterminer un nouvel estimateur qui prend en considération l'absence d'homoscédasticité des résidus.

Selon les deux tests, nous concluons que notre modèle est hétéroscédastique et les erreurs sont autocorrélées → Pedace (2013, p.270) justifie l'existence de l'auto-corrélation des erreurs dans le modèle de régression par le fait de l'existence des observations de type séries chronologiques ou encore de panel ou *pooled cross section* où l'influence d'une erreur d'une période sur une autre est plausible. Les estimateurs que nous avons trouvés pour l'instant en utilisant la méthode des Moindres Carrés sont sans biais, mais non à variance minimale (les estimateurs sont biaisés dans le cas où le modèle n'a pas bien été spécifié, c'est-à-dire que le modèle n'est pas adapté à une régression linéaire, ce qui n'est pas notre cas puisque nous avons démontré grâce à la littérature l'existence de cette relation linéaire entre le log des pertes et les autres variables explicatives). Dans ce cas de figure, deux scénarios sont donc possible, la méthode des Moindres Carrés Généralisés (MCG) ou l'estimateur de Newey-West qui est valable en cas d'hétéroscédasticité et d'autocorrélation des résidus si la cause de l'auto corrélation et l'hétéroscédasticité n'est pas déterminée. Abdymomunov & Curti (2019) ont utilisé l'estimateur Newey and West (heteroscedasticity and autocorrelation consistent standard errors) pour quantifier la sévérité du risque opérationnel en utilisant le total des actifs et une mesure de la qualité de la gestion des risques comme facteurs de mise à l'échelle. Nous allons adopter la même méthode d'estimation vu la ressemblance de la nature des données.

### 3.4. Estimation par méthode Newey West

**Tableau 14**

*Résultat de la régression linéaire incluant seulement la variable taille*

<b>Variables explicatives</b>	<b>Modèle 1</b>
Constante	-2.050259*** <i>(0.0000)</i>
Taille : LOG (Actifs)	0.128765*** <i>(0.0000)</i>
R <sup>2</sup>	0.092565
R <sup>2</sup> ajusté	0.087974

Les chiffres en italiques sont les seuils expérimentaux (p-values).

Nous commençons par une régression simple incluant seulement la variable taille Modèle (1), modèle semblable à celui de Shih et al (2000). Les résultats montrent que la taille n'explique qu'une très faible partie du niveau des pertes environ (8 %).

***Hypothèse 1a est confirmée : Nous supposons alors que la taille influence le risque opérationnel (gravité) au côté d'autres facteurs explicatifs.***

Puisque la taille n'explique qu'une faible partie du montant de la perte, nous allons donc procéder par l'intégration de l'ensemble des facteurs qui ont été présentés dans le troisième chapitre.

Le tableau présenté ci-dessous concerne les résultats de l'estimation des coefficients de la régression linéaire selon l'estimateur de Newey-West. La deuxième colonne est notre modèle de base qui regroupe l'ensemble des variables explicatives ayant un impact sur le montant du risque opérationnel. La troisième colonne est obtenue grâce à la méthode par élimination progressive (Backward elimination). Les chiffres dans la première ligne pour chaque variable concernent les coefficients de ces variables alors que les chiffres entre parenthèses concernent les seuils expérimentaux (p-values).

**Tableau 15**

*Résultat d'estimation des paramètres de la régression linéaire<sup>49</sup>*

Variables explicatives		Modèle de base	Modèle Optimal
	<b>Constante</b>	2.533666** (0.0203)	1.899500*** (0.0000)
<b>Taille</b>	<b>LOG (Actifs)</b>	0.096417*** (0.0000)	0.107928*** (0.0000)
<b>Macroéconomique</b>	<b>CPI Ajusté</b>	-0.332132 (0.3889)	
	<b>Taux de chômage</b>	-0.017607 (0.1692)	
	<b>PIB</b>	1.10 <sup>E</sup> -13 (0.1140)	7.9 <sup>E</sup> -14 (0.0869)
<b>Gouvernance</b>	<b>Contrôle de la corruption</b>	0.429753 (0.1364)	0.525927*** (0.0052)
	<b>Efficacité du gouvernement</b>	-0.082882 (0.7833)	
	<b>Stabilité Politique</b>	0.200015 (0.1911)	
	<b>Qualité réglementaire</b>	0.122680 (0.5367)	

<sup>49</sup> Ce tableau a été élaboré à l'aide du logiciel E-VIEWS. (Voir l'Annexe n°5 pour les détails du calcul).

Variables explicatives		Modèle de base	Modèle Optimal
	<b>Règle de loi</b>	-0.795439** (0.0433)	-0.607640** (0.0127)
	<b>Voix et responsabilité</b>	0.016735 (0.9355)	
	<b>Distance du Pouvoir</b>	-0.004099 (-0.004099)	
<b>Social/culturel</b>	<b>Individualisme</b>	0.013653* (0.0736)	0.009407** (0.0187)
	<b>Masculinité</b>	-0.001499 (0.7452)	
	<b>Contrôle de l'Incertitude</b>	-0.012620*** (0.0105)	-0.015322*** (0.0000)
	<b>L'Orientation à Long terme</b>	0.008157 (0.1865)	
	<b>Indulgence</b>	0.002672* (0.06704)	
	<b>AF : Afrique</b>	-0.395983 (0.3247)	
	<b>AS : Asie</b>	-1.121660*** (0.0011)	-0.446453*** (0.00423)
<b>Lieu Géographique</b>	<b>MENA</b>	1.316961** (0.0440)	1.027332*** (0.0001)
	<b>CANADA</b>	-0.549979* (0.0512)	
<b>(Variable Indicatrice : référence Europe)</b>	<b>OTHER</b>	-0.538908* (0.0987)	
	<b>SA : Amérique Latine</b>	-0.575148 (0.2400)	
	<b>EAST EU</b>	-0.295487 (0.4103)	
	<b>USA</b>	-0.796945 (0.3833)	
	<b>EU (Europe)</b>		0.407231*** (0.0064)
<b>Lignes d'affaires</b>	<b>BL RB</b>	-1.250181*** (0.0000)	-1.063370*** (0.0000)

Variables explicatives		Modèle de base	Modèle Optimal
Types de risque opérationnel  (Variable Indicatrice : référence TR CBPB)	<b>BLCB</b>	-0.253996 (0.1903)	
	<b>TR IF</b>	-0.941614*** (0.0000)	-1.023808*** (0.0000)
	<b>TR BDSF</b>	0.317548 (0.6200)	
	<b>TR EDPM</b>	-1.192527*** (0.0000)	-1.337794*** (0.0000)
	<b>TR EF : Fraude Externe ;</b>	-1.148504*** (0.0000)	-1.177397*** (0.0000)
	<b>TR EPWS</b>	-0.862345*** (0.0001)	-1.017690*** (0.0000)
	<b>INTER : interaction entre deux types de risque</b>	0.307661** (0.0486)	
	<b>TR DPA</b>	0.038365 (0.9028)	
Domicile : Variable indicatrice : Référence Hors Domicile	<b>DOMICILE</b>	0.265851*** (0.0071)	0.235964** (0.0125)
	<b>INTER DOM</b>	0.397065 (0.2564)	
Système juridique  (Variable indicatrice : référence SJ3 : germanique)	<b>SJ1 : Système juridique français ;</b>	-0.264927 (0.2799)	-0.555018*** (0.0003)
	<b>SJ2 : Système juridique du Common Law</b>	-0.193025 (0.5956)	-0.789267*** (0.0000)
	<b>SJ4 : système juridique Scandinave ;</b>	-0.724761 (0.1770)	-1.090548*** (0.0022)
	<b>SJ5 : Droit religieux et Hybride ;</b>	0.193025 (0.5956)	
	<b>R<sup>2</sup></b>	26.1995%	25,9685%
	<b>R<sup>2</sup> ajusté</b>	24.74470%	24 ,9260%

Variables explicatives	Modèle de base	Modèle Optimal
<b>F</b>	18.03783	24.91114
<b>Prob(F-statistic)</b>	0.000000	0.000000
<b>Akaike Information Criterion</b>	4.077528	4.073417
<b>Shwarz Criterion</b>	4.121234	4.162914

\*\*\* : Coefficient significatif à un seuil de 1% ;

\*\* : Coefficient significatif à un seuil de 5% ;

\* : Coefficient significatif à un seuil de 10%.

Nous avons réussi à développer le modèle suivant en gardant uniquement les variables qui sont statistiquement significatifs ;

$$\hat{y}_i = \hat{a}_0 + \hat{a}_1 \log(\text{Actifs}_i) + \hat{a}_2 \text{PIB}_i + \hat{a}_3 \text{Control Corrup}_i + \hat{a}_4 \text{Rule Law}_i + \hat{a}_5 \text{Indi}_i + \hat{a}_6 \text{Uncert. Av}_i + \hat{a}_7 \text{EU}_i + \hat{a}_8 \text{MENA}_i + \hat{a}_9 \text{AS}_i + \hat{a}_{10} \text{BLRB}_i + \hat{a}_{11} \text{TRIF}_i + \hat{a}_{12} \text{TREF}_i + \hat{a}_{13} \text{TREDPM}_i + \hat{a}_{14} \text{TREPWS}_i + \hat{a}_{15} \text{Domicile}_i + \hat{a}_{16} \text{SJ1}_i + \hat{a}_{17} \text{SJ2}_i + \hat{a}_{18} \text{SJ4}_i + \sum_{j=19}^{38} \hat{a}_j \text{Year}_{ij} + \sum_j \hat{a}_j \text{Inter Year}_i$$

Où :

$y_i$  : Log (pertes)  $_i$  ;

$i$  : la dimension individuelle qui indique le nombre des banques ;

$\hat{a}_0$  : représente le log (Composante Commune) et le reste de l'équation concerne le log (Composante idiosyncratique) ;

### 3.5. Examen de la multi-colinéarité

Nous considérons pour cette étape le facteur d'inflation de la variance (FIV) ou (VIF) de chaque terme du modèle (voir Annexe n°5 test de VIF). Comme nous l'avons cité auparavant, les

facteurs d'inflation de la variance servent généralement à diagnostiquer les problèmes de multi-colinéarité dans les modèles de régression, et les valeurs VIF supérieures à 10 sont généralement considérées comme des indications sérieuses d'une forte corrélation entre les variables indépendantes, car cela indiquerait que la variance du coefficient de régression estimé est supérieure à 10 fois la taille qu'elle serait pour les variables non corrélées (Kutner et al., 2005, p.409). Nous éliminons progressivement les variables les plus corrélées avec la variable d'intérêt, jusqu'à ce que la valeur VIF de cette variable tombe en dessous de 10. (La moyenne des VIF du modèle de base qui regroupe l'ensemble des variables explicatives est nettement supérieure à 10, nous avons donc procédé par élimination, la moyenne du VIF du modèle optimal est de 3.053 ce qui veut dire qu'il n'existe pas de problème de multi-colinéarité).

**Tableau 16***VIF des variables explicatives*

<b>VARIABLES EXPLICATIVES</b>	<b>VIF</b>
LOG(ASSETS)	1.331933
PIB	5.322495
Contrôle de corruption	7.939019
Règle de loi	6.100676
INDIVIDUALISM	8.308145
UNCERTAINTY AVOIDANCE	2.723238

EU : Europe	2.629029
AS : ASIE	3.313294
MENA	1.345328
TR EDPM : Exécution livraison et gestion des processus	1.071489
TR EF : Fraude externe	1.490540
TR EPWS : Pratiques en matière d'emploi et sécurité sur le lieu de travail	1.048422
TR IF : Fraude interne	1.477509
BL RB : Banque de Détail	1.089686
SJ1 : Système Juridique Français	1.810213
SJ4 : Système Juridique Scandinave	1.321612
SJ2 : Système Juridique Anglais	5.401765
DOMICILE	1.244016
<b>MOYENNE VIF</b>	<b>3,0538005&lt;10</b>

## 4. Interprétation des résultats

### 4.1. Analyse statistique des résultats de l'estimation

#### 4.1.1. Test de significativité individuelle : test de Student

Pour savoir si une variable joue un rôle explicatif dans un modèle, nous devons vérifier le test de Student t ou test de significativité du coefficient de la variable explicative (Hamisultane, 2002, p.18).

Soit le modèle général suivant :

$$y_t = a_0 + a_1 X_{1t} + a_2 X_{2t} + \dots + a_{k-1} X_{(k-1)t} + \varepsilon_t \quad \text{pour } t = 1, 2, \dots, T$$

Nous avons :

$H_0 : a_i = 0$  où  $i = 0, 1, \dots, (k - 1) \Rightarrow$  le coefficient n'est pas significatif

$H_1 : a_i \neq 0 \Rightarrow$  Le coefficient est significatif

La statistique de test est :

$$t = \frac{\hat{a}_i - a_i}{\hat{\sigma}_{\hat{a}_i}} \sim S(T-k).$$

La statistique de test suit la loi de Student à (T-k) degrés de liberté car les erreurs du modèle suivent une loi normale.

Sous  $H_0$  vraie, nous avons :

$$t = \frac{\hat{a}_i}{\hat{\sigma}_{\hat{a}_i}} \sim S(T-k).$$

La règle de décision est la suivante

Si  $|t| > t^*$  où  $t^*$  est la valeur critique de la table de Student pour un risque fixé et un nombre de degré de liberté égal à (T - k)

$\Rightarrow$  Nous rejetons  $H_0$  et nous acceptons  $H_1$  : le coefficient est significativement différent de zéro

Cependant, lorsque la taille d'échantillon est grande ( $T > 30$ ), nous pouvons comparer  $|t|$  directement avec le seuil critique de la loi normale centrée et réduite qui est 1,96 (pour un risque de 5 %) car d'après le théorème central limite, la loi de Student tend vers une loi normale lorsque  $T$  est suffisamment grand, ce qui est notre cas.

Donc, si  $|t| > 1,96 \Rightarrow$  nous rejetons  $H_0$  et nous acceptons  $H_1$  : le coefficient est significatif et la variable joue un rôle explicatif dans le modèle.

La base de données contient de nombreuses variables caractérisant la taille de l'entreprise telles que les revenus totaux, l'actif total, le nombre d'employés et les capitaux propres totaux. Cependant, comme toutes ces variables sont corrélées, nous avons choisi l'actif total (la variable la plus corrélée aux montants des pertes) comme estimateur de la taille.

Le coefficient de la variable Taille estimée par le log des actifs est significatif au seuil de 1 %. Le signe de ce coefficient est positif, ceci confirme le fait que plus une banque est grande, plus elle devient sensible aux pertes opérationnelles.

Concernant les variables qui captent l'effet que peut avoir l'emplacement géographique, nous remarquons que seuls les coefficients des variables dichotomiques qui représentent le continent asiatique, la région MENA, le Canada, et Autres (Nouvelle Zélande et îles) sont significativement différents de 0. En effet, le coefficient de la variable ASIE est significatif au seuil de 1%, alors que celui de la région MENA, il est significatif au seuil de 5 %. Le Canada et Autres sont statistiquement significatifs au seuil de 10 %. Le signe négatif doit être interprété par rapport au coefficient de référence qui est dans notre cas EU (Europe). Ainsi, les estimations relatives aux autres variables indicatrices représentant le lieu géographique de la banque  $i$ , qui sont  $AF$ ,  $AS$ ,  $USA$ ,  $OTHER$ ,  $MENA$ ,  $SA$ ,  $CANADA$ ,  $EAST-EU$ , mesurent les taux des variations du  $\text{Log}(\text{pertes})$  relativement à l'EUROPE. Par exemple dans notre cas, il ressort que l'Europe

est un environnement plus risqué en comparaison avec AF (de 39.5 %), en comparaison aussi avec USA, CANADA, OTHER, SA, ESAT-EU et AS. Nous remarquons que l'ASIE est l'environnement le moins risqué alors que la région MENA est l'EU sont les plus risqués. En ce qui concerne la significativité statistique seul AS est considérée significative à 1 % et négative en termes de sévérité des pertes opérationnelles par rapport à l'EU comme nous venons de l'expliquer. Le coefficient de la Région MENA est significatif à 5 %, mais positif par rapport à la référence, alors que les coefficients d'OTHER et CANADA sont significatifs à 10 % et connaissent moins de pertes que l'Europe. Pour s'assurer que cette différence est statistiquement significative, nous avons refait la régression, mais en prenant la variable CANADA comme catégorie de référence. Les résultats montrent effectivement que le coefficient de la variable AS est négatif, statistiquement différent de 0, et constitue toujours l'environnement le moins risqué parmi toutes les catégories. Dans le modèle optimal où nous avons éliminé les variables n'ayant pas de significativité statistique par procédure d'élimination progressive, AS est toujours significatif à un seuil de 1 %, et reste toujours l'environnement le moins risqué par rapport à la région MENA ET EU (qui sont aussi significatifs à 1 %).

Nous retenons aussi, quant à l'environnement macro-économique que les coefficients ne sont pas significatifs dans le modèle de base, mais dans le modèle optimal le coefficient du PIB est positif et statistiquement significatif à 10 %. Cela signifie que des pertes opérationnelles plus graves sont encourues dans les pays qui ont des économies plus grandes.

Quant aux types des pertes opérationnelles, nous remarquons que les types de pertes *Fraude Interne, Exécution Livraison et Gestion des Processus, Fraude Externe, de travail* ont un impact significatif sur la sévérité des pertes au seuil de 1%. Il s'agit de variables binaires, donc l'interprétation des signes se fait toujours en prenant en considération la référence choisie, qui

est dans notre cas le type *Clients Produits et Pratiques Commerciales*. Si nous prenons en considération seulement les types de risque statistiquement significatifs, nous pouvons conclure que le type de risque ayant le moins d'impact sur le risque opérationnel est le type de risque *Exécution Livraison et Gestion des Processus* avec un coefficient qui s'élève à -1,192. Les coefficients des types de risques *Pratiques en matière d'Emploi et Sécurité sur le lieu de travail* (-0.862) et *fraude Interne* (-0.941) montrent que les pertes sont plus importantes en montants pour ces deux types que pour les autres types de risques (toujours en prenant *clients produits et pratiques commerciales* comme référence).

La ligne d'affaire *Banque de détail* a un pouvoir explicatif, statistiquement significatif à un seuil de 1 %. Son coefficient s'élève à -1.250 alors que le coefficient de la ligne d'affaire *Banque commerciale* (qui est non significatif statistiquement) s'élève à -0.253, cela explique que la ligne d'affaire *Banque de Détail* a un impact moindre sur le montant de la perte en comparaison avec la *Banque Commerciale*. (La référence étant la ligne d'affaire *Inter* qui représente l'intersection des lignes d'affaires, en d'autres termes les banques qui ont connu des pertes dans les deux lignes d'affaires, nous étions dans l'obligation de rajouter l'intersection puisqu'elles sont supposées être mutuellement exclusives comme il a été détaillé auparavant.).

En ce qui concerne l'impact de la gouvernance sur la sévérité des pertes opérationnelles, les résultats de l'estimation démontrent que seul le coefficient de la variable *Règle de loi* a un impact négatif qui est significatif à 5 % dans le modèle de base ce qui s'aligne avec nos attentes. Dans le modèle optimal qui regroupe seulement les variables statistiquement significatives, le coefficient de la variable *Contrôle de Corruption* est devenu positivement significatif à un seuil de 1 %. Quant aux autres facteurs, il est vrai que nous avons remarqué le signe positif des coefficients des variables *Stabilité Politique*, *Qualité Réglementaire*, *Efficacité du*

*Gouvernement et voix et Responsabilité*, mais l'impact positif n'est pas statistiquement significatif.

Les résultats de l'estimation nous dévoilent aussi que seul les coefficients des variables *Individualisme* et *Contrôle de l'Incertitude* représentant le facteur culturel et social ont un impact significatif respectivement au seuil de 10 % et de 1 % dans le modèle de base (dans le modèle optimal, ils sont respectivement significatifs à 5 % au lieu de 10 %, et de 1 %). L'Individualisme qui représente le degré d'interdépendance qu'une société entretient entre ses membres impacte positivement le montant des pertes alors que le Contrôle de l'incertitude qui représente le besoin de travailler dans un cadre stable organisé et structuré a un impact négatif sur le risque opérationnel.

Cependant, aucune des variables dichotomiques de l'origine du système juridique n'est statistiquement significative dans notre modèle de base. Il est possible que le système juridique semble ne pas avoir d'importance (qu'il s'agisse de l'anglais, du français, de l'allemand ou du scandinave), car ce qui importe le plus, c'est le degré d'application de la loi. Le rôle joué par la nature (ou l'origine) du système juridique peut être faussé par l'absence de données sur l'application des lois, comme le soutiennent La Porta et al. (1998). Il se pourrait également que l'effet du système juridique soit saisi par un indicateur de gouvernance particulier, l'État de droit par exemple. Par contre, dans le modèle optimal, nous remarquons que l'origine des systèmes juridiques Français, Anglais et Scandinave deviennent statistiquement significatifs au seuil de 1 %. Conformément à nos attentes, nous observons que le système juridique Scandinave a le moins d'impact sur le montant des pertes, en deuxième lieu vient le *Système Anglais du Common Law* et enfin le *Système Juridique Français* qui est le système dans lequel se retrouve les montants de pertes les plus importantes.

Finalement nous retenons un impact significatif de la variable *Domicile* sur le risque opérationnel à un seuil de de 1 % en se référant à la variable omise qui est dans notre cas Hors Domicile. Cela veut tout simplement dire que les pertes observées dans une banque se situant dans le même pays de l'entité légale est beaucoup plus grave que si la perte a été observée dans une filiale ou succursale étrangère de l'entité légale.

#### 4.1.2. Test de significativité globale : test de Fisher

Concernant le test de significativité globale (test de Fisher), les coefficients des variables explicatives sont globalement significatifs au seuil statistique usuel de 5 %. Il importe de rappeler en quoi consiste la loi de Fisher (Hamisultane, 2002, p.19).

Le test de Fisher permet de tester la significativité de l'ensemble des coefficients d'un modèle.

Soit le modèle général :

$$y_t = a_0 + a_1x_{1t} + a_2x_{2t} + \dots + a_{k-1} x_{(k-1)t} + \varepsilon_t \quad \text{pour } t = 1, 2, \dots, T$$

Les hypothèses du test de Fisher sont les suivantes :

$H_0 : a_1 = a_2 = \dots = a_{k-1} = 0$  (la constante  $a_0$  est non nul)

⇒ L'ensemble des coefficients du modèle est non significatif

$H_1$  : il existe au moins un coefficient non nul.

La statistique de test sous  $H_0$  vraie est :

$$f = \frac{(SCR_c - SCR_{nc}) / (dlc - dlnc)}{SCR_{nc} / dlnc} \sim > F(dlc - dlnc, dlnc) = F(p, q)$$

Où :  $SCR_c$  = SCR (somme des carrés des résidus) du modèle contraint (modèle lorsque  $H_0$  est vérifiée)

$SCR_{nc}$  = SCR du modèle non contraint (modèle lorsque  $H_1$  est vérifiée)

$dlc$  = degré de liberté du modèle contraint =  $T - 1$  (car il n'y a qu'une seule variable explicative qui est non nul qui est le terme constant  $a_0$ )

$dlnc$  = degré de liberté du modèle non contraint =  $T - k$  (car il y a  $k$  variables explicatives au maximum dans le modèle).

La règle de décision est la suivante :

Si  $f > f^*(p, q)$  où  $f^*(p, q)$  est la valeur donnée par la table de Fisher pour  $p$  et  $q$  donnés et pour un risque fixé .

⇒ Nous acceptons  $H_1$  : il existe au moins un coefficient non nul.

#### 4.1.3. Qualité d'ajustement du modèle

En ce qui concerne la qualité d'ajustement du modèle représenté par le coefficient de détermination, ajusté  $R^2$  ajusté, il s'élève à 24.74470 %. Ce qui veut dire que les variables explicatives sélectionnées n'expliquent que presque 25 % des variations du  $\log(\text{Loss})$  qui représente la sévérité de la perte. Il sera donc accepté puisqu'il est difficile de capturer certains facteurs non-observables, qui ne sont pas présents dans la base de données externe. Nous remarquons certes qu'il est faible, mais reste meilleur que les 5 % trouvés dans la littérature à ce jour (Shih et al. 2000), les 10,63 % trouvés dans l'étude menée par Dahen (2006) ou encore les 12% de Li & Moosa (2015).

#### 4.2. Analyse économique des résultats de l'estimation

Cette étape vise à vérifier si les variables explicatives utilisées dans notre modèle sont conformes à nos attentes.

Concernant l'effet de la taille sur le montant du risque opérationnel, nous avons déjà vérifié l'hypothèse 1a et nous avons démontré que la taille n'explique pas à elle seule la perte opérationnelle (modèle (1)) et qu'il est indispensable de recourir à d'autres facteurs. Lors de

l'ajout de tous les facteurs comme il est représenté dans le modèle de base, il est à mentionner que la valeur du coefficient estimé pour la taille reste stable et demeure significativement différente de 0, et ce, par rapport au modèle de base. Nos résultats sont conformes à la littérature : Hartug (2004), Dahen (2006), Cope et al. (2008). Cependant, la taille ne représente qu'une petite partie de la variabilité de la perte opérationnelle, d'où la nécessité de recourir à d'autres facteurs explicatifs.

Quant à la ligne d'affaire, nos résultats sont différents de ceux trouvés dans la littérature, puisque nous avons trouvé que la *banque de détail* a un impact significatif moins important sur le montant des pertes en comparaison avec la ligne d'affaires *banque commerciale*. Les études menées l'étude menée par des agences de réglementations bancaires (LCDE : Loss Data Collection Exercise), par exemple dévoile que les banques de détails ont plus de chance de produire des pertes opérationnelles que les banques commerciales. Par contre nos résultats sont conformes à Dahen (2006).

- ➔ Confirmation de l'Hypothèse 2a : au moins une des lignes d'affaires a un impact sur le montant du risque opérationnel ;
- ➔ Infirmer de l'Hypothèse 2b : la ligne d'affaire banque de détail n'est pas la ligne d'affaire ayant le plus d'impact sur le risque opérationnel.

Concernant les types de risque opérationnels, nous avons remarqué que les types de risque ont un pouvoir important dans l'explication de la perte. Ce constat est conforme à ceux obtenus par : LDCE et QIS-4<sup>50</sup> ou encore Ganegoda et al. (2011). Nous avons trouvé que le type de risque lié aux pratiques en matière d'emploi et sécurité sur le lieu de travail présente la

---

<sup>50</sup> LDCE : Loss Collection Exercise, QIS-4 : Quantitative Impact Study 4. Il s'agit de deux études menées par la Fédérale Américaine et des agences de réglementations économiques dans le but d'évaluer l'impact de Bale II sur le capital minimum réglementaire.

sensibilité la plus élevée en matière d'explication de la sinistralité des pertes opérationnelles. En revanche, l'étude menée par Moosa et al. (2015) révèle que les fraudes de type interne et externe sont plus susceptibles d'avoir un impact sur le montant des pertes

- ➔ Confirmation de l'Hypothèse 3a : au moins l'un des types de risques a un impact significatif sur le montant des pertes opérationnelles ;
- ➔ Infirmerie de l'Hypothèse 3b : les catégories Client produits et pratiques commerciales et ainsi que les Fraudes internes et les Fraudes externes ne sont pas susceptibles d'avoir plus d'impact sur le montant risque opérationnel que les autres types de risque.

Conformément à nos attentes, les facteurs régionaux influencent les montants des pertes. Selon les résultats de l'estimation, l'environnement européen est plus risqué que l'environnement américain. Ceci rejoint les résultats trouvés par Fiordelisi et al. (2014) en expliquant ce constat par le fait que les mécanismes de sanction Nord-Américain sont plus efficaces et fermes qu'en Europe.

- ➔ Confirmation de l'Hypothèse 4a : le lieu géographique est étroitement lié au risque opérationnel ;
- ➔ Confirmation de l'Hypothèse 4b : l'Europe représente l'un des environnements les plus risqués en termes de pertes opérationnelles.

En ce qui concerne l'environnement macro-économique, nous nous attendions à ce que le taux de chômage ait une relation positive avec les pertes, puisque un taux élevé implique forcément une plus grande manifestation de fraude et d'activités criminelles. Chose qui n'est pas prouvée statistiquement. En revanche, nous avons trouvé que les pertes opérationnelles sont sensibles au produit intérieur brut. Ce constat rejoint le résultat trouvé par Cope et al. (2012) ou encore Moosa et al (2015). Les auteurs en effet stipulent que les actions frauduleuses ont plus tendance à se multiplier lorsque les marchés financiers sont en essor.

- ➔ Confirmation de l'Hypothèse 5a : le risque opérationnel est lié à la situation économique d'un pays.
- ➔ Infirmerie de l'Hypothèse 5b : le niveau du taux de chômage n'exerce pas d'influence sur le risque opérationnel. (sous-hypothèses non confirmées).

Quant à l'origine du système légal, nous avons trouvé que dans les pays adoptant le système juridique scandinave, les pertes sont moins intenses en comparaison avec le système juridique civil français ou encore celui du Common Law. Ce constat est conforme à nos attentes. En effet selon une étude menée par Porta et al. (1996) l'application des lois diffère beaucoup à travers le monde. Les auteurs ont réussi à démontrer que les pays de droit civil scandinave ont la meilleure qualité d'application de la loi. Une meilleure application de la loi implique forcément moins de fraudes et du coup moins de pertes opérationnelles.

L'application des lois est également forte dans les pays du Common Law, alors qu'elle est la plus faible dans les pays de droit français ce qui explique l'impact négatif que peut exercer l'appartenance au système juridique civil français sur la multiplication des pertes opérationnelles. Cependant, il faut rappeler que ce lien de causalité existant entre la réglementation en générale et l'ampleur des pertes opérationnelles est d'une grande ambiguïté. En effet, il existe plusieurs problèmes lors de l'interprétation des corrélations entre la taille des pertes et les conditions de l'environnement réglementaire. Les réglementations, ont-elles été mises en place parce que les pertes étaient importantes, ou la taille de la perte est-elle due à la présence ou à l'absence de réglementations ? En outre, l'objectif de la réglementation est-il de prévenir et d'atténuer les risques, réduisant ainsi la taille des pertes, ou d'imposer de lourdes sanctions en cas de mauvaise conduite, augmentant ainsi la taille des pertes ? Ces questions ont réussi à ressortir cette simultanéité de la relation qui peut regrouper la réglementation et la sévérité des pertes.

- ➔ Confirmation de l'Hypothèse 6a : l'origine du système juridique d'un pays influence la provenance des montants du risque opérationnel ;
- ➔ Confirmation de l'Hypothèse 6b : les pays scandinaves sont les pays les moins susceptibles de connaître le risque opérationnel contrairement aux pays du adoptant le droit civil.

Selon les résultats obtenus, nous avons déduit que l'état de droit et la lutte contre la corruption sont beaucoup plus importants que l'efficacité du gouvernement, la stabilité politique ou l'environnement réglementaire en termes de maîtrise du risque opérationnel. Une explication simple de cette constatation est que la règle de droit, établit par le World Justice Project et réalisé par la banque mondiale, qui mesure la manière dont l'état de droit est vécu et perçu par le grand public (ordre et sécurité, application de la réglementation, justice civile et justice pénale) aide à mieux détecter et appréhender la fraude en général et par conséquent mieux la sanctionner. Il est évident que la clarté, l'équité des lois ainsi que les dispositifs de lutte contre la fraude ont aidé à ralentir la multiplication des pertes opérationnelles. En revanche, la lutte contre la corruption a un impact positif sur le risque opérationnel dont la mesure ou les plus grands montants des pertes sont enregistrés dans les pays où la corruption est réduite. Il est toutefois important de mentionner que par *Règle de Droit* nous ne parlons pas de la loi réglementaire du style opérationnel de Bâle, mais plutôt du cadre réglementaire global, y compris la réglementation environnementale. En effet, le non-respect des règles de réglementation environnementale peut entraîner d'énormes pénalités (d'où des pertes opérationnelles). Néanmoins, Il faut garder à l'esprit que ces indicateurs sont issus de perceptions et ne sont pas très objectifs, cela est dû principalement à la difficulté de bien mesurer la gouvernance.

Nos résultats concernant la relation entre l'indicateur règle de droit et le montant de la sinistralité des pertes opérationnelles corrobore ceux trouvés par Cope et al (2012) et Moosa et al. (2012).

- ➔ Infirmer l'Hypothèse 7a qui stipule que la gravité des pertes opérationnelles a une relation négative avec tous les indicateurs de gouvernance ;
- ➔ Confirmation Hypothèse 7b : la qualité de la réglementation et la règle de loi sont les deux indicateurs de gouvernance qui sont les plus susceptibles d'avoir un impact sur le risque opérationnel.

Enfin, quant aux facteurs sociaux et culturels, nous avons trouvé que les sociétés individualistes ont plus tendance à connaître des risques opérationnels. Ce constat est logique dans la mesure où l'individualiste privilégie ses intérêts face à ceux d'un groupe. Les plus grands scandales financiers du type risque opérationnel étaient le fruit d'un acte individualiste de la part d'un employé, comme il est le cas dans l'affaire Kerviel de la Société Générale. Concernant l'indicateur contrôle d'incertitude, nous remarquons qu'il existe une relation significative négative avec les pertes opérationnelles. C'est-à-dire les pays dont l'indicateur de contrôle d'incertitude est élevé connaissent des pertes moins importantes que les pays dont l'indicateur est bas. En outre, les personnes issues de cultures privilégiant le contrôle d'incertitude respectent plus les lois et évitent de prendre des risques. En effet, les personnes dans les cultures où le contrôle de l'incertitude est élevé essaient de minimiser la survenue de circonstances inconnues et inhabituelles et de procéder à des changements minutieux étape par étape en planifiant et en appliquant des règles, des lois et des règlements. Cela explique l'influence négative sur les pertes puisque les employés qui ont plus tendance à respecter la réglementation dans une banque seront moins susceptibles de commettre des fraudes. La Finlande compte parmi les pays qui évitent l'incertitude et par conséquent son niveau de pertes

est moins élevé en comparaison avec la France qui connaît un score très élevé en ce qui concerne l'indicateur de contrôle d'incertitude.

- ➔ Confirmation des hypothèses 8, 8b et 8d : les facteurs culturels d'un pays ont un impact sur la provenance des pertes opérationnelles.

## 5. Robustesse du modèle

Pour tester la robustesse, nous vérifions si les résultats rapportés dans la section précédente sont stables si le modèle est estimé en utilisant seulement certains sous-ensembles des données complètes. Cela garantira que la présence de données de certains groupes de pays ou types de pertes ne biaisera pas les résultats. Par exemple, il peut arriver que des pertes extrêmes ne répondent pas aux mêmes conditions macro-environnementales que des pertes plus petites et plus « routinières ». Nous estimons donc les modèles en utilisant uniquement les pertes dans la base de données dont les pertes ne sont pas extrêmes, afin d'en déduire si le coefficient des variables significatif évolue de la même manière. D'un autre côté nous estimons un autre modèle qui comporte juste les données des pays riches pour voir si les pays en voie de développement ou les pays pauvres ont une certaine influence sur les résultats.

Le tableau suivant regroupe les estimations du modèle des données d'origine sur différents groupes des données sélectionnées. Ce tableau affiche uniquement les variables qui sont significatives dans l'ensemble de données d'origine. Nous listons la direction estimée de la relation pour chaque sous-ensemble de données, quel que soit le niveau de signification.

**Tableau 17:***Comparaison des résultats analytiques sur différents groupes de données sélectionnés<sup>51</sup>.*

<b>Variables explicatives</b>	<b>Data entière</b>	<b>Data ne contenant pas les pertes extrêmes</b>	<b>Data des pays riches</b>
LOG(ASSETS)	Croissante	Croissante	Croissante
PIB	Croissante	Croissante	Croissante
Contrôle de corruption	Croissante	Croissante	Croissante
Règle de loi	Décroissante	Décroissante	Décroissante
INDIVIDUALISM	Croissante	Croissante	Croissante
UNCERTAINTY AVOIDANCE	Décroissante	Décroissante	Décroissante
EU : Europe	Croissante	Croissante	Croissante
AS : ASIE	Décroissante	Décroissante	Décroissante
MENA	Décroissante	Décroissante <i>(coefficient non significatif)</i>	Décroissante <i>(coefficient non significatif)</i>
TR EDPM : Exécution livraison et gestion des processus	Décroissante	Décroissante	Décroissante
TR EF : Fraude externe	Décroissante	Décroissante	Décroissante

<sup>51</sup> Tableau obtenu à l'aide du logiciel E-Views, le détail du calcul est dans l'Annexe.

<b>Variables explicatives</b>	<b>Data entière</b>	<b>Data ne contenant pas les pertes extrêmes</b>	<b>Data des pays riches</b>
TR EPWS : Pratiques en matière d'emploi et sécurité sur le lieu de travail	Décroissante	Décroissante	Décroissante
TR IF : Fraude interne	Décroissante	Décroissante	Décroissante
BL RB : Banque de Détail	Décroissante	Décroissante	Décroissante
SJ1 : Système Juridique Français	Décroissante	Décroissante	Décroissante
SJ4 : Système Juridique Scandinave	Décroissante	Décroissante	Décroissante
SJ2 : Système Juridique Anglais	Décroissante	Décroissante	Décroissante
DOMICILE	Croissante	Croissante <i>(coefficient non significatif)</i>	Croissante <i>(coefficient non significatif)</i>

D'une manière générale, ce tableau semble largement confirmer que les résultats sont robustes sur des sous-ensembles des données originales. Cependant, nous observons, quelques différences minimales notamment pour la variable représentant la région géographique *MENA* ainsi que la variable *Domicile*. En effet ces deux variables dans les deux sous-groupes sont devenues non significatives alors qu'ils étaient significatifs à un seuil de 1 %. Nous pouvons donc attribuer ces résultats contraires en partie à la forte réduction de la quantité de données de l'ensemble de données d'origine.

Toujours en ce qui concerne la robustesse du modèle, nous ajoutons au premier modèle, qui inclut juste la variable représentant la taille, toutes les variables représentant les facteurs micro-

environnementaux (les sept types de risque et les deux lignes d'affaires) afin de démontrer que chaque catégorie de variable a un pouvoir statistiquement significatif pour expliquer la sévérité des pertes opérationnelles.

**Tableau 18**

*Résultat de la régression linéaire incluant les variables spécifiques à la banque*

Variables explicatives		Modèle 2
Constante		1.899500*** (0.0000)
Taille	LOG (Actifs)	0.144831** (0.0490)
Lignes d'affaires (Variable Indicatrice : référence BL INTER)	BL RB	-1.225296*** (0.0000)
	BLCB	-0.207470 (0.3309)
Types de risque opérationnel (Variable Indicatrice : référence TR CBPB)	TR IF	-0.870234*** (0.0000)
	TR BDSF	0.126320 (0.8456)
	TR EDPM	-1.137398*** (0.0000)
	TR EF : Fraude Externe ;	-1.069455*** (0.0000)

---

<b>Variables explicatives</b>	<b>Modèle 2</b>
TR EPWS	-0.754401*** (0.0000)
INTER : interaction entre deux types de risque	0.379798** (0.0278)
TR DPA	0.215697 (0.5043)
R <sup>2</sup>	0.171814
R <sup>2</sup> ajusté	0.162723

---

Comme nous le remarquons dans le tableau ci-dessus le modèle (2) ajoute des variables estimant la nature des lignes d'affaires où la perte a eu lieu ainsi que les types de risque, c'est-à-dire l'ensemble des variables représentant les facteurs spécifiques à la banque. Le coefficient de détermination ajusté passe de 8 % (modèle 1 qui inclue juste la taille comme facteur explicatif) à 16 % (modèle 2). L'ensemble des variables restent toujours significativement différentes de 0. Lorsque nous introduisant l'ensemble des facteurs macro-environnementaux comme il a été détaillé dans le modèle de base (modèle regroupant tous les facteurs), nous remarquons que R<sup>2</sup> ajusté passe de 16 % à 25 %. Ainsi, nous pouvons dire que chaque catégorie de variable a un pouvoir statistiquement significatif pour expliquer la sévérité des pertes opérationnelles et les coefficients des variables sont relativement stables. Cependant, nous ne prétendons pas que ces facteurs sont les seuls facteurs qui expliquent la variation de la gravité des pertes. Par conséquent, nous ne nous attendons pas à ce que l'ajout d'autres variables modifierait qualitativement les résultats. Par exemple l'ajout de facteurs culturels et juridiques

mais spécifiques à la banque ainsi que les facteurs de gouvernance interne à la banque. Nous laissons l'ajout de facteurs d'échelle à de nouvelles recherches.

## Conclusion du chapitre V

Ce chapitre vise à identifier l'impact des facteurs spécifiques à l'institution bancaire (taille de la banque, Type de l'incident, ligne d'affaire) ainsi que les facteurs macro-environnementaux (macroéconomiques, origines du système juridique, gouvernance externe et culturels) sur la sinistralité des pertes opérationnelles.

L'estimation des paramètres de l'équation s'est faite grâce à la méthode des moindres carrés ordinaire MCO (connu sous le nom Anglais : Ordinary Least square OLS) sous un certain nombre d'hypothèses de nature stochastiques et structurelles. L'étape suivante a consisté à faire le choix entre ces variables explicatives, candidates pour expliquer la variable  $\log(\text{Loss})$ . Nous avons donc examiné deux méthodes notamment la méthode par « Élimination progressive », et la méthode par « Sélection progressive ». Nous avons retenu le Modèle qui minimise la fonction de Akaike « *Akaike Information Criterion* » ou de Shwarz « *Shwarz Criterion* », qui est dans notre cas le modèle obtenu sous la méthode par élimination progressive. Avant de passer à la phase d'interprétations, nous avons vérifié si les hypothèses qui entendent une régression multiple sont valides. Il convient alors de s'interroger sur la robustesse des résultats. Pour se faire, nous avons effectué des examens sur les résidus. Il importe de rappeler qu'il existe une gamme de moyens pour prouver la normalité, l'homogénéité et l'absence de corrélation des résidus. Concernant l'hypothèse de la normalité des erreurs, la violation de celle-ci est loin d'être considéré comme étant la plus pénalisante pour la fiabilité du modèle. En revanche, la violation des deux autres hypothèses (homogénéité et absence d'autocorrélation) a d'énormes conséquences puisque les estimateurs obtenus par la méthode des moindres carrés, même s'ils sont sans biais, ne sont plus à variance minimale. Pour ces raisons, nous avons décidé ainsi d'appliquer le test de *Breush Godfrey* pour détecter une éventuelle dépendance des erreurs ainsi que le test *Breusch-Pagan*, pour détecter une hétéroscédasticité. Après l'application de ces tests qui analysent les résidus nous avons découvert que le Modèle est hétéroscédastique et les

résidus autocorrélés. En effet, le risque d'hétéroscédasticité est relativement important lorsqu'il s'agit de données de coupe (cross-section data), et la présence d'autocorrélation d'un autre côté est commun lorsqu'il s'agit d'un « Cluster Sampling » (c'est-à-dire que les observations sont des mesures des mêmes variables sur des sujets apparentés, ce qui est notre cas puisque nos données sont des données *Pooled Cross Section Data*). Suite à ce problème, nous étions amenés à déterminer un nouvel estimateur qui ait les mêmes propriétés que l'estimateur des MCO : sans biais, fonction linéaire et à variance minimale. L'estimateur de *Newey-West* a été le plus adopté dans notre cas. Les résultats ont montré que :

- La taille : la taille estimée par l'actif total a un impact positif sur la sévérité des pertes opérationnelles. Ceci confirme le fait que plus une banque est grande plus elle devient sensible aux pertes opérationnelles.
- Les types de risques opérationnels : ces derniers ont un pouvoir important dans l'explication de la sévérité des pertes. Nous avons remarqué que le type de risque lié aux *pratiques en matière d'emploi et sécurité sur le lieu de travail* présente la sensibilité la plus élevée en matière d'explication de la sinistralité des pertes opérationnelles.
- Les lignes d'affaires : nous avons trouvé que la ligne d'affaire *banque de détail* a un impact significatif moins important sur le montant des pertes en comparaison avec la ligne d'affaire *banque commerciale*.
- Le lieu géographique : conformément à nos attentes, les facteurs régionaux influencent les montants des pertes.
- Les indicateurs macroéconomiques : le taux de chômage n'influence pas le montant des pertes contrairement à nos attentes (un taux élevé normalement implique une plus grande manifestation de fraudes et d'activités criminelles.). Cependant, nous avons trouvé que les pertes opérationnelles sont sensibles au produit intérieur brut. C'est-à-

dire que les pertes opérationnelles sont importantes quand la situation économique d'un pays est bonne.

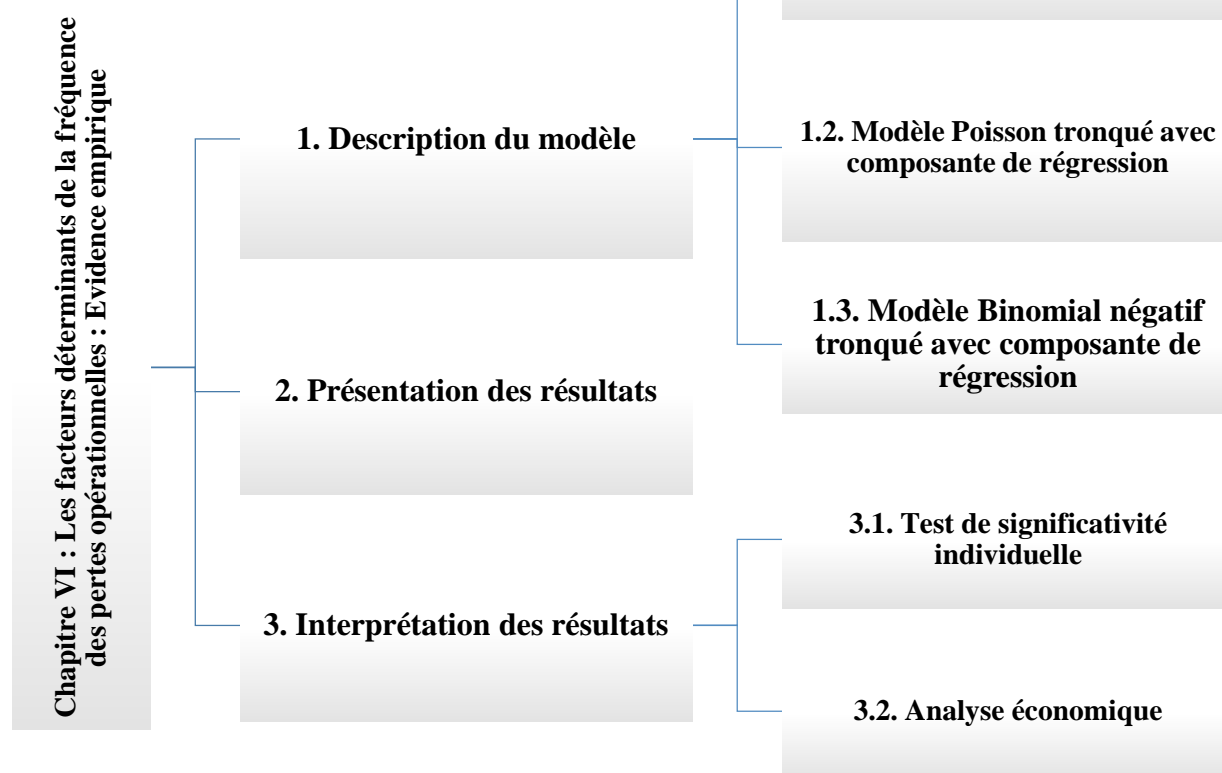
- Les systèmes juridiques : nous avons trouvé que les pays adoptant le système juridique scandinave connaissent des pertes moins importantes en comparaison avec les pays adoptant un système juridique de la famille du Common Law ou du droit civil Romano-Germanique.
- Les indicateurs de gouvernance : les résultats montrent que la gravité des pertes est négativement liée à différents indicateurs de gouvernance, en particulier la règle de droit.
- Les indicateurs culturels : comme démontré dans la littérature le lien entre les facteurs culturels d'une société et le développement économique en général est d'une grande ambiguïté. Selon nos résultats, les sociétés individualistes ont plus tendance à connaître des risques opérationnels.

Pour finir, nous avons testé la robustesse du modèle et nous avons trouvé que les résultats rapportés sont stables si le modèle est estimé en utilisant seulement certains sous-ensembles des données complètes.



**Chapitre VI : Facteurs déterminants de la fréquence des  
pertes opérationnelles : Évidence empirique**





---

## Introduction du chapitre VI

Nous rappelons qu'une distribution de perte de risque opérationnel est généralement estimée par un composé des distributions de fréquence et de gravité. Dans le chapitre précédent, nous avons mis en place un modèle conçu pour expliquer la gravité de la perte. Les résultats d'estimation montrent que de nombreuses variables ont un pouvoir significatif pour expliquer le montant de la perte. Une fois la sévérité déterminée, la question qui se pose est la suivante : à quelle fréquence une banque subira-t-elle ces pertes de type risque opérationnel ?

La réponse à cette question n'est pas évidente. En effet, nous avons remarqué que la fréquence est une notion qui fait rarement surface dans la littérature sur les risques opérationnels, bien qu'elle soit d'une grande importance dans la littérature sur les assurances. Nous remarquons que la majorité des chercheurs se sont intéressés au développement des modèles pour mesurer la gravité, mais le nombre de pertes n'a pas été totalement exploré.

Ce chapitre a pour objectif d'expliquer la fréquence des pertes à travers une multitude de facteurs. Nous allons traiter dans la première section, la justification du choix modèle qui est le modèle de comptage tronqué (Count Data) au lieu de l'application d'une régression linéaire normale. Nous allons aborder dans la même section les deux modèles les plus fréquents lorsqu'il s'agit de l'explication d'un nombre (non-continu), qui sont le modèle *Poisson* tronqué avec composante de régression ou encore le modèle *Binomial Négatif* avec composante de régression. Bien évidemment, nous allons justifier le choix d'utilisation des modèles tronqués au lieu d'un modèle normal. Dans la deuxième section, nous allons nous focaliser sur les résultats de l'estimation de la fréquence des pertes en utilisant les deux méthodes évoquées ci-dessus. La dernière section concerne l'interprétation statistique et économique des résultats.

## 1. Description du modèle

Dans cette section, nous allons justifier le choix nos modèles qui sont le poisson tronqué et le modèle binomial négatif tronqué. Nous allons ensuite expliquer les grandes lignes de chaque modèle.

### 1.1. Justification du choix du modèle

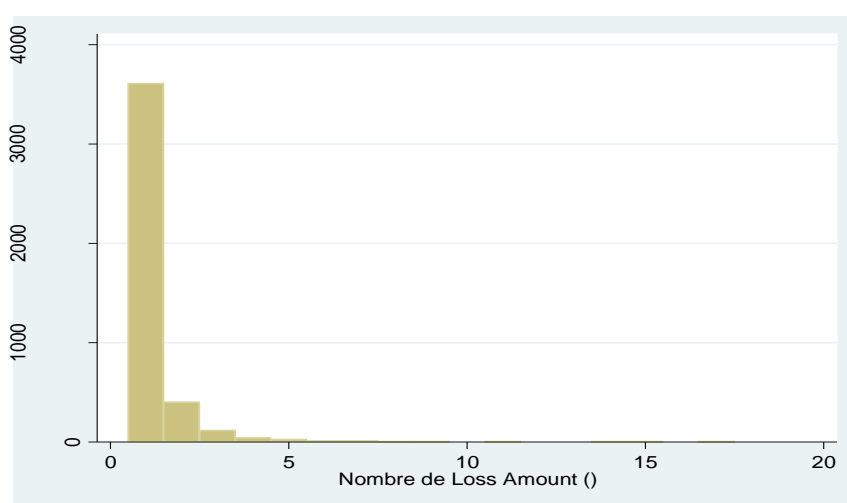
Comme pour la gravité des pertes nous supposons que la fréquence est influencée en premier lieu par la taille de la banque, le type de risque ou encore la ligne d'affaire. Les conditions macroéconomiques, le lieu géographique l'appartenance à un système juridique (français, anglais, scandinave, germanique ou religieux) ainsi que les facteurs culturels peuvent également expliquer la fréquence de pertes.

Dans l'analyse des données, il est important de comprendre d'abord les types de données avant de décider de l'approche de modélisation à utiliser (Miaou & Lum, 1993). Dans le contexte de la modélisation du nombre de nombres entiers non-négatifs discrets d'une variable dépendante, l'utilisation des modèles de régression des moindres carrés souffre de plusieurs limitations méthodologiques et propriétés statistiques. Contrairement au modèle de régression linéaire classique, les modèles de régression pour les dénombrements sont non linéaires avec de nombreuses propriétés pour la variable de réponse qui se rapportent à la discrétion, à la non-linéarité et ne traitent que des valeurs non-négatives. Le modèle de régression de Poisson est un bon point de départ pour la modélisation des données de comptage. Hausman et al. (1984) évoquent que plusieurs études se sont basées sur ces modèles de comptage pour expliquer par exemple le nombre de brevets accordés à une entreprise, le nombre de décès par accident de la route, ou encore le nombre de visites chez un médecin.

Dans notre cas, les données sont fortement biaisées vers la droite, de sorte que la régression par moindres carrés ordinaires serait clairement inappropriée. Comme nous l'avons vu, les données de comptage suivent souvent une distribution de Poisson, donc un certain type d'analyse de Poisson pourrait être approprié.

### Figure 30

*Histogramme représentant la fréquence des pertes opérationnelles*



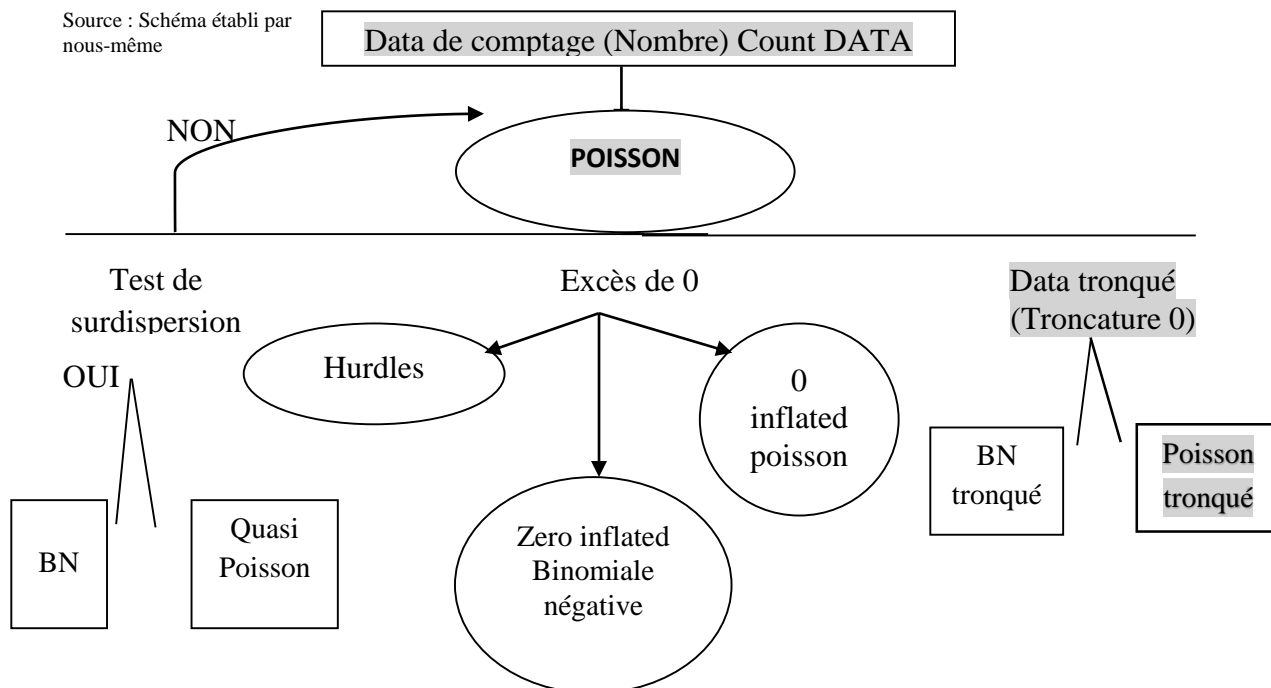
Un modèle de Poisson est similaire à une régression linéaire ordinaire, à deux exceptions près. Tout d'abord, il suppose que les erreurs suivent une distribution de Poisson, et non une distribution normale. Deuxièmement, plutôt que de modéliser  $Y$  en fonction linéaire des coefficients de régression, il modélise le logarithme de la variable de dépendante,  $\ln(Y)$ , en tant que fonction linéaire des coefficients. Cependant, malgré les avantages mis en évidence, le modèle de Poisson souffre toujours d'un problème potentiel. Cela concerne les hypothèses d'égalité de variance et de moyenne. Lorsque cette hypothèse est violée, par exemple, la variance des dénombrements observés dépasse la moyenne, une « sur-dispersion » se produit. Le fait de ne pas contrôler la sur-dispersion entraînera des estimations incohérentes, biaisées dans l'erreur standard et des statistiques de test gonflées. Par conséquent, dans la modélisation

des données de comptage, il est une pratique habituelle après le développement du modèle de régression de Poisson de procéder à l'analyse de la correction de la sur-dispersion si elle existe. L'une des approches pour modéliser la sur-dispersion consiste à utiliser la technique d'estimation de la quasi-vraisemblance proposée par Wedderburn en 1974 (Gardner et al., 1995). Alternativement, nous pouvons utiliser le modèle de régression binomiale négative (NB) qui est la généralisation et extension du modèle de régression de Poisson (K. S. Cameron et al., 1987). Dans le modèle NB, un paramètre de dispersion est inclus dans le modèle pour tenir compte de la surdispersion en permettant à la variance d'être supérieure à la moyenne et de tenir compte de l'hétérogénéité non observée dans les données de dénombrement. Dans le modèle NB, un paramètre de dispersion est inclus dans le modèle pour tenir compte de la sur-dispersion en permettant à la variance d'être supérieure à la moyenne et de tenir compte de l'hétérogénéité non observée dans les données de dénombrement.

**Figure 31 :**

*Schéma sur les méthodes de comptage*

Source : Schéma établi par nous-même



Néanmoins, nous remarquons dans notre data que les fréquences ne sont jamais nulles puisque nous disposons uniquement de banques qui ont subi des pertes au moins une seule perte durant ces 20 ans (de 1996 à 2016). Dans ce cas il importe alors de corriger ce biais en considérant des distributions tronquées au point zéro comme le montre le schéma ci-dessus.

### 1.2. Modèle Poisson tronqué avec composante de régression

Le modèle de régression de Poisson est souvent considéré comme étant le modèle de référence pour la modélisation des données de comptage. Ce modèle domine les activités de modélisation des données de dénombrement, car il convient aux propriétés statistiques des données de dénombrement et est flexible pour être reparamétré en d'autres formes de fonctions de distribution (Shankar et al., 1995).

Si  $Y_i$ , le nombre de pertes par compagnie  $i$  sur la période 1996-2016, suit une distribution Poisson, alors la probabilité d'avoir  $y$  pertes sera (Dahen, 2006) :

$$P(Y_i = y) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^y}{y!} \quad y = 0, 1, 2, \dots \text{ et } \lambda > 0$$

$\lambda$  est le paramètre de la poisson.

Ce modèle de poisson est limité par l'hypothèse d'égalité de variance et de moyenne ( $E(Y_i) = \text{Var}(Y_i) = \lambda$ ). Si cette hypothèse n'est pas valide, l'erreur type estimée sera biaisée et le modèle produira des statistiques de test incorrectes (Shankar et al., 1995).

En revanche puisque nous allons utiliser le modèle poisson tronquée, la probabilité conditionnelle est :

$$P(Y_i = y | Y_i > 0) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^y}{y!(1-e^{-\lambda})} \quad y = 0, 1, 2, \dots \text{ et } \lambda > 0$$

$$\Pr(Y_i = y | Y_i > 0, X_i) = \frac{e^{-\exp(X_i \beta)} \exp(X_i \beta)^y}{y! (1 - e^{-\exp(X_i \beta)})}$$

Nous pouvons permettre au paramètre  $\lambda$  de varier d'une observation à une autre. Soit  $\lambda_i = \exp(X_i \beta)$ , où  $X_i$  est un vecteur de  $(1 \times m)$  variables exogènes et  $\beta$  un vecteur de  $(m \times 1)$  coefficients (Dahen, 2006). La fonction exponentielle permet d'assurer la non-négativité du paramètre  $\lambda_i$ . En introduisant l'ensemble de nos variables explicatives, nous obtenons la formule suivante :

### Équation 2

*Modèle poisson tronqué avec composante de régression*

$$\lambda_i = \exp(\beta_0 + \beta_1 \log(\text{Revenue})_i + \sum_{j=2}^3 \beta_j \text{Macro}_{ij} + \sum_{j=4}^9 \beta_j \text{GOV}_{ij} + \sum_{j=10}^{15} \beta_j \text{Social}_{ij} + \sum_{j=16}^{24} \beta_j \text{lieu}_{ij} + \sum_{j=25}^{27} \beta_j \text{BL}_{ij} + \sum_{j=28}^{35} \beta_j \text{TR}_{ij} + \sum_{j=36}^{38} \beta_j \text{DOM}_{ij} + \sum_{j=39}^{45} \beta_j \text{SJ}_{ij} + \sum_{j=46}^{67} \beta_j \text{Year}_{ij}) \quad (1)$$

Avec

$i$  : la dimension individuelle qui indique le nombre des banques ( $i= 1, 2, 3 \dots, 20, \dots$ ) ;

$\beta_0$  : le logarithme de la composante commune ;

$\log(\text{Revenue})_i$  : taille de la banque  $i$  ;

*Les indicateurs Macroéconomiques :*

$\text{CPI ajusté}_i$  : l'indice de prix à la consommation du pays où se trouve la banque  $i$  ;

$\text{PIB}_i$  : le Produit intérieur brut du pays de la banque  $i$  ;

*Les indicateurs de gouvernance selon le pays où se trouve la banque  $i$  :*

$\text{Control of Corruption}_i$  : Contrôle de la corruption ;

$\text{Gouv. Efi.}_i$  : efficacité du gouvernement ;

$\text{Pol. Sta.}_i$  : stabilité politique ;

$\text{Reg. Qual.}_i$  : qualité réglementaire ;

$\text{Rule Law}_i$  : règles de loi ;

Voice and Accountability : voix et responsabilité ;

*Les indicateurs Sociaux selon le pays de la banque i :*

Power Distance<sub>i</sub> : distance de pouvoir ;

Individualism<sub>i</sub> : Individualisme ;

Masculinity<sub>i</sub> : Masculinité ;

Uncertainty Avoidance<sub>i</sub> : contrôle d'incertitude ;

Long Term Orientation<sub>i</sub> ; orientation à long termes ;

$\sum$  Lieu<sub>ij</sub> : le lieu d'occurrence de la perte opérationnelle : variable binaire qui prend 1 si la perte de la banque i a eu lieu dans le pays j ;

$\sum$  TR<sub>ij</sub> : le type de l'incident opérationnel j de la banque i, il s'agit d'une variable indicatrice (binaire prend la valeur 1 si la perte a eu lieu dans ce type de risque j ;

$\sum$  BL<sub>ij</sub> : une variable binaire qui prend 1 si la perte de la banque i a eu lieu dans la ligne de métier j, 0 si non (il existe deux lignes d'affaires banque de détail et banque commerciale) ;

$\sum$  SJ<sub>ij</sub> : le système juridique qui prend 1 si la perte de la banque i a eu lieu dans la un système juridique j ;

Year : variable indicatrice représentant l'année de l'occurrence la perte dans la banque i.

La moyenne est exprimée de la manière suivante :

$$E(Y_i > 0, X_i) = \frac{\lambda_i}{1 - e^{-\lambda_i}}$$

La variance s'exprime de la manière suivante :

$$V(Y_i | Y_i > 0, X_i) = E(X_i)(1 + \lambda - E(X))$$

Étant donné l'hypothèse d'observations indépendantes, avec la fonction de densité, les paramètres de régression  $\beta$  peuvent être estimés en utilisant la méthode du maximum de vraisemblance (Cameron & Trivedi, 2013, pp.1-20, 71-19). Nous allons alors estimer les

coefficients de l'équation (1) et de calculer le paramètre  $\lambda_i$  pour chaque unité d'exposition  $i$  (banque dans notre cas).

### 1.3. Modèle Binomial négatif tronqué avec composante de régression

La distribution binomiale négative est dérivée comme un mélange gamma de variables aléatoires de Poisson. Le modèle BN aborde la question de la sur-dispersion en introduisant un paramètre  $\alpha$  de dispersion pour tenir compte de l'hétérogénéité non observée dans les données de comptage. Lorsque  $\alpha = 0$ , le modèle se transforme en Variance de Poisson. Ainsi, le modèle binomial négatif a une plus grande flexibilité dans la modélisation de la relation entre la valeur attendue et la variance de  $Y_i$ . Plus  $\alpha$  est petit, plus le binomiale négative s'approche du modèle de Poisson. Mais dans notre cas, nous avons décidé d'utiliser la régression binomiale négative tronquée à zéro pour modéliser les données de comptage puisque la valeur zéro ne peut pas se produire (la base de données contient juste les banques ayant subi une perte) (Cameron & Trivedi, 2013, pp.80-88).

Dans le modèle précédent, l'espérance conditionnelle de  $y$  étant donné les variables exogènes  $X_i$  et la variance conditionnelle correspondante ne peuvent pas varier indépendamment. Pour pallier à cette restriction, nous introduisons un terme d'erreur à la définition du paramètre de la Poisson (Dahen, 2006).

Selon les variables de notre étude la formule s'écrira de la manière suivante :

**Équation 3** : *Modèle binomial négatif tronqué avec composante de régression*

$$\lambda_i = \exp(\beta_0 + \beta_1 \log(\text{Revenue})_i + \sum_{j=2}^3 \beta_j \text{Macro}_{ij} + \sum_{j=4}^9 \beta_j \text{GOV}_{ij} + \sum_{j=10}^{15} \beta_j \text{Social}_{ij} + \sum_{j=16}^{24} \beta_j \text{lieu}_{ij} + \sum_{j=25}^{27} \beta_j \text{BL}_{ij} + \sum_{j=28}^{35} \beta_j \text{TR}_{ij} + \sum_{j=36}^{38} \beta_j \text{DOM}_{ij} + \sum_{j=39}^{45} \beta_j \text{SJ}_{ij} + \sum_{j=46}^{67} \beta_j \text{Year}_{ij} + e_i)$$

(2<sup>52</sup>)

<sup>52</sup> Les variables sont les mêmes que pour le modèle poisson tronqué avec composante de régression.

$\lambda_i$  est une variable aléatoire contrairement au modèle poisson tronqué. Alors que le terme  $e_i$  constitue l'erreur de spécification due à des variables explicatives omises non observées et indépendantes des variables exogènes  $X_i$  du modèle.

La densité de la binomiale négative tronquée s'écrit de la manière suivante :

$$Pr(Y_i | Y_i > 0, X_i) = \frac{\Gamma\left(y + \frac{1}{\alpha}\right)}{\Gamma(y + 1)\Gamma\left(\frac{1}{\alpha}\right)} \times \frac{1}{(1 + \alpha \exp(X_i \beta))^{\frac{1}{\alpha-1}}} \times \left(\frac{\alpha \exp(X_i \beta)}{1 + \alpha \exp(X_i \beta)}\right)^y$$

Sous l'hypothèse que la densité est correctement spécifiée ainsi que d'autres conditions usuelles, une estimation par maximum de vraisemblance des paramètres  $\alpha$  et  $\beta$  peut être faite. Il s'agit donc d'estimer les coefficients des variables explicatives de l'équation (2) ainsi que le coefficient  $\alpha$ .

## 2. Présentation des résultats

Les résultats de l'estimation des paramètres pour les deux modèles Poisson tronqués avec composante de régression et binomial négatif tronqué avec composante de régression sont résumés dans le tableau ci-dessous.

Les chiffres dans la première ligne pour chaque variable concernent les coefficients de ces variables alors que les chiffres entre parenthèses concernent les seuils expérimentaux (p-values).

**Tableau 19**

*Résultat d'estimation des paramètres du modèle poisson tronqué et binomial négatif tronqué<sup>53</sup>*

Variables explicatives		Modèle poisson tronqué		Modèle BN tronqué
		Modèle de base	Modèle optimal	
	<i>Constante</i>	-2.107679 (0.251)	-1.658762*** (0.000)	-3.166077*** (0.000)
<b>Taille</b>	<b>LOG (Revenue)</b>	0.7001733*** (0.000)	0.6811695*** (0.000)	0.72540001*** (0.000)
<b>Macro-Economique</b>	<b>CPI Ajusté</b>	0.2258479 (0.713)		
	<b>PIB</b>	2.86E-14 (0.517)	1.74E-14*** (0.005)	2.06E-14 (0.249)
<b>Gouvernance</b>	<b>Contrôle de la corruption</b>	-0.1347815 (0.657)		
	<b>Efficacité du gouvernement</b>	-0.010317 (0.980)		
	<b>Stabilité Politique</b>	0.1765984 (0.387)		
	<b>Qualité réglementaire</b>	0.4465972* (0.075)		
	<b>Règle de loi</b>	-0.9153782* (0.066)	-0.2803158*** (0.001)	-0.2592688 (0.003)
	<b>Voix et responsabilité</b>	0.1429912 (0.662)		
	<b>Distance du Pouvoir</b>	-0.0034486		

<sup>53</sup> Comme pour le montant des pertes nous avons introduit des variables indicatrices pour l'année au cours de laquelle la perte s'est produite afin de saisir les effets temporels possibles, ainsi que les interactions de chaque variable temporelle avec les autres variables explicatives. Cependant, les coefficients concernant les interactions sont pour la plupart insignifiants. Nous éliminons donc ces variables d'interactions temporelles dans les estimations effectuées. (Voir Annexe n°5).

Variables explicatives		Modèle poisson tronqué		Modèle BN tronqué
		Modèle de base	Modèle optimal	
Social/ Culturel	<b>Individualisme</b>	0.0101229 (0.369)	-0.0018937 (0.579)	0.0063922 (0.198)
	<b>Masculinité</b>	-0.0062025 (0.395)		
	<b>Contrôle de l'Incertitude</b>	0.0057498 (0.403)		0.0081796*** (0.009)
	<b>L'Orientation à Long terme</b>	0.0063955 (0.464)		
	<b>Indulgence</b>	-0.0014813 (0.864)		
Lieu  (Variable : référence Europe)	<b>AF : Afrique</b>	-0.5070302 (0.346)		
	<b>AS : Asie</b>	0.2931996 (0.518)		0.5599949*** (0.002)
	<b>MENA</b>	-11.87796 (0.985)		0.529472 (0.915)
	<b>CANADA</b>	-0.6647675* (0.092)		
	<b>OTHER</b>	-0.1418779 (0.707)		
	<b>SA : Amérique Latine</b>	-1.642229 (0.135)	-1.729942 (0.084)	
	<b>EAST EU</b>	-0.5220099 (0.331)		
	<b>USA</b>	-0.3794076 (0.581)		0.0376865 (0.876)
Lignes d'affaires  (Var. référence : BL INTER)	<b>Banque de Détail</b>	-0.4268037*** (0.000)	-0.4392278 (0.000)	-0.4840609*** (0.000)
	<b>Banque Commerciale</b>	-0.9101023*** (0.000)	-0.9021771*** (0.000)	-1.041199*** (0.000)
	<b>TR IF</b>	-1.888998*** (0.000)	-1.973211*** (0.000)	-1.837697*** (0.000)
	<b>TR BDSF</b>	-2.414204** (0.015)	-2.522151** (0.011)	

Variables explicatives		Modèle poisson tronqué		Modèle BN tronqué
		Modèle de base	Modèle optimal	
<b>Types de risque opérationnel</b> (Variable : référence INTER : interaction des types de risque)	<b>TR EDPM</b>	-2.267303*** (0.000)	-2.061781*** (0.000)	-2.002611*** (0.000)
	<b>TR EF</b>	-1.240592*** (0.000)	-1.293145*** (0.000)	-1.180172*** (0.000)
	<b>TR EPWS</b>	-2.224292*** (0.002)	-2.269802*** (0.001)	-2.280778*** (0.001)
	<b>TR CPBP</b>	-1.626488*** (0.000)	-1.635059*** (0.000)	-1.582972*** (0.000)
	<b>TR DPA</b>	-2.792304*** (0.005)	-2.948046*** (0.003)	
<b>Domicile</b>	<b>DOMICILE</b>	-0.3826913** (0.014)		-0.3462004*** (0.016)
Var. Référence Inter Domicile	<b>Hors Domicile</b>	-1.17123*** (0.000)	-0.7903827*** (0.000)	-1.077834*** (0.000)
<b>Système juridique</b> (Variable référence SJ3 : germanique)	<b>SJ1</b>	-1.010466 (0.372)		
	<b>SJ2</b>	0.0029354 (0.998)	0.3661276*** (0.001)	0.5026617*** (0.002)
	<b>SJ4</b>	-0.2837798 (0.815)		
	<b>SJ5</b>	-0.8291694 (0.518)		
<b>Alpha</b>				1.46E-43
<b>LR CHI2 (57) (35) (16)</b>		4227.44*** (0.0000)	4329.34*** (0.0000)	1945.31*** (0.0000)
<b>Prob&gt;chi2</b>				
<b>Pseudo R<sup>2</sup></b>		0.5927	0.5916	0.3876
<b>Log (fonction de vraisemblance)</b>		-1468.4361	-1494.0555	-1536.9803

\*\*\* : coefficient significatif à un seuil de 1% ;  
\*\* : coefficient significatif à un seuil de 5% ;  
\* : coefficient significatif à un seuil de 10%.

---

- *Comparaison entre les deux modèles utilisés*

Dans cette section, notre but est de faire un choix entre le modèle de poisson tronqué avec composante de régression et le modèle binomial négatif tronqué avec composante de régression. Nous allons utiliser le LR  $\chi^2$ , le pseudo  $R^2$ , alpha pour trancher entre ces deux modèles. Mais avant chaque test nous allons bien évidemment le définir avant de passer à l'interprétation.

**Tableau 20**

*Statistiques descriptives sur la fréquence des pertes*<sup>54</sup>

---

	<b>Moyenne</b>	<b>Variance</b>	<b>Skewness</b>	<b>Kurtosis</b>
<b>Fréquence des pertes</b>	1.250355	0.7013443	6.904369	81.9653

---

Comme le montre le tableau ci-dessus, la variance de nombre des pertes est très proche à la moyenne. La distribution de la fréquence des pertes ne présente pas des signes de surdispersion. Nous décidons tout de même de passer à une analyse alternative qui est la binomiale négative tronquée.

Likelihood Ratio (LR) Chi-Square est un test selon lequel au moins l'un des coefficients de régression des prédicateurs n'est pas égal à zéro. Le nombre entre parenthèses indique les degrés de liberté de la distribution du chi carré utilisé pour tester la statistique du chi carré LR et est défini par le nombre de prédicateurs dans le modèle.

Prob >  $\chi^2$  s'agit de la probabilité d'obtenir une statistique de test LR aussi extrême, ou plus, que la statistique observée sous l'hypothèse nulle ; l'hypothèse nulle est que tous les coefficients

---

<sup>54</sup> Tableau élaboré à l'aide du logiciel Stata.

de régression des deux modèles sont simultanément égaux à zéro. En d'autres termes, il s'agit de la probabilité d'obtenir cette statistique du chi carré (4227.44) (prenons par exemple le modèle de base) s'il n'y a en fait aucun effet des variables explicatives. Cette valeur de p est comparée à un niveau alpha spécifié, notre volonté d'accepter une erreur de type I, qui est généralement fixée à 0,05 ou 0,01. La petite valeur de p du test LR, <0,0001, nous amènerait à conclure qu'au moins un des coefficients de régression du modèle n'est pas égal à zéro. Le paramètre de la distribution du chi carré utilisé pour tester l'hypothèse nulle est défini par les degrés de liberté dans la ligne précédente, chi2 (57) chi2(35) chi2(16).

En ce qui concerne le pseudo R<sup>2</sup> ils ne sont pas calculés pour minimiser la variance, donc l'approche des moindres carrés ordinaire de la qualité de l'ajustement ne s'applique pas. Il s'agit des «pseudo» R<sup>2</sup> car ils ressemblent à des R<sup>2</sup> dans le sens où ils sont sur une échelle similaire, allant de 0 à 1 (bien que certains pseudo carrés R n'atteignent jamais 0 ou 1) avec des valeurs plus élevées indiquant un meilleur modèle, mais ils ne peuvent pas être interprétés comme on interpréterait un R<sup>2</sup> (Cameron & Trivedi, 2013, pp.191-193).

Il existe une grande variété<sup>55</sup> de statistiques pseudo-R-square, mais grâce au logiciel stata nous obtenons pseudo R<sup>2</sup> de McFadden.

$$R^2 = 1 - \frac{\ln(\hat{L}(M_{Full}))}{\ln \hat{L}(M_{Intercept})}$$

M<sub>full</sub>= modèles avec variables explicatives ;

M<sub>intercept</sub>= modèle sans variable explicatives ;

$\hat{L}$  = vraisemblance estimée ;

---

<sup>55</sup> Efron, Cox and Snell, Vagelkerke/Cragg& uhler, Mckelvey and Zavona.

La probabilité logarithmique du modèle d'interception est traitée comme une somme totale des carrés, et la probabilité logarithmique du modèle complet est traitée comme la somme des erreurs quadratiques. Le rapport des probabilités suggère le niveau d'amélioration par rapport au modèle d'interception offert par le modèle complet. Une vraisemblance se situe entre 0 et 1, donc le log d'une vraisemblance est inférieur ou égal à zéro. Si un modèle a une très faible probabilité, le logarithme de la probabilité aura alors une amplitude plus grande que le logarithme d'un modèle plus probable. Ainsi, un petit rapport de vraisemblances logarithmiques indique que le modèle complet est bien mieux adapté que le modèle d'interception. Si l'on compare deux modèles sur les mêmes données, McFadden serait plus élevé pour le modèle avec la plus grande probabilité.

Nous avons le pseudo  $R^2$  pour le modèle 1 et 2 du modèle poisson tronqué avec composante de régression est respectivement de 0.5927 et de 0.5916 alors que le pseudo  $R^2$  du modèle binomial négatif tronqué avec composante de régression s'élève à 0.3876. Nous ne pouvons pas trancher juste en se basant sur le niveau du pseudo  $R^2$ . Nous devons nous référer au paramètre de sur-dispersion alpha.

L'estimation de l'alpha dans notre cas est de  $1.46E-43$  très proche de 0. À titre de comparaison, un modèle avec un alpha de zéro équivaut à un modèle de poisson tronqué à zéro. Ce résultat indique que le modèle de poisson est le plus adéquat.

### **3. Interprétation des résultats**

#### **3.1. Test de significativité individuelle**

Nous remarquons que les coefficients estimés dans les 3 modèles (1<sup>er</sup> Modèle : selon la méthode poisson tronquée avec composante de régression, 2<sup>e</sup> modèle : c'est un modèle obtenu en se basant le modèle 1 en éliminant les variables statistiquement non significatifs, le 3<sup>ème</sup> modèle :

c'est un modèle obtenu grâce à la méthode binomiale négative tronquée avec composante de régression) ont généralement les mêmes signes pour les 3 modèles. À l'exception de la variable *Individualism* où nous remarquons que le signe est positif dans le 1<sup>er</sup> et le 3<sup>ème</sup> modèle, alors qu'un signe négatif apparaît dans le deuxième modèle mais reste statistiquement non significatif. Pour la variable *USA* qui représente les Etats Unis le signe est positif dans le 1<sup>er</sup> modèle alors qu'il est négatif dans le 3<sup>ème</sup>, mais dans les deux cas de figure la variable reste non-significative.

La base de données contient de nombreuses variables caractérisant la taille de l'entreprise telles que les revenus totaux, l'actif total, les dépôts totaux, le nombre d'employés et les capitaux propres totaux. Cependant, comme toutes ces variables sont corrélées, nous avons choisi le revenu total (la variable la plus corrélée à la fréquence des pertes) comme estimateur de la taille. Concernant la variable log (revenue) qui est une variable représentant la taille de la banque, en examinant les 3 modèles, cette variable reste statistiquement significative à un seuil de 1 %. En d'autres termes, nous pouvons conclure que la taille a un impact significatif sur la fréquence des pertes. En effet une augmentation d'une unité de log (revenue) entraîne une augmentation de la fréquence des pertes opérationnelles d'un facteur  $\exp(0.7001733) = 2.01410$  dans le premier modèle, une augmentation d'un facteur de  $\exp(0.6811695) = 1.97618$  dans le deuxième modèle et une augmentation d'un facteur de  $\exp(0.725540001) = 2.06555$ , tout en maintenant toutes les autres variables du modèle constantes.

En ce qui l'environnement macroéconomique dans lequel opère la banque *i*, nous remarquons que le PIB a un impact significatif qui s'élève à 1 % dans le deuxième modèle (optimal) obtenu à l'aide de la méthode poisson tronquée avec composante de régression. Cela veut dire qu'une augmentation d'une unité du PIB entraîne une augmentation de la fréquence des pertes opérationnelles d'un facteur  $\exp(2.86E-14) = 1$ . En revanche, nous observons que le PIB n'est

pas statistiquement significatif dans le modèle binomial négatif tronqué. Le coefficient des indices des prix à la consommation n'est significatif dans aucun des trois modèles.

Quant aux variables représentant la gouvernance, nous observons que la règle de loi est statistiquement significative dans les trois modèles à un seuil de 10 % dans le premier modèle, de 1 % dans le deuxième et troisième modèle. Prenons par exemple le deuxième modèle, d'une autre manière, nous pouvons dire que le log de la fréquence des pertes opérationnelles diminue de 0.2803158 pour chaque augmentation d'unité de la règle de loi. Les autres variables de gouvernances (contrôle de corruption, efficacité du gouvernement, stabilité politique et voix et responsabilité) ne sont pas statistiquement significatives. Cependant, la qualité réglementaire est significative à un seuil de 10 % dans le premier modèle.

Aucune des variables culturelles et sociales n'est significative pour expliquer le nombre des pertes opérationnelles, en utilisant le modèle de poisson tronqué avec composante de régression. Par contre la variable Contrôle de l'incertitude influence positivement la fréquence des pertes dans le modèle binomial négatif avec composante de régression.

Concernant le lieu géographique et son impact sur la fréquence des pertes, si nous prenons en considération les signes des coefficients sans pour autant nous attarder sur le fait que le coefficient est significatif ou pas, nous remarquons que l'*Asie* est l'environnement où la fréquence des pertes est la plus élevée (variable dichotomique). Il importe de rappeler que l'interprétation des signes se fait par rapport à la référence qui est dans notre cas l'*Europe*. Les estimateurs des autres variables mesurent le taux de variations de la fréquence par rapport à la référence. Dans la dernière position, nous observons que la région MENA est l'environnement le moins risqué en ce qui concerne la fréquence des pertes. Cependant dans le modèle de base seul la variable Canada est significatif négativement à un seuil de 10 %. La variable SA représentant l'Amérique Latine est significatif aussi à un seuil de 10 % dans le deuxième

modèle. Finalement la variable *Asie* est significative au seuil de 1 % dans le modèle estimé par la méthode binomiale négative tronquée avec composante de régression.

Les variables représentant la *ligne d'affaire* sont significatives dans les trois modèles. Dans le deuxième modèle par exemple, nous observons que le coefficient de ligne d'affaire *banque de détail* s'élève à -0.4392 alors que le coefficient de la ligne d'affaire *banque commerciale* s'élève à -0.9021. Cela explique que la ligne d'affaire *banque commerciale* a un impact moindre sur la fréquence de la perte en comparaison avec la *banque de détail* (la référence étant la ligne d'affaire *Inter* qui représente l'intersection des lignes d'affaires, en d'autres termes les banques qui ont connu des pertes dans les deux lignes d'affaires, nous étions dans l'obligation de rajouter l'intersection puisqu'elles sont supposées être mutuellement exclusives comme il a été détaillé auparavant.).

Les résultats de l'estimation nous dévoilent que tous les types de risque sont significatifs à un seuil de 1 % dans les trois modèles (sauf le type de risque *dysfonctionnement de l'activité et des systèmes BDSF* qui est significatif à 5 %. Dans le modèle optimal, le type de risque *fraude externe TR EF* est le type de risque qui a le plus d'impact sur la fréquence des pertes avec un coefficient qui s'élève à -1.29 (Le signe – est lié à la référence.), alors que dans le type de risque *TR DPA dommages aux actifs corporels* la fréquence des pertes diminue.

Nous remarquons, que l'appartenance à un système juridique de *droit civil français*, de *droit civil scandinave*, religieux ou encore de *common law*, n'a aucun impact sur la fréquence des pertes opérationnelles dans notre modèle de base. Cependant, si nous nous intéressons au signe sans accorder d'importance à la significativité nous pouvons dire que le système juridique du *Common Law SJ2*, encourage le plus la multiplication des pertes contrairement au système juridique d'origine française. En revanche, nous observons que le système juridique anglais SJ2 devient significatif à un seuil de 1 % dans le modèle 2. En effet une augmentation d'une unité

de SJ2 entraîne une augmentation de la fréquence des pertes opérationnelles d'un facteur exp  $(0.3661276) = 1.4421$ .

Pour finir, nous retenons une influence significative de la variable *Domicile* sur le risque opérationnel à un seuil de 1 % dans les trois modèles. Dans le modèle de base, le coefficient pour la variable *Domicile* est de -0.38 alors que le coefficient pour la variable *Hors domicile* est de -1.173. Cela veut tout simplement dire que les pertes observées dans une banque se situant dans le même pays de l'entité légale est beaucoup plus grave que si la perte a été observée dans une filiale ou succursale étrangère de l'entité légale en termes de fréquence des pertes.

### 3.2. Analyse économique

Contrairement à l'estimation du montant, l'estimation des fréquences des pertes dans la littérature est encore embryonnaire l'étude de Dahlen (2006) ou encore l'étude de Dahlen et Dionne (2010), sont les deux études phares qui traitent le point de la mise à échelle de la fréquence des pertes opérationnelles. Dans la première étude, la mise à échelle a été faite avec des variables représentant la taille, et le lieu géographique (États-Unis, Canada et Autres). D'autres variables ont été prises en considération dans la deuxième étude. Effectivement, les deux auteurs ont essayé d'expliquer la fréquence des pertes avec des variables comme le salaire moyen ou encore par des variables macroéconomiques comme la croissance annuelle du produit intérieur brut (PIB). Nous allons nous baser essentiellement sur ces deux études pour établir des comparaisons.

Commençons par la taille, nous observons que la taille impacte positivement la fréquence des pertes, peu importe le modèle choisi pour l'estimation. Ce constat s'aligne avec les résultats trouvés par Dahlen (2006) ou encore Dahlen et Dionne (2010). En effet dans ces deux études, la

taille est statistiquement significative à un seuil de 1 %. Cela veut dire que plus une banque est grande plus elle est susceptible de connaître des pertes plus fréquemment.

- ➔ Confirmation de l'Hypothèse 1b : la taille a un impact positif sur le nombre des pertes opérationnelles.

La ligne d'affaire *banque commerciale* a un impact moindre sur la fréquence de la perte en comparaison avec la *banque de détail*.

- ➔ Confirmation des hypothèses 2c et 2d ;

En ce qui concerne les types de risque, de type *fraude externe* connaît le plus de pertes en terme de fréquence contrairement au type de risque *DPA dommage des actifs corporels*.

- ➔ Confirmation de l'Hypothèse 3c et 3d : le type de risque a une influence sur la fréquence des pertes ;

Quant au lieu géographique, nous avons trouvé que *l'Amérique Latine* a un impact significatif sur la fréquence. L'étude menée par Dahen (2006) en revanche, a trouvé que les *États-Unis* est l'environnement le plus risqué et le plus apte a développé un nombre élevé de pertes.

- ➔ Confirmation de l'hypothèse 4c : le lieu géographique a un impact sur la fréquence des pertes.
- ➔ Infirmerie de l'hypothèse 4d : l'impact de la variable EU représentant l'Europe et USA représentant les Etats Unis n'est pas statistiquement significatif.

Les résultats de l'estimation des coefficients de la variable macroéconomique (PIB) montrent que cette dernière impacte positivement la fréquence des pertes, nous pouvons soutenir alors que pendant les périodes de crise et que le pays connaît un ralentissement économique, les activités des banques seront donc réduites et les banques peuvent par conséquent subir moins

de pertes en terme de fréquence. Nos résultats ne sont pas conformes à ce que Chernobai et al. (2011) ont avancé. Ces auteurs ont montré dans leur étude que les pertes opérationnelles sont plus fréquentes en période de ralentissement économique. En revanche, l'étude menée par Dahen & Dionne (2010) montre que la situation économique n'a pas d'impact sur la fréquence des pertes.

- ➔ Confirmation de l'hypothèse 5b : La situation économique impact positivement la fréquence des pertes opérationnelles.

Parlant de loi, nous avons trouvé que le système juridique Anglo-saxon, a un impact significatif sur la fréquence des pertes.

- ➔ Infirmerie de l'hypothèse 6d stipulant que le système juridique scandinave est le moins risqué en termes de fréquence ;

Concernant les variables de gouvernance, les variables culturelles ou encore l'appartenance juridique, ces variables n'ont pas été abordé dans la littérature comme déterminant de la fréquence des pertes. Ces variables ont été en effet juste utilisés pour expliquer la sévérité des pertes. Nous avons trouvé que la règle de droit impacte négativement la fréquence. Comme nous l'avons déjà expliqué dans le chapitre 5 section 4, Il est évident que la clarté, l'équité des lois ainsi que les dispositifs de lutte contre la fraude ont aidé à ralentir la multiplication des pertes opérationnelles.

- ➔ Confirmation de l'hypothèse 7c et 7d : au moins une variable de gouvernance a un impact négatif sur la fréquence du risque opérationnel.
- ➔ Infirmerie de l'hypothèse 8' (8a', 8b', 8c', 8d' et 8e'). Aucune variable représentant l'impact culturel n'a été significative.

---

## Conclusion du chapitre VI

L'objectif de ce chapitre est de trouver les facteurs susceptibles d'avoir un impact sur la fréquence des pertes opérationnelles étant donné que ce point a été rarement abordé dans la littérature. Nous nous sommes donc basés sur les travaux de Dahen et Dionne (2010), pour établir le modèle en introduisant en addition des variables traitées (taille, le lieu la situation économique) d'autres variables susceptibles d'avoir une influence sur la fréquence des pertes opérationnelles, comme l'appartenance à un système juridique ou encore des indicateurs de gouvernance (contrôle de la corruption, efficacité du gouvernement, la stabilité politique, la qualité réglementaire et la règle de droit) et aussi des indicateurs culturels. Pour ce faire nous avons appliqué des modèles de comptage tronqués avec composante de régression puisqu'ils sont les plus adaptés à notre situation (la variable dépendante qui est la variable de la fréquence des pertes est une variable discrète.).

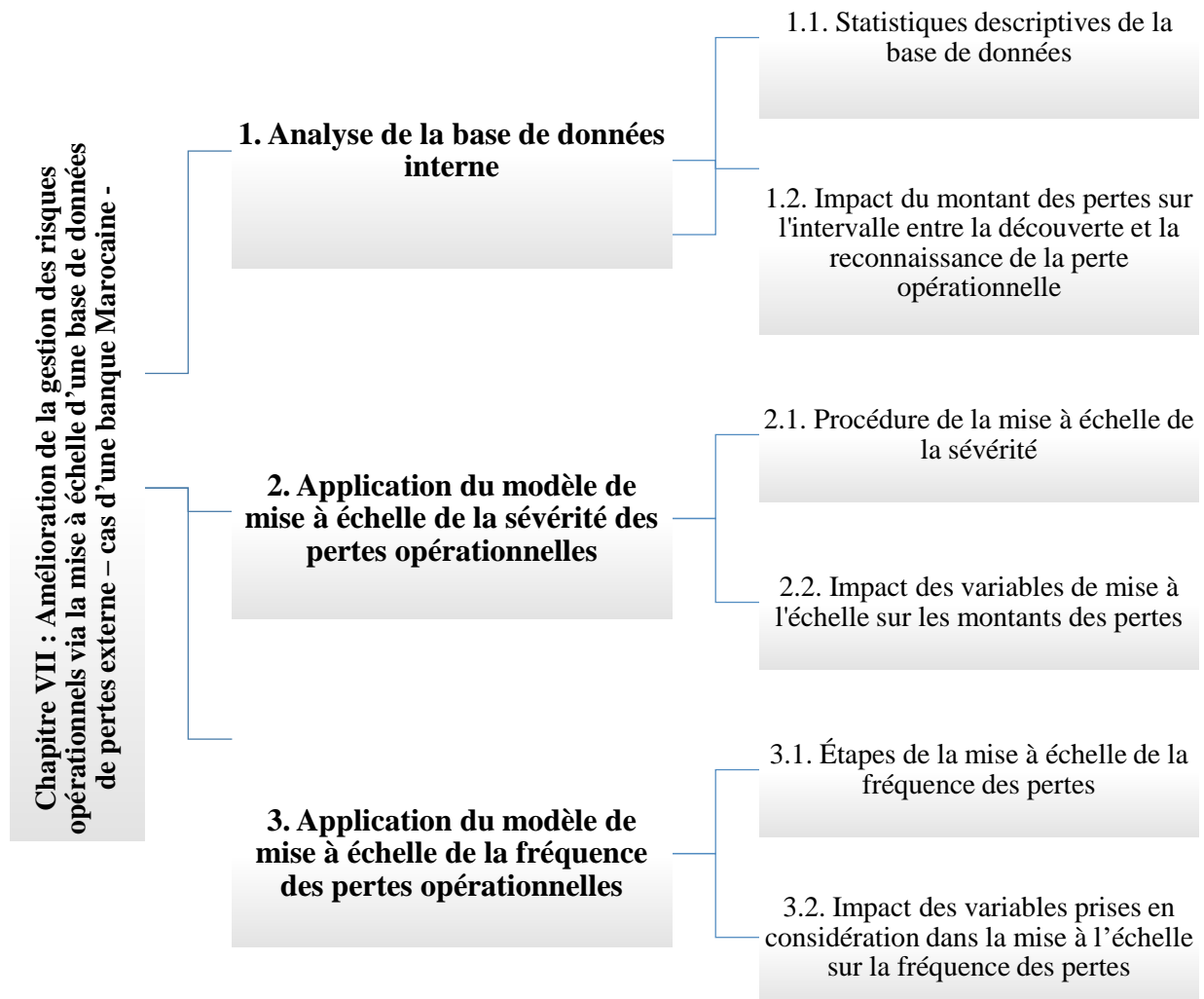
Le premier modèle appliqué est donc le modèle Poisson tronqué avec composante de régression, et le deuxième est le binomial négatif tronqué avec composante de régression. Notre choix s'est porté sur des modèles prenant en considération le problème de la troncature puisque notre base de donnée est composée uniquement de banque ayant subis au moins une perte durant cette durée allant de 1996 à 2016, du coup aucune observation en termes de fréquence n'est égale à 0. Notre choix final s'est porté sur le modèle de poisson tronqué optimal (section 2). Les résultats de l'estimation du premier modèle (poisson tronqué) montrent que la taille mesurée par le log (revenu) ainsi que la situation économique du pays où se trouve la banque, impacte positivement la fréquence des pertes. Concernant le lieu géographique seul la variable *Amérique latine (SA)* a un impact statistique sur la fréquence. Quant aux types de risques, nous avons trouvé que les pertes les plus fréquentes sont de type *fraude externe* et les moins fréquentes sont de type dommages aux actifs corporels. Les deux variables de la ligne d'affaire sont

significatives, cependant la ligne d'affaire *banque de détail* connaît des pertes plus fréquemment. La *SJ2* représentant le *système juridique anglais* est la seule variable liée à l'appartenance à un système juridique ayant un impact significativement non nul à un degré de confiance de 99 %. Pour les variables de gouvernance, la variable règle de droit a un impact négatif sur la fréquence (même résultat pour le montant des pertes). Finalement, aucune variable des variables culturelles n'est significative.



**Chapitre VII : Amélioration de la gestion des risques  
opérationnels via la mise à échelle d'une base de données  
de pertes externe – cas d'une banque Marocaine -**





## **Introduction du chapitre VII**

Pour quantifier le risque opérationnel, les banques sont tenues de prendre en considération aussi bien les pertes attendues que les pertes inattendues. En effet pour avoir plus de visibilité les banques ne doivent pas se contenter de la base de données interne regroupant l'historique des pertes opérationnelles que la banque a connues, mais doivent intégrer d'autres pertes observées dans l'industrie. L'utilisation de l'ensemble de la base de données externe peut servir pour alimenter la base de données interne afin de calculer les exigences en fonds propres consacrées aux risques opérationnels selon la réglementation bancaire proposée par le comité de Bâle II, sous prétexte que cette alimentation est primordiale pour avoir une meilleure estimation du risque opérationnel. Cette étape nécessite une grande attention, puisqu'il n'est pas conseillé de simplement rassembler des données provenant de différentes lignes d'activité ou de différentes institutions financières : cela peut entraîner des failles statistiques ainsi qu'une estimation erronée. La technique de mise à échelle a été donc développée pour corriger le biais dont souffre cette base de données externe qui est le biais d'échelle.

Cependant, l'utilisation des données externes peut aussi être générée pour le développement de scénario ou la simulation de crise. La simulation de crise est une technique servant à évaluer les répercussions éventuelles, en termes de situation financière, d'une séquence précise de modification des facteurs de risque qui correspond à des événements exceptionnels mais plausibles. Nous pouvons alors trouver l'équivalent d'une perte survenue dans une institution financière à l'échelle d'une Banque Marocaine par exemple en termes de sévérité et de fréquence des pertes opérationnelles en utilisant les facteurs explicatifs du risque opérationnel développé dans les deux précédents chapitres comme principaux facteurs d'échelles.

Ce chapitre a pour objectif de démontrer la façon dont une base de données externe peut être utilisée pour prévoir d'autres événements de pertes opérationnelles susceptible de se produire

en prenant pour exemple une banque marocaine X. La base de données interne de la banque en question comprend 205 observations, de type risque opérationnel, allant de la période 1994 à 2016. Nous calculerons donc le montant de perte qui pourrait survenir dans cette banque marocaine découlant d'un même type de risque, survenant à une même ligne d'affaire et à la même année d'occurrence que celle d'un événement de la base de données externe en utilisant les facteurs explicatifs ayant un impact sur le risque opérationnel développé dans les chapitres V et VI comme principaux facteurs d'échelle. Par contre, nous allons changer au fur et à mesure la valeur d'une des variables significatives pour mieux comprendre l'impact de ce changement sur la variabilité des pertes. Nous allons aussi appliquer le modèle de mise à échelle de la fréquence des pertes sur ladite banque et générer le nombre de pertes de plus de 1 million de dollars que cette banque pourrait subir à partir de sa propre distribution de fréquences en appliquant le modèle de poisson développé dans le chapitre VI.

Ce chapitre est présenté comme suit. La première section sera consacrée à la description de notre base de données interne qui provient de ladite banque marocaine. Nous allons voir ensuite, dans cette section si le montant de la perte peut expliquer le comportement de l'intervalle de temps entre la découverte et la reconnaissance des événements de perte avant de passer à l'application de la mise à échelle. Pour étudier la sous-hypothèse stipulant l'impact du montant des pertes sur l'intervalle, nous allons faire une revue de la littérature des travaux ayant abordé ce sujet, expliquer en quoi consiste cet intervalle entre la découverte et la reconnaissance des pertes, justifier le choix du modèle adopté pour étudier cette liaison, puis nous allons finaliser ce point par l'interprétation des résultats. La deuxième section consiste à détailler le processus de l'application du modèle de mise à l'échelle de la sévérité en se référant à la banque marocaine X. La dernière section est consacrée à l'application du modèle de mise à l'échelle des fréquences.

## Section 1

- **Description de la base de données interne de la banque marocaine X.**
- **Etudier l'impact du montant des pertes sur la variabilité des intervalles entre la découverte et la reconnaissance des pertes opérationnelles:**
  - Définition de la notion d'intervalle entre la découverte et la reconnaissance des pertes ;
  - Application du modèle de poisson avec composante de régression (variable explicative discrete);
  - Interprétation des résultats;

## Section 2

- **Mettre à l'échelle d'une banque Marocaine X la gravité des pertes opérationnelles de la base de données externe :**
- Explication détaillée de la procédure et des étapes de cette mise à échelle de la sévérité;
- Mesure de l'impact de chaque variable statistiquement significative sur la sévérité d'une manière concrète à travers des exemples.

## Section 3

- **Mettre à l'échelle d'une banque Marocaine X la fréquence des pertes opérationnelles de la base de données externe :**
- Explication détaillée de la procédure et des étapes de cette mise à échelle de la fréquence ;
- Mesure de l'impact de chaque variable statistiquement significative sur la fréquence d'une manière concrète à travers des exemples.

## 1. Analyse de la base de données interne

Comme nous l'avons déjà mentionné, des données historiques sur les pertes internes sont requises pour l'estimation du risque opérationnel. Une banque est donc obligée de collecter des données internes historiques pour s'aligner aux recommandations de la réglementation bancaire internationale. Néanmoins, les données historiques sur les pertes internes collectées par les banques peuvent différer d'une banque à une autre. En effet, le niveau de détails des informations relatives aux événements de pertes opérationnelles est d'une immense importance. Malheureusement, les coûts de la collecte des pertes (par exemple, la maintenance) peuvent également être élevés. Une banque doit trouver un moyen de trouver le meilleur niveau de détail pour obtenir des données avec des informations adéquates et un coût raisonnable. Selon Jiménez et al. (2008, p. 36) la base de données historique doit répondre aux exigences suivantes :

- Les données doivent être structurées de manière à répondre à la nomenclature du règlement<sup>56</sup> : c'est-à-dire ces pertes doivent être affectées aux « business lines » et « event type » définis dans la nomenclature<sup>57</sup>.
- Une banque doit collecter des informations de dates d'événements et de recouvrement, ainsi que les causes de l'événement, le niveau de détail collecté doit être en relation avec la taille de perte ;
- La base des données de pertes doit capter les informations en provenance de tous les sous-systèmes et implantations géographiques concernées.

---

<sup>56</sup> Règlement du Comité de la réglementation bancaire et financière n 97-02 portant sur la mesure et la surveillance des risques.

<sup>57</sup> Annexe n°1.

Puisqu'il s'agit de données confidentielles, nous allons décrire brièvement dans un premier temps les caractéristiques des données internes historiques de la banque marocaine X choisie.

Nous allons ensuite étudier cette base de données interne pour mieux cerner le comportement du risque opérationnel dans un contexte marocain. Suite à cette étape, nous pouvons en déduire par conséquent d'autres éléments méritant notre attention et qui peuvent faire l'objet d'étude connexe.

### **1.1. Statistiques descriptives de la base de données**

Notre base de données interne contient l'ensemble des pertes opérationnelles que la banque a connu allant de 1994 à 2016. Non seulement le montant de l'événement de perte est enregistré, mais également un large éventail d'informations en rapport avec l'événement est entré dans la base de données :

- Description du contexte et des circonstances de l'événement de perte opérationnelle ;
- Montant de la perte en devise locale et en Euro. Les pertes sont converties en euros en utilisant le taux de change en vigueur à la date de survenance de l'incident ;
- Nom et emplacement de l'unité commerciale ;
- Type d'événement selon la typologie proposée par Bale ;
- Date d'occurrence (la date à laquelle l'événement s'est produit) ;
- Date de détection/découverte (la date à laquelle un employé de la banque découvre que l'événement s'est produit) ;
- Date d'entrée à la base de données (la date à laquelle l'événement de perte de risque opérationnel est enregistré dans la base de données) ;
- Types d'effets, etc.

Le tableau suivant présente les statistiques descriptives du montant de la perte brute de la Banque X marocaine pour les années allant de 1994 jusqu'à 2016.

**Tableau 21**

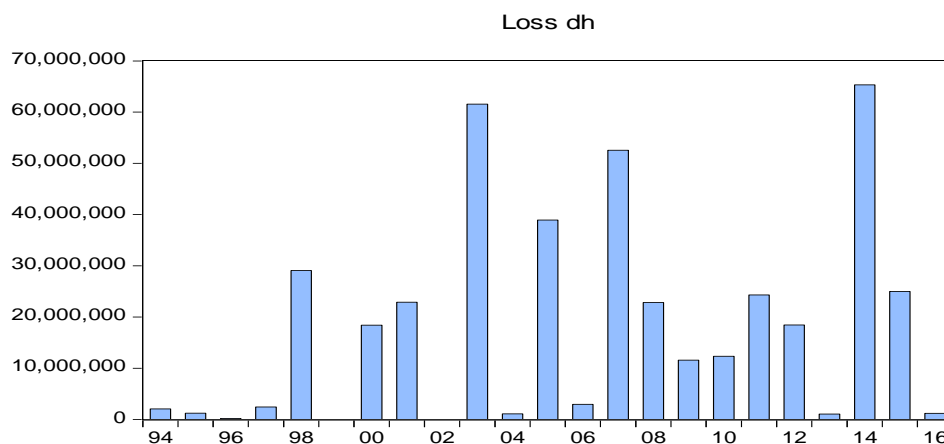
*Statistiques descriptives des pertes opérationnelles de la base de données interne*

<b>Montant des pertes opérationnelles</b>	
<b>Moyenne</b>	2016674
<b>Max</b>	45093916
<b>Min</b>	15000
<b>Sum</b>	4.15E+08

Le montant total de la perte est de 4.15E+08 DHS, avec un montant moyen de 2 016 674 DHS. Le montant maximum s'élève à 45 093 916 Dhs alors que le montant minimum de la perte indiqué est de 15 000 Dhs. L'écart-type du montant de la perte est de 4 238 728 DHS.

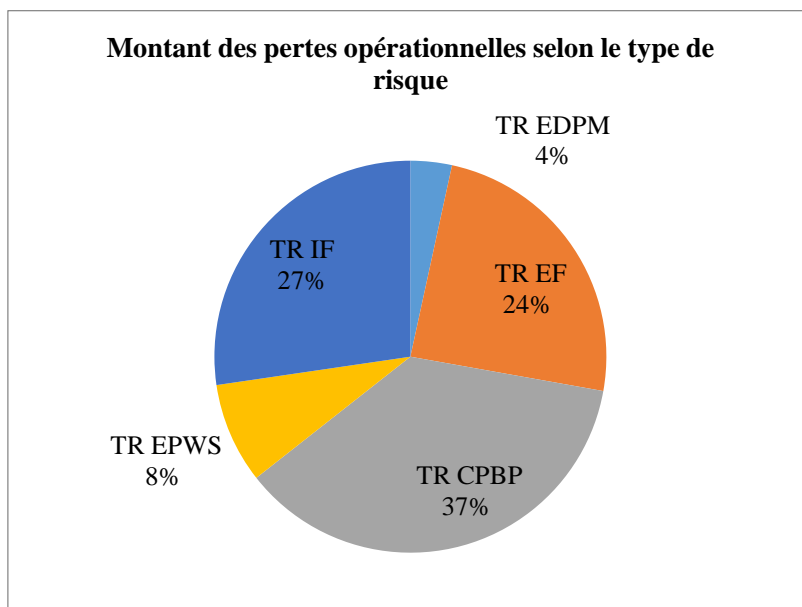
**Figure 32**

*Graphe représentant le montant des pertes de type risque opérationnelles en DH de l'année 1994 à l'année 2016 (base de données interne).*



**Figure 33**

*Grphe représentant les montants des pertes opérationnelles de la base de données interne selon les types de risque.*



Selon le diagramme circulaire ci-dessus, nous remarquons que la catégorie *Client, produits et pratiques commerciale* occupe la plus grande proportion de l'échantillon soit près de 37 % de l'ensemble des montants des pertes opérationnelles appartiennent à cette catégorie de risque. En deuxième position, nous trouvons la catégorie *Fraude interne* avec un pourcentage d'environ 27 % de l'ensemble de pertes. 24 % des pertes sont de type fraude externe. Néanmoins, les autres types de risque ne sont pas assez représentatifs dans notre échantillon.

Nous remarquons lors de l'étude de cette base de données deux dates correspondant à la date de la découverte et la date de reconnaissance du risque opérationnel. L'intervalle existant entre ces deux dates a tendance à varier. Nous allons voir dans la section suivante si le montant de la perte peut expliquer le comportement de l'intervalle de temps entre la découverte et la reconnaissance des événements de perte, sinon nous allons essayer d'examiner d'autres éléments susceptibles d'expliquer le comportement de l'intervalle de temps entre la découverte et la

reconnaissance. Nous allons expliquer premièrement ce que nous voulons dire par l'intervalle de temps entre la découverte et la reconnaissance des pertes puis mettre l'accent sur la littérature ayant déjà traité ce point, nous allons justifier le choix de la méthode d'estimation des paramètres et enfin discuter les résultats obtenus.

### **1.2. Impact du montant des pertes sur l'intervalle entre la découverte et la reconnaissance de la perte opérationnelle.**

Dans cette section, nous sommes particulièrement intéressés à tester la sous-hypothèse suivante :

**Sous Hypothèse : le montant de la perte ainsi que le type du risque ont un impact sur l'intervalle de temps entre le moment où un événement est découvert et le moment où l'événement est reconnu comme risque opérationnel.**

L'intervalle entre la découverte et la reconnaissance de la perte opérationnelle sera codifié comme suit : IDR.

Intuitivement, nous avons supposé que le montant des pertes opérationnelles est la principale raison pouvant expliquer la variation des intervalles entre la découverte et la reconnaissance de la perte opérationnelle. Cette problématique a été déjà traitée par Na (2004). Cependant, l'auteur s'est contenté à effectuer un test de relation linéaire entre les deux attributs. Sur la base de ses résultats, il n'a trouvé aucune relation linéaire entre les pertes et les valeurs IDR. Il a cependant remarqué que de tous les événements de perte de risque opérationnel survenus dans la banque, plus d'un quart des pertes sont comptabilisées entre 1 et deux mois après leur découverte (entre 21 et 40 jours ouvrables).

Nous allons essayer de traiter cette problématique, mais sans pour autant supposer la linéarité. Mais avant d'entrer dans les détails de la méthode adéquate pour avoir la meilleure estimation des paramètres, nous devons expliquer comment cet IDR est obtenu.

### **1.2.1. Définition de l'intervalle entre la découverte et la reconnaissance des pertes opérationnelles**

D'après la base de données, nous avons remarqué que chaque événement de perte présentera les caractéristiques suivantes : heure d'occurrence, heure de découverte et heure de reconnaissance.

- Date de début de l'événement : quand l'événement s'est produit ou a commencé ;
- Date de découverte : lorsque l'événement a été identifié pour la première fois ;
- Date comptable : lorsqu'une perte a été enregistrée pour la première fois dans le grand livre.

Une enquête a lieu normalement pour trouver la cause de l'événement une fois que cette perte est découverte. Une enquête va prendre du temps et le temps nécessaire pour enquêter peut varier énormément. Cela peut prendre plusieurs heures, ce qui signifie que l'événement de perte est reconnu le jour même où il a été découvert. En d'autres occasions, l'enquête peut nécessiter des mois (voire des années) avant de pouvoir être finalisée.

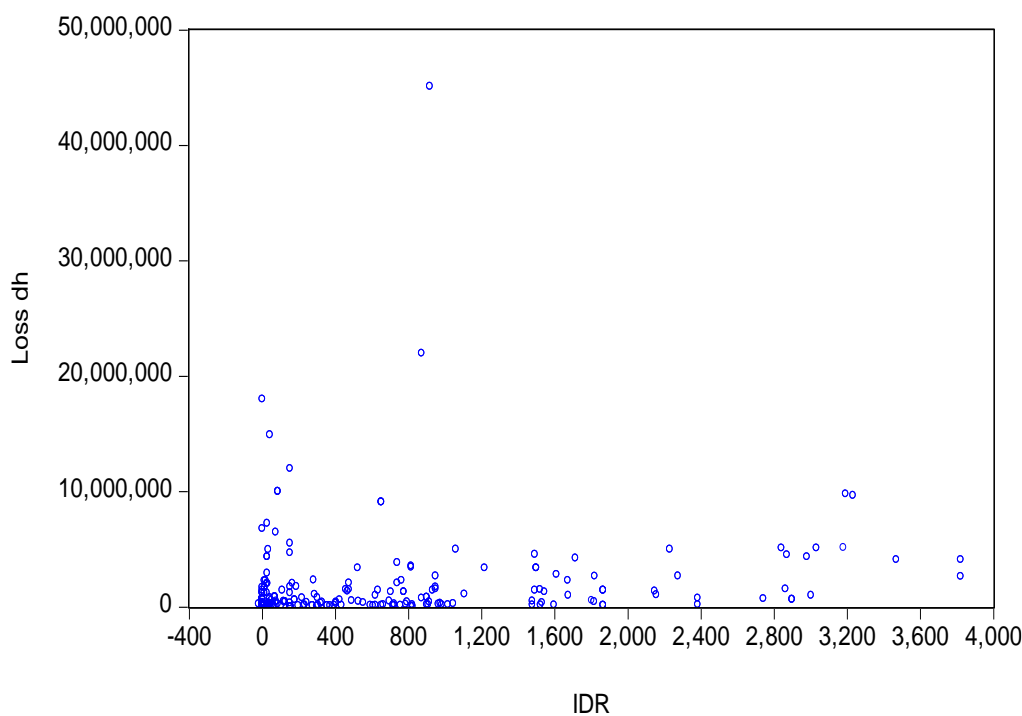
Quand une perte opérationnelle avec un montant faible se produit, il est prévu qu'une enquête est moins susceptible de se produire. Cela tient principalement au coût, car une enquête pourrait coûter plus cher que la perte subie. Comme résultats, le temps nécessaire pour reconnaître ce type d'événement devrait être plus court que le temps nécessaire pour reconnaître les événements de perte avec une sévérité élevée. Par conséquent, nous pensons que les petites pertes auront tendance à avoir un petit intervalle entre le moment de la découverte et la reconnaissance. En même temps, nous nous attendons également à ce que les pertes importantes tendent à avoir un intervalle de temps élevé entre la découverte et la reconnaissance, et cet intervalle plus élevé est principalement causé par le temps nécessaire pour enquêter.

Nous allons étudier si notre hypothèse est conforme à la réalité en utilisant la base de données interne ainsi que l'externe pour faire une étude comparative entre ce qui se fait dans une banque marocaine et ce qui se fait au niveau international.

Concernant l'IDR nous pouvons dire que l'intervalle de temps moyen entre la découverte et la reconnaissance dans notre base de données interne est de 733 jours ouvrables, soit 24 mois. La valeur maximale de l'IDR est de 3 821 jours de travail, ce qui correspond presque à 10 ans et demi. Veuillez noter qu'un intervalle de temps de 1 jour ouvrable signifie qu'un événement de perte est découvert et reconnu le même jour ouvrable. La valeur minimale possible pour IDR est donc de 1 jour ouvrable.

**Figure 34:**

*La sévérité des pertes opérationnelles et les intervalles entre la découverte et la reconnaissance des pertes.*<sup>58</sup>



---

<sup>58</sup> Source : graphe obtenu à l'aide du logiciel E-views ;

À partir de ce graphe, nous pouvons seulement constater que l'intervalle de temps maximal est inférieur à 10 ans et demi (3 821 jours), ce qui n'est pas la propriété de l'événement de perte avec le montant de perte maximal, mais plutôt d'un événement de perte avec un montant de perte inférieur à 10 000 000 DHS. L'événement de perte avec la gravité maximale de la perte a une valeur IDR aux alentours des 800 jours de travail, ce qui signifie qu'il a été reconnu deux ans environ après sa découverte. Nous pouvons observer que la plus grande partie des événements de pertes opérationnelles ont une valeur IDR comprise entre 0 et 1000 jours ouvrables (3 ans environ). Ce graphe indique clairement qu'il n'y a pas de relation linéaire entre la gravité de la perte élevée et l'intervalle élevé entre la découverte et la durée de reconnaissance (IDR élevé).

La valeur IDR (découverte et reconnaissance) des événements de petites pertes est répartie entre les valeurs minimale et maximale. La figure ci-dessus montre que la densité (concentration d'événements de pertes) d'événements de perte dont la gravité est inférieure à 10 000 000 Dhs et les valeurs IDR inférieures à 500 jours ouvrables est supérieure à la densité d'autres combinaisons de gravité de la perte et de valeur IDR. Parce que le chiffre ne donne pas un aperçu des pertes inférieures à 10 000 000 Dhs, nous devons ultérieurement explorer la région des pertes plus petites et déterminer si nous pouvons trouver la relation linéaire entre les petites pertes et les faibles valeurs de l'IDR.

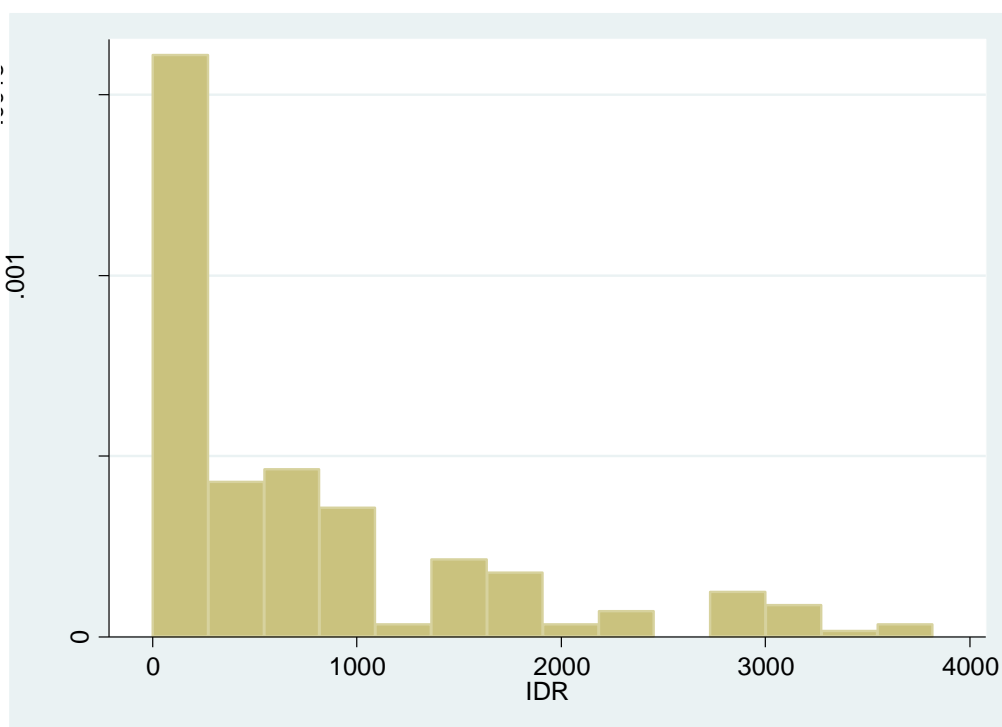
### **1.2.2. Description du modèle**

Comme nous l'avons détaillé dans le chapitre 5, avant de choisir l'approche de modélisation à utiliser, il importe de bien comprendre le type de données. L'utilisation des modèles de régression des moindres carrés souffre de plusieurs limitations méthodologiques et propriétés statistiques lorsque la variable à expliquer est un nombre entier non-négatif (variable discrète). Contrairement au modèle de régression linéaire classique, les modèles de régression pour les

dénombrements sont non linéaires avec de nombreuses propriétés pour la variable de réponse qui se rapportent à la discrétion, à la non-linéarité et ne traitent que des valeurs non-négatives. Le modèle de régression de Poisson est un bon point de départ pour la modélisation des données de comptage.

**Figure 35**

*Histogramme représentant la densité des intervalles entre la découverte et la reconnaissance des pertes opérationnelles*



Dans notre cas, les données sont fortement biaisées vers la droite, de sorte que la régression par moindres carrés ordinaires serait clairement inappropriée. Comme nous l'avons vu, les données de comptage suivent souvent une distribution de Poisson, donc un certain type d'analyse de Poisson pourrait être approprié. Cependant, le modèle de Poisson peut entraîner des estimations incohérentes et biaisées si l'hypothèse d'égalité de la variance et de la moyenne est violée.

Alternativement, on peut utiliser le modèle de régression binomiale négative (NB) qui est la généralisation et extension du modèle de régression de Poisson (chapitre VI). Dans le modèle NB, un paramètre de dispersion est inclus ( $\alpha$ ) dans le modèle pour tenir compte de la surdispersion en permettant à la variance d'être supérieure à la moyenne et de tenir compte de l'hétérogénéité non observée dans les données de dénombrement. Nous allons estimer les paramètres en utilisant les modèle Poisson avec composante de régression ainsi que le modèle binomial négatif avec composante de régression.

Pour résumer nous essayons d'expliquer la variabilité de l'intervalle entre la découverte et la reconnaissance des pertes par le montant des pertes et le type de risque (fraude interne, fraude externe, pratiques en matière d'emploi et sécurité sur le lieu de travail, clients produits et pratiques commerciales, exécution) nous ajoutons la variable qui capte l'effet du lieu géographique dans la base de données externe.

Les résultats de l'estimation des paramètres pour les deux modèles Poisson avec composante de régression et binomial négatif avec composante de régression sont résumés dans le tableau ci-dessous.

Les chiffres dans la première ligne pour chaque variable concernent les coefficients de ces variables alors que les chiffres entre parenthèses concernent les seuils expérimentaux (p-values).

\*\*\* : coefficient significatif à un seuil de 1% ;

\*\* : coefficient significatif à un seuil de 5% ;

\* : coefficient significatif à un seuil de 10%.

**Tableau 22**

*Résultat d'estimation des paramètres du modèle poisson et du modèle binomial négatif dans les deux bases de données*

Variables explicatives	Base de données interne de la banque Marocaine X		Base de données Sas OPRISK Data		
	Modèle poisson	Modèle BN	Modèle poisson	Modèle BN	
<b>Constante</b>	7.072978*** (0.000)	6.525608*** (0.000)	7.369738*** (0.000)	6.982929*** (0.000)	
<b>Montant de la perte opérationnelle</b>	5.18E-08*** (0.000)	5.53E-08* (0.084)	0.0000802*** (0.000)	0.000116*** (0.000)	
TR EF	-0.42664791*** (0.000)				
TR IF :	-0.9905394*** (0.000)				
<b>Types de risque</b>	TR CPBP :	-1.651134*** (0.000)	-0.9970992*** (0.000)	0.612299*** (0.000)	0.287091*** (0.000)
	TR EDPM :	-0.1452296*** (0.000)	0.3859997 (0.147)	0.4560068*** (0.000)	0.4527394*** (0.000)
	TR EPWS :		0.4964727 (0.196)	0.6413091*** (0.000)	0.4128408*** (0.000)
	Europe			0.933366*** (0.000)	0.2963761*** (0.000)
<b>Lieu géographique</b>	Etats Unis			0.1517626*** (0.000)	0.2715091*** (0.000)

Variables explicatives	Base de données interne de la banque Marocaine X		Base de données Sas OPRISK Data	
	Modèle poisson	Modèle BN	Modèle poisson	Modèle BN
Afrique			0.0424924*** (0.000)	0.0448522 (0.350)
Amérique Latine			0.7288049*** (0.000)	0.3617226*** (0.001)
Europe de l'Est			0.1663472*** (0.000)	0.1608458*** (0.000)
Asie			0.1438001*** (0.000)	0.2902768*** (0.000)
<b>Pseudo R<sup>2</sup></b>	0.2495	0.0121	0.5090	0.0311
<b>Log likelihood</b>	-76196.963	-1485.5603	-3366420.4	-27029.8460
<b>A</b>		1.917843		0.8907759

### 1.2.3. Discussion des résultats

L'estimation de l'alpha dans les deux bases de données est supérieure à 0 (1.917 et 0.890). Rappelons qu'un modèle avec un alpha de zéro équivaut à un modèle de poisson tronqué à zéro. Dans les deux cas, alpha est significativement différent de zéro ce qui veut dire que la distribution de poisson n'est pas appropriée comme estimateur des paramètres.

La grande valeur du chi carré dans le goodness of fit (qualité de l'ajustement) est un autre indicateur que la distribution du poisson n'est pas un bon choix. Une statistique de test significative ( $p < 0,05$ ) du goodness of fit indique que le modèle de poisson est inadapté.

**Tableau 23**

*Goodness of fit du modèle poisson pour les deux bases de données*<sup>59</sup>

	<b>Base de données interne</b>	<b>Base de données externe</b>
<b>Goodness of fit chi2</b>	150946.7	6704770
<b>Prob &gt; chi2 (199)</b>	0.0000	0.0000

Le modèle adéquat est donc le modèle binomial négatif avec composante de régression.

- Dans la base de données interne : le montant des pertes impacte positivement les intervalles entre la découverte et la reconnaissance de la perte à un seuil de 10 %. C'est-à-dire que les pertes opérationnelles dont les montants sont importants sont plus susceptibles à connaître des intervalles grands. Concernant le type de risque, nous remarquons que seul le type de risque clients, produits et pratiques commerciales est significative au seuil de 1 %.
- Dans la base de données externe : le montant des pertes influence positivement l'intervalle entre la découverte et la reconnaissance. Quant aux types de risques, nous avons trouvé que le type de risque *EPWS* représentant les pratiques en matière d'emploi et sécurité sur le lieu de travail, *EDPM* représentant le type exécution, livraison et gestion des processus ainsi que *CPBP*, pour client produit et pratiques commerciales sont tous significatifs à un seuil de 1 %. Le Type de risque *EDPM* est celui qui a plus d'impact sur l'intervalle avec un coefficient qui s'élève à 0.45273. En ce qui concerne les lieux géographiques, l'*Europe*, les *Etats Unis*, l'*Amérique Latine*, l'*Europe de l'Est*

<sup>59</sup> Tableau obtenu grâce au logiciel stata (voir Annexe n °7).

et l'Asie ont tous un impact significatif à un seuil de 1 %. Cependant, le lieu représentant l'Amérique Latine a le coefficient le plus élevé contre l'Afrique qui a le coefficient le moins élevé.

→ Dans les deux bases de données, notre hypothèse stipulant que les montants de pertes impactent positivement l'intervalle entre la découverte et la reconnaissance de la perte opérationnelle est confirmée.

## **2. Application du modèle de mise à échelle de la sévérité des pertes opérationnelles**

Comme nous l'avons signalé auparavant notre but est de trouver une solution au problème lié à l'échelle dont souffre la base de données externe. Nous avons pour objectif de trouver l'équivalent d'une perte survenue dans une institution financière à l'échelle d'une Banque Marocaine X en termes de sévérité et de fréquence des pertes opérationnelles. Pour ce faire nous allons nous baser sur la formule de régression trouvée précédemment qui prend le  $\log(\text{Loss}_i)$  comme variable dépendante et qui a décomposée cette dernière en composante commune et composante idiosyncratique comme il a été détaillé dans la littérature. Nous allons dans un premier lieu expliquer d'une manière détaillée la procédure de cette mise à échelle de la sévérité puis nous allons essayer de voir l'impact de chaque variable sur la sévérité d'une manière concrète à travers des exemples.

### **2.1. Procédure de la mise à échelle de la sévérité**

Le modèle optimal que nous avons trouvé suite à l'application de la méthode Backward (Elimination à partir du modèle de Base) pour expliquer le montant des pertes opérationnelles est le suivant :

#### Équation 4

*Régression de la sévérité des pertes après identification de ses composantes*

$$\hat{y}_i = \hat{a}_0 + \hat{a}_1 \log(\text{Actifs}_i) + \hat{a}_2 \text{PIB}_i + \hat{a}_3 \text{Control Corrup}_i + \hat{a}_4 \text{Rule Law}_i + \hat{a}_5 \text{Indi.}_i + \hat{a}_6 \text{Uncert. Av}_i + \\ + \hat{a}_7 \text{EU}_i + \hat{a}_8 \text{MENA}_i + \hat{a}_9 \text{AS}_i + \hat{a}_{10} \text{BLRB}_i + \hat{a}_{11} \text{TRIF}_i + \hat{a}_{12} \text{TREF}_i + \hat{a}_{13} \text{TREDPM}_i + \hat{a}_{14} \text{TREPWS}_i + \\ \hat{a}_{15} \text{Domicile}_i + \hat{a}_{16} \text{SJ1}_i + \hat{a}_{17} \text{SJ2}_i + \hat{a}_{18} \text{SJ4}_i + \sum_{j=19}^{38} \hat{a}_j \text{Year}_{ij} + \sum_j \hat{a}_j \text{Inter Year}$$

Où :

$Y_i = \log(\text{Loss}_i)$  ;

$i$  : la dimension individuelle qui indique le nombre des banques

$\hat{a}_0$  : représente le log (Composante Commune) et le reste de l'équation concerne le log (Composante idiosyncratique) ;

Les variables explicatives, statistiquement significatives pour expliquer le montant des pertes ont été retenues pour développer la formule de normalisation ci-dessus. Une formule de normalisation permet ainsi de mettre une perte survenue dans une banque  $B$  à l'échelle d'une banque  $A$ .

Selon Dahen (2006) l'équation de régression peut être réécrite de la manière suivante puisque la composante commune reste constante pour toutes les pertes.

De ce fait nous obtenons l'équation suivante :

$A$  : banque marocaine

$B$  : banque externe

$$\text{Composante Commune} = \frac{\text{Perte A}}{g(\text{Comp idio})A} = \frac{\text{Perte B}}{g(\text{Comp idio})B} = \dots = \frac{\text{Perte N}}{g(\text{Comp idio})N}$$

Cette équation implique que :

Équation 5 : Formule de normalisation de la sévérité des pertes opérationnelles

$$Perte A = \frac{g(\text{Comp idio})A}{g(\text{Comp idio})B} \times Perte B$$

En d'autres termes si nous voulons calculer une perte qui peut survenir dans une banque marocaine nous devons multiplier la perte survenue dans l'industrie par une fraction

$$\frac{g(\text{Comp idio})A}{g(\text{Comp idio})B}$$

$$\begin{aligned} \text{Où } g(\text{Comp idio}) A = & \exp(\hat{\alpha}_1 \log(\text{ACTIFS}_A) + \hat{\alpha}_2 \text{PIB}_A + \hat{\alpha}_3 \text{Control Corrup.}_A + \hat{\alpha}_4 \text{Rule Law}_A + \hat{\alpha}_5 \text{Indi.}_A + \hat{\alpha}_6 \text{Uncert. Av.}_A \\ & + \hat{\alpha}_7 \text{EU}_A + \hat{\alpha}_8 \text{MENAA}_A + \hat{\alpha}_9 \text{ASA}_A + \hat{\alpha}_{10} \text{BLRB}_A + \hat{\alpha}_{11} \text{TRIF}_A + \hat{\alpha}_{12} \text{TR EF}_A + \hat{\alpha}_{13} \text{TREDPM}_A + \hat{\alpha}_{14} \text{EPWS}_A + \hat{\alpha}_{15} \text{DOM}_A + \hat{\alpha}_{16} \text{SJ1}_A + \\ & \hat{\alpha}_{17} \text{sj2}_A + \hat{\alpha}_{18} \text{SJ3}_A + \sum_j \hat{\alpha}_j \text{Année}_A) \end{aligned}$$

Et

$$\begin{aligned} g(\text{Comp idio}) B = & \exp(\hat{\alpha}_1 \log(\text{ACTIFS}_B) + \hat{\alpha}_2 \text{PIB}_B + \hat{\alpha}_3 \text{Control Corrup.}_B + \hat{\alpha}_4 \text{Rule Law}_B + \hat{\alpha}_5 \text{Indi.}_B + \hat{\alpha}_6 \text{Uncert. Av.}_B + \\ & \hat{\alpha}_7 \text{EU}_B + \hat{\alpha}_8 \text{MENA}_B + \hat{\alpha}_9 \text{AS}_B + \hat{\alpha}_{10} \text{BLRB}_B + \hat{\alpha}_{11} \text{TRIF}_B + \hat{\alpha}_{12} \text{TR EF}_B + \hat{\alpha}_{13} \text{TREDPM}_B + \hat{\alpha}_{14} \text{EPWS}_B + \hat{\alpha}_{15} \text{DOM}_B + \hat{\alpha}_{16} \text{SJ1}_B + \\ & \hat{\alpha}_{17} \text{sj2}_B + \hat{\alpha}_{18} \text{SJ3}_B + \sum_j \hat{\alpha}_j \text{Année}_B) \end{aligned}$$

Nous allons procéder par la multiplication des coefficients déjà estimés par la valeur correspondante des différentes variables pour trouver la composante idiosyncratique ou spécifique de la banque A marocaine ainsi que la banque B appartenant à la base de donnée externe. Cette technique nous permet donc de transformer la base de données externe, qui contient l'ensemble de pertes observées dans l'industrie, à l'échelle d'une base de données interne appartenant à une banque marocaine. De cette manière, nous pourrions ainsi ajuster la sévérité des pertes dans un premier lieu puis la fréquence, en tenant compte de plusieurs facteurs, propres à la banque tels que la taille, le lieu, la ligne d'affaires et le type de risque et en tenant compte aussi d'autres facteurs liés à l'environnement auquel appartient la banque

notamment l'environnement économique, juridique, social ou encore les facteurs de gouvernance.

Nous allons essayer de valider ce modèle de mise à échelle de la sévérité des pertes opérationnelles en l'appliquant sur une banque marocaine (pour des raisons de confidentialité nous choisissons de ne pas révéler le nom de la dite banque). Ainsi, Nous présentons deux exemples de pertes de la base de données externe SAS OpRisk Global Data et nous montrons en détail comment la mise à l'échelle est effectuée et comment les pertes sont normalisées à l'échelle de cette banque Marocaine. Pour cela, le tableau suivant illustre les exemples de pertes observées dans l'industrie avec notamment les informations concernant les variables ayant un impact sur le risque opérationnel. Les données de la base externe que nous avons choisi de révéler concernent des données publiques et médiatisées, contrairement aux pertes des données internes d'où la nécessité de garder l'anonymat en ce qui concerne le nom de la banque marocaine sur laquelle nous souhaitons appliquer cette mise à échelle. Rappelons que notre base de donnée externe contient des événements extrêmes avec un montants qui surpasse 1M\$ et qui sont médiatisés ainsi que l'ensemble des événements de pertes opérationnelles interne de banque faisant parti du consortium SAS.

**Tableau 24**

*Extraits de la base de données interne et de la base de données externes*

	<b>Extrait de la base de données interne</b>	<b>Extrait de la base de données externe SAS OPRISK</b>	
<b>Banque</b>	Banque Marocaine X	Credit Agricole SA	Banco de Oro Universal Bank
<b>Pays de l'incident</b>	Maroc	France	Philippines

	<b>Extrait de la base de données interne</b>	<b>Extrait de la base de données externe SAS OPRISK</b>	
AN	2004	2004	2004
<b>Pays de l'entité légale</b>	Maroc (MENA)	France (EUROPE)	Philippines (ASIE)
<b>Ligne d'affaires</b>	Banque de détail	Banque commerciale	Banque de détail
<b>Type de risque opérationnel</b>	Pratiques en matière d'emploi et sécurité sur le lieu de travail	TR EPWS	TR EPWS
<b>SJ</b>	SJ1	SJ1	SJ1
<b>LOG(Actifs)</b>	Log(2171610000)	Log(50302600000)	Log(4633200000)
<b>PIB \$</b>	9.8266E+10	2.1157E+12	91371242495
<b>Control of Corruption : Estimate</b>	-0,1432836	1.330429	-0,6489331
<b>Domicile de la perte</b>	Maroc	France	Philippines
<b>Rule of Law</b>	-0,0325502	1.44289	-0,5681162
<b>Individualism</b>	46	71	32
<b>Uncertainty avoidance</b>	68	86	44
<b>Pertes (\$M)</b>	à déterminer	17.1	18,97

Nous allons commencer par traiter l'exemple de *Credit Agricole SA*, une banque se situant en France, victime d'une perte opérationnelle de type : Pratiques en matière d'emploi et sécurité sur le lieu de travail (TR EPWS). Ces pertes sont liées à des actes contraires aux dispositions législatives ou réglementaires, ou en conventions en matière d'emploi, de santé ou de sécurité, à la réparation des préjudices personnels ou à des pratiques discriminatoires ou contraintes aux règles en matière d'égalité professionnel selon la définition proposée par le comité de Bale 2. Cette banque a effectivement subi en 2004 cette perte dans sa banque commerciale pour un montant qui s'élève à 17.1M \$. En appliquant la formule de normalisation, nous pouvons déterminer sa composante idiosyncratique ce qui serait dans ce cas :

$$g(\text{Comp. Idio.})_{\text{Credit Agricole sa}} = \exp^{((1.107928 \times \log(\text{actifs}_{\text{Credit Agricole SA}}) + (7.9E-14 \times \text{PIB}_{\text{FR}}) + (0.525927 \times \text{Control of corruption}_{\text{FR}}) - (0.60764 \times \text{Rule of Law}_{\text{FR}}) - (0.009407 \times \text{Individualism}_{\text{FR}}) - (0.015322 \times \text{Uncertainty Avoidance}_{\text{FR}}) - (0.446453 \times \text{AS}) + (1.02733 \times \text{MENA}) + (0.407231 \times \text{EU}) - (1.06337 \times \text{BL RB}) - (1.023808 \times \text{TRIF}) - (1.337794 \times \text{TR EDPM}) - (1.265011 \times \text{TR EF}) - (1.017690 \times \text{TR EPWS}) + (0.235964 \times \text{Domicile}) - (0.555018 \times \text{SJ1}) - (0.789267 \times \text{Sj2}) + (1.090548 \times \text{SJ4}) - (1.713018 \times \text{Année})}$$

Nous allons remplacer chaque variable par sa valeur, nous obtenons le résultat suivant :

$$g(\text{Comp. Idio.})_{\text{Credit Agricole sa}} = \exp^{((1.107928 \times \log(503026000000)) + (7.9E-14 \times 2.12E+12) + (0.525927 \times 1.330429) - (0.6076 \times 1.44289) - (0.009407 \times 71) - (0.015322 \times 86) - (0.446453 \times 0) + (1.027332 \times 0) + (0.407231 \times 1) - (1.06337 \times 0) - (1.023808 \times 0) - (1.337794 \times 0) - (1.265011 \times 0) - (1.017690 \times 1) + (0.235964 \times 1) - (0.555018 \times 1) - (0.789267 \times 0) + (1.090548 \times 0) - (1.713018 \times 1))}$$

$$= 4,00173391$$

Nous obtenons alors :

$$g(\text{Comp. Idio.})_{\text{Credit Agricole SA}} = 4,00173391$$

Nous appliquons ensuite la même technique de calcul pour la banque locale X, nous obtenons un coefficient de  $g(\text{Com. Idio.})_{\text{Banque Marocaine}} = 1,989523216$

Puisque,

$$\begin{aligned}
 g(\text{Comp. Idio.})_{\text{Banque Marocaine } X} &= \exp^{((1.107928 \times \log(\text{actifs})_{\text{Banque Marocaine } X}) + (7.9\text{E-}14 \times \text{PIB}_{\text{MAR}})^+ \\
 & (0.525927 \times \text{Control of corruption}_{\text{MAR}}) - (0.60764 \times \text{Rule of Law}_{\text{MAR}}) - (0.009407 \times \text{Individualism}_{\text{MAR}}) - (0.015322 \times \text{Uncertainty} \\
 & \text{Avoidance}_{\text{MAR}}) - (0.446453 \times \text{AS}) + (1.027332 \times \text{MENA}) + (0.407231 \times \text{EU}) - (1.06337 \times \text{BLRB}) - (1.023808 \times \text{TRIF}) - (1.337794 \times \text{TR} \\
 & \text{EDPM}) - (1.265011 \times \text{TR EF}) - (1.017690 \times \text{TREPWS}) + (0.235964 \times \text{Domicile}) - (0.555018 \times \text{SJ1}) - (0.789267 \times \text{Sj2}) + (1.090548 \times \text{SJ4}) - \\
 & (1.713018 \times \text{Année2004}) \\
 & = \exp^{((1.107928 \times 2171610000) + (7.9\text{E-}14 \times 5.96\text{E}+10) + (0.525927 \times (-0.1432836)) - \\
 & (0.60764 \times (-0.0325502)) - (0.009407 \times 46) - (0.015322 \times 68) - (0.446453 \times 0) + (1.027332 \times 1) + (0.407231 \times 0) - (1.06337 \times 1) - (1.023808 \times 0) - \\
 & (1.337794 \times 0) - (1.265011 \times 0) - (1.017690 \times 1) + (0.235964 \times 1) - (0.555018 \times 1) - (0.789267 \times 0) + (1.090548 \times 0) - (1.713018 \times 1)}
 \end{aligned}$$

$$g(\text{Comp. Idio.})_{\text{Banque Marocaine}} = 1,989523216$$

En appliquant la formule de normalisation, nous pouvons mettre les 17, 1 M\$ observés dans l'industrie à l'échelle de la banque marocaine X :

$$\begin{aligned}
 \text{Perte Banque Marocaine} &= \frac{g(\text{Comp idio})_{\text{Banque Marocaine}}}{g(\text{Comp idio})_{\text{Crédit Agricole SA}}} \times \text{Perte Crédit Agricole SA} \\
 &= \frac{1.989523216}{4.00173391} \times 17.1 \\
 &= 8.50152653 \text{ M\$}
 \end{aligned}$$

Les mêmes étapes seront appliquées pour mettre à échelle la perte enregistrée aux Philippines dans la banque *Bank de Oro Universal Bank* dans la même année et le même type de risque :

La composante idiosyncratique de la banque aux Philippines est de :

$$\begin{aligned}
 g(\text{Comp. Idio.})_{\text{Bank de Oro Universal Bank}} &= 0.6361399 \\
 \text{Perte Banque Marocaine} &= \frac{g(\text{Comp idio})_{\text{Banque Marocaine}}}{g(\text{Comp idio})_{\text{Bank de Oro Universal Bank}}} \times \text{Perte Bank de Oro Universal Bank} \\
 &= \frac{1.98952322}{0.6361399} \times 18.97 \\
 &= 3.12749321 \text{ M\$}
 \end{aligned}$$

D'après les calculs nous observons que la perte enregistrée en France d'un montant qui s'élève à 17.1M\$ dans le même type de risque *Pratique en matière d'emploi et sécurité sur le lieu de travail*, après avoir appliquée le processus de mise à échelle (en se basant sur la formule de normalisation) s'est transformée à un montant de 8.50 M\$. En ce qui concerne la perte observée

en Asie précisément en Philippines, nous observons aussi que la perte de 18.97M\$ est devenu de 3.1274M\$ si elle s'était déroulé dans la banque Marocaine X.

## **2.2. Impact des variables de mise à l'échelle sur les montants des pertes**

Pour mieux comprendre l'impact qu'exerce chaque variable explicative choisie sur le montant des pertes opérationnelles, nous allons choisir aléatoirement un événement relatif au risque opérationnel extrait de notre base de données interne appartenant à une banque marocaine. Nous allons modifier à chaque fois une variable ou un groupe de variable explicative pour voir le degré d'impact sur le montant. Il s'agit d'une perte observée en 2012, dans la ligne d'affaire *banque de détail*. Cette perte est de type fraude externe, c'est-à-dire selon l'explication proposée par Bâle, une perte qui est liée à des actes de tiers visant à commettre une fraude ou un détournement d'actif ou à enfreindre une disposition législative réglementaire. L'actif de la banque en 2012 s'élève à 2728.5 M\$ (dans la base de données interne, les montants sont en devise nationale ainsi qu'en \$ et EURO).

La cellule colorée présente la variable qui a été modifiée par rapport à l'événement extrait de la base.

**Tableau 25**

*Tableau représentant le calcul du montant des pertes opérationnelles selon plusieurs scénarios<sup>60</sup>,*

	Pays	AN	Entité légale	Ligne d'Affaire	TYPE DE RISQUE	SJ <sup>61</sup>	log (actifs)	PIB \$	Control of Corruption : Estimate	Rule of Law : Estimate	INDIVID	Contrôle Incertitude	Pertes (\$M)
<b>Banque Marocaine X</b>	Maroc	2012	Domicile	RB <sup>62</sup>	fraude externe	SJ1	log(27285300000))	1E+11	-0,437	0,98421	46	68	<b>41,57</b>
<b>Banque fictive 2</b>	Maroc	2012	Domicile	BC <sup>63</sup>	fraude externe	SJ1	log(27285300000))	1E+11	-0,437	0,98421	46	68	<b>120,391478</b>
<b>Banque fictive 3</b>	Maroc	2012	Domicile	RB	fraude interne	SJ1	log(27285300000))	1E+11	-0,437	0,98421	46	68	<b>52,909439</b>
<b>Banque fictive 4</b>	Maroc	2012	Domicile	RB	fraude externe	SJ1	log(503026000000))	1E+11	-0,437	0,98421	46	68	<b>91,0625915</b>
<b>Banque fictive 5</b>	Maroc	2012	Domicile	RB	fraude externe	SJ1	4,4359	1E+12	-0,437	0,98421	46	68	<b>45,4320358</b>
<b>Banque fictive 6</b>	Etas Unis	2012	Domicile	RB	fraude externe	SJ2	4,4359	2E+13	1,4107	1,62728	91	46	<b>160,59348</b>
<b>Banque fictive 7</b>	Asie	2012	Domicile	RB	fraude externe	SJ1	4,4359	1E+11	-0,437	0,98421	46	68	<b>9,52189376</b>
<b>Banque fictive 8</b>	Norvège	2012	Domicile	RB	fraude externe	SJ4	4,4359	1E+11	-0,437	0,98421	46	68	<b>13,0886802</b>
<b>Banque fictive 9</b>	Maroc	2012	Domicile	RB	fraude externe	SJ1	4,4359	1E+11	-0,437	0,98421	100	68	<b>69,0863211</b>

<sup>60</sup> Tableau élaboré par nous-même. Les calculs sont élaborés dans un fichier Excel grâce à la formule de normalisation ;

<sup>61</sup> Système juridique, S1 : droit civil français, SJ2 : Common Law, SJ4 : droit scandinave ;

<sup>62</sup> Banque de détail ;

<sup>63</sup> Banque commerciale ;

Après une première lecture du tableau ci-dessus, nous remarquons que la ligne d'affaire *banque commerciale* où l'événement de perte a eu lieu, engendre des risques plus importants que la ligne d'affaire *banque de détail*. Pour mieux comprendre l'impact de la ligne d'affaire nous avons donc fixé toutes les variables de la Banque Marocaine X et remplacé la *banque de détail* par la ligne d'affaire *banque commerciale*. En effet comme il est apparent dans la banque fictive 2, la perte passera d'ailleurs de 41.57 M\$ à 120.39 M\$, si elle a lieu dans la ligne d'affaires services bancaires commerciaux au lieu de la ligne d'affaires banque de détail.

Nous cherchons à comprendre dans un deuxième temps l'impact du type de risque sur la variation des pertes. Comme nous l'observons dans la banque fictive 3 le type de risque a un impact important sur l'ampleur des pertes. En effet, si la perte est de type fraude interne le montant passera à 52.90 M\$, vu que ce type de risque a un impact significatif plus important que la fraude externe sur la sévérité des pertes, comme il a été conclu dans le chapitre de la mise échelle consacrée à la sévérité.

Nous observons également que si l'événement a eu lieu dans une banque plus grande (banque fictive 4 avec un total des actif qui s'élève à 503 026 M\$ au lieu des 27 285.63 M\$ observé dans la banque marocaine X), tout autre facteur étant égal par ailleurs, la perte passera à 91,06 M\$. En d'autres termes, la banque fictive a un total d'actifs qui est 19 fois plus important que la banque marocaine, cela a doublé la perte opérationnelle (de 41.57 à 91.06M\$). Si nous nous contentons de doubler le montant de l'actif ( $27285.3 \times 2 = 54570.6$ ), la perte s'élèvera à 91.06 M\$ (c'est-à-dire en doublant le montant du total des actifs la perte augmente de 0.039 %). Ce qui montre encore une fois l'impact minime de la taille sur la sévérité des pertes opérationnelles. L'impact du facteur macroéconomique n'est pas d'une grande envergure comme il est apparent dans la banque fictive 5. Nous avons donc décidé de remplacer le PIB de 98 266 306 615 par une valeur plus élevée : 1,22281E+12, nous obtenons une perte de 42.94M \$ au lieu de 41.57 M\$.

Toutefois, si le même événement avait lieu aux Etats Unis comme il est le cas dans la banque fictive 6, la perte aurait une plus grande ampleur (elle passerait de 41.57 M\$ à 160.5 M\$). Ce montant a quadruplé non seulement à cause du lieu géographique, mais aussi parce qu'en changeant le lieu, nous avons aussi changé le système juridique (Common Law au lieu du droit civil) ainsi que les caractéristiques économiques et les facteurs culturels des Etats Unis. Tous ces facteurs réunis ont causé cette augmentation fulgurante de la perte opérationnelle. En revanche, en changeant juste le lieu géographique par Asie au lieu de Mena, nous observant que la perte passe à 9.53 M\$, ce qui démontre encore une fois que le continent asiatique représente un environnement moins risqué en ce qui concerne les pertes opérationnelles.

Pour mieux comprendre l'effet de l'appartenance à un système juridique a sur la sévérité des pertes, nous avons remplacé le lieu de l'occurrence par la Norvège qui est un pays qui adopte un système de droit civil scandinave (banque fictive 8). La perte est devenue de 13.08 M\$ (3 fois moins importante que la perte survenue dans la banque marocaine X) ce qui explique encore une fois que les pays scandinaves, grâce à leur système juridique, encourage le moins la multiplication de ce type de risque. Rappelons encore une fois que selon l'étude menée par la porta et al (1998,2006) où ils essaient d'étudier les liens entre les systèmes juridiques et les institutions financières, les auteurs ont remarqué que les pays scandinaves appliquent la loi le mieux, suivi des pays adoptant le *Common Law* et enfin les pays du *droit civil*. La qualité de la réglementation et le degré d'application est donc d'une extrême importance lorsqu'il s'agit de provenance des pertes opérationnelles et ce cas de la banque fictive 8 en est le parfait exemple. Finalement, pour expliquer l'impact de l'individualisme des sociétés sur le risque opérationnel, nous avons supposé que la banque fictive 9 opère dans un pays où le score attribué est de 100 au lieu de 46 (presque le double), c'est-à-dire qu'il s'agit d'une société extrêmement individualiste ; la perte passe alors à 69.08 M\$ (elle augmente d'un taux de 67 % quand le score attribué au facteur *Individualisme* double).

### 3. Application du modèle de mise à échelle de la fréquence des pertes opérationnelles

#### 3.1. Étapes de la mise à échelle de la fréquence des pertes

Notre but dans cette section est d'appliquer le modèle de mise à échelle des fréquences des pertes trouvé en utilisant l'équation du chapitre 6.

- En appliquant le modèle poisson tronqué avec composante de régression, nous avons trouvé l'équation suivante

**Équation 6 :** *Modèle de poisson de la fréquence des pertes opérationnelles après identification de ses composantes*

$$\lambda_i = \exp(\beta_0 + \beta_1 \log(\text{Revenue})_i + \beta_2 \text{PIB}_i + \beta_3 \text{Rule of Law}_{ij} + \beta_4 \text{Hors Domicil}_i + \beta_5 \text{Sj}2_i + \beta_6 \text{BlRB}_i + \beta_7 \text{BLCB}_i + \sum_j \beta_j \text{TR}_j)$$

De la même façon que le montant, nous allons essayer de valider ce modèle de mise à échelle de la fréquence des pertes opérationnelles en l'appliquant sur une banque marocaine. Le tableau suivant illustre un exemple de pertes observées dans notre base de données interne. Supposons que le total moyen de ses revenus sur la période 1996-2016 est évalué à 1844.1 Millions de dollars. Nous souhaitons alors déterminer les paramètres de la distribution Poisson propre à cette banque si cette perte est de type exécution livraison et gestion des processus et dans la ligne d'affaire banque de détails.

**Tableau 26 :**

*Résultat de l'application du modèle de mise à échelle de la fréquence des pertes*

Banque Marocaine X	Valeurs des Variables	Coefficients estimés	Coeff.*variables
Ligne d'affaire : banque de détail	1	-0,4392	-0,4392
TYPE DE RISQUE : Exécution livraison et gestion des processus	1	-2,2698	-2,2698
Système juridique : Français	0	0	0
LOG (revenue)	LOG(1844100000)	0,6811695	6.3115697
PIB	59626000000	1,74E-14	0.0017098
Règle de loi	-0,0325502	-0,2803	0,0091238
Hors domicile	0	-0,7903	0
Constante		-1,658762	-1,658762
Somme de (coeff*variables)			1.9546414
$\lambda_i = \exp(\beta_0 + \beta_1 \log(\text{Revenue})_i + \beta_2 \text{PIB}_i + \beta_3 \text{Rule of Law}_{ij} + \beta_4 \text{Hors Domicil}_i + \beta_5 \text{Sj2}_i + \beta_6 \text{BlRB}_i + \beta_7 \text{BLCB}_i + \sum_j \beta_j \text{TR}_j)$			7.0613865

Comme le montre le tableau, nous avons calculé alors le paramètre  $\lambda$  en multipliant les coefficients déjà estimés dans le chapitre précédent et la valeur des variables relatives à cette banque sur la période en question. Les valeurs des variables exprimant l'appartenance à un

système juridique ainsi que la variable Hors domicile ont pris la valeur 0, puisque la banque en question est sous un système juridique français et selon les résultats de l'estimation SJ1 qui représente le système juridique français. Ce dernier n'a pas d'impact significatif sur la fréquence des pertes opérationnelles et que seul le système juridique anglais (SJ2) un impact significatif sur la fréquence. La valeur de la variable hors domicile a aussi pris une valeur de 0 puisque nous voulons estimer la fréquence des pertes d'une banque installée au Maroc et son entité légale est au Maroc aussi. Puisque la variable *Domicile* n'est pas significative, la valeur de la variable hors domicile a pris une valeur qui est égale à 0.

La troisième colonne contient les coefficients déjà trouvés dans le chapitre 6 sous la méthode poisson tronqué avec composante de régression. La troisième colonne consiste à multiplier ces coefficients par la valeur adéquate de chaque variable. Nous calculons ensuite, la somme de ces produits trouvés, puis nous introduisant l'exponentiel pour obtenir la valeur de  $\lambda$ .

La procédure de mise à échelle de la fréquence est un peu différente que celle observée lorsque nous avons appliqué la mise à échelle à la sévérité. Au lieu de mettre à l'échelle des pertes observées dans l'industrie, il est possible de générer un nombre de pertes de plus de 1 million de dollars que cette banque pourrait subir à partir de sa propre distribution de fréquences. En appliquant le modèle de poisson, le nombre de pertes de plus de 1 million de dollars pour la banque en question suivra une distribution Poisson de paramètre 7,06138652 sur 20 années. Supposons que les nombres annuels de pertes sont indépendants et identiquement distribués, le nombre annuel de pertes suivra alors une distribution Poisson de paramètre  $7.06138652/20 = 0.353069 \approx 0.35$ .

**3.2. Impact des variables prises en considération dans la mise à l'échelle sur la fréquence des pertes**

**Tableau 27**

*Calcul du paramètre de la distribution Poisson dans plusieurs scénarios<sup>64</sup>*

Banque	BL <sup>65</sup>	TR	LOG (revenue)	PIB	Règle de loi	domicile	constante	$\lambda$	/20 ans
<b>Banque Marocaine X</b>	RB	EPWS	LOG(1844100000)	9,83E+10	-0,03255	domicile	-1,658762	<b>7,061387</b>	<b>0,3530693</b>
<b>Banque fictive 2</b>	RB	EPWS	LOG(1200000000000)	9,83E+10	-0,03255	domicile	-1,658762	<b>24,28532</b>	<b>1,2142659</b>
<b>Banque fictive 3</b>	RB	EF	LOG(1844100000)	9,83E+10	-0,03255	domicile	-1,658762	<b>6,898758</b>	<b>0,3449379</b>
<b>Banque fictive 4</b>	CB	EPWS	LOG(1844100000)	9,83E+10	-0,03255	domicile	-1,658762	<b>4,444486</b>	<b>0,2222243</b>
<b>Banque fictive 5</b>	RB	EPWS	LOG(1844100000)	9,83E+10	-0,03255	Hors domicile	-1,658762	<b>3,203812</b>	<b>0,1601906</b>
<b>Banque fictive 6</b>	RB	EPWS	LOG(1844100000)	9,83E+10	<b>2</b>	domicile	-1,658762	<b>3,994497</b>	<b>0,1997248</b>
<b>Banque fictive 7</b>	RB	EPWS	LOG(1844100000)	<b>1,871E+13</b>	-0,03255	domicile	-1,658762	<b>7.061155362</b>	<b>0.35307768</b>

<sup>64</sup> Les calculs sont élaborés dans un fichier Excel grâce à la formule de normalisation ;

<sup>65</sup> Lignes d'affaires : RB (banque de détail) CB (banque commerciale) ;

---

Pour mieux comprendre l'impact de la taille sur la fréquence des pertes nous avons fixé toutes les variables à l'exception de la variable taille. Nous avons remplacé, dans la banque fictive 2 le revenu qui s'élève à la base à 1 844 100 000 par le montant de 120 000 000 000 (ce nouveau revenu est donc presque 65 fois plus important que l'ancien)  $\lambda$  (paramètre de distribution de poisson) est passé de 7.06 à 24.28 sur 20 ans, soit 1.21 par an (le paramètre de la fréquence a donc triplé pour un revenu 69 plus grand).

Comme nous l'observons dans la banque fictive 3, le type de risque a un impact sur la fréquence des pertes. En effet, si la perte est de type *fraude externe* au lieu de *pratiques en matière d'emploi et sécurité sur le lieu de travail*, le paramètre de la fréquence diminuera relativement en passant de 0.35 à 0.34 par an. Nous remarquons également que la ligne d'affaire *banque de détail* où l'événement de perte a eu lieu, engendre des risques plus importants que la ligne d'affaire *banque commerciale*, le paramètre de la fréquence passe ainsi de 0.35 à 0.22 (banque fictive 4).

Dans la banque fictive n°5, la variable *Domicile* a été remplacée par la variable *Hors domicile*, pour observer la variabilité de la fréquence lorsque la perte survient dans un pays différent du pays où se trouve l'entité légale. Le paramètre de la fréquence passe ainsi de 0.35 à 0.16, ce qui démontre encore une fois que les pertes hors domiciles sont moins fréquentes.

Pour expliquer l'impact de la règle de loi sur la fréquence du risque opérationnel, nous avons supposé que la banque fictive 6 opère dans un pays où le score attribué à la règle de loi est passé de -0.33 à 2 (score de la règle de loi le plus élevé qui a été attribué à la Norvège). Nous remarquons que le paramètre de la distribution de la fréquence diminue considérablement en passant de 0.35 à 0.19 annuellement.

Finalement, nous avons remarqué que l'impact du facteur macroéconomique n'est pas d'une grande importance comme il est apparent dans la banque fictive 7. Nous avons donc décidé de

remplacer le PIB de 9,83E+10 par une valeur plus élevée : 1.871E+13(ce PIB correspond au PIB américain en 2016), nous obtenons un paramètre qui s'élève à peine à 0.353077 au lieu de 0.3530693 alors que le montant du PIB a augmenté 190 fois.

La finalité de la mise en œuvre d'un dispositif de maîtrise des risques opérationnels n'est pas d'identifier des responsabilités en cas de survenance d'un événement à risque, mais plutôt de se doter des moyens de prévenir le risque et identifier par conséquent les leviers d'action les plus efficaces pour anticiper les situations dangereuses ou du moins réduire au maximum les conséquences en cas de survenance. L'utilisation de la base de données externe doit être considérée comme des benchmarks qui peuvent aider l'institution bancaire à avoir plus de visibilité sur d'autres pertes opérationnelles susceptibles de se produire. Néanmoins l'utilisation de données externes doit faire l'objet d'adaptation pour devenir exploitable. L'avantage de l'utilisation de cette base de données nous permet donc de :

- En amont de définir et sélectionner la liste des scénarios de risques majeurs potentiels ;
- En aval, d'étudier des cas d'incidents, notamment leur déroulement ainsi que les dispositifs de maîtrise qui ont fonctionné ;
- Benchmarker les données internes, cela permet de mettre en évidence des sous/sur – expositions à certaines catégories de risques ;

## **Conclusion du chapitre VII**

La réglementation bancaire préconise l'utilisation d'une base de données externe puisque la base de données interne regroupant l'historique des événements de pertes opérationnelles souffre de plusieurs limites. L'objectif principal de ce chapitre était de montrer comment l'intégration de la base de données externe peut améliorer la gestion du risque opérationnel. Nous avons donc détaillé comment calculer l'équivalent de la sévérité et la fréquence d'un événement de pertes opérationnelles de la base de données externe, si ce même événement s'était produit dans un contexte marocain. Rappelons qu'une telle procédure qui consiste à prendre en compte les pertes externes de grande ampleur, soit pour calculer le capital adéquat au risque opérationnel ou pour l'élaboration des scénarios, est nécessaire, dans la mesure où elle nous permet d'éviter une sous-estimation du capital risque opérationnel.

Dans un premier temps, nous avons décidé de prendre pour exemple une base de données interne appartenant à une banque marocaine et faire quelques études sur ces données afin d'en déduire le comportement des pertes opérationnelles dans un contexte marocain avant d'appliquer la technique de mise à échelle. Nous avons remarqué lors de l'étude de cette base de données que l'intervalle existant entre la date de la découverte et la date de reconnaissance du risque opérationnel a tendance à varier. Après avoir testé si les pertes expliquent cette variation, nous avons trouvé que le montant des pertes impact positivement les intervalles entre la découverte et la reconnaissance de la perte à un seuil de 10 %. C'est-à-dire que les pertes opérationnelles dont les montants sont importants sont plus susceptibles à connaître des intervalles grands. L'estimation des paramètres a été faite à travers le modèle binomial négatif avec composante de régression ainsi que le modèle de poisson avec composante de régression, puisque ces modèles sont les plus adaptés lorsque la variable explicative est un nombre discret. Le choix s'est porté sur le modèle binomial négatif puisque nous avons remarqué une

surdispersion au niveau des données qui rend le modèle poisson non-valide. Nous avons aussi cherché à comprendre l'impact des montants des pertes sur ces intervalles dans la base de données externes, pour faire des comparaisons entre les deux résultats. Dans les deux bases de données le montant des pertes a un impact significatif positif sur l'intervalle de temps entre la découverte et la reconnaissance des pertes opérationnelles.

Il est donc possible de calculer l'équivalent de la sévérité d'une perte opérationnelle observée dans l'industrie et aussi de générer les fréquences des pertes extrêmes sur un horizon déterminé, même lorsque la banque étudiée n'a pas suffisamment de données. Nous avons validé notre méthode développée dans le chapitre V et VI à travers le cas d'une banque marocaine en démontrant la façon dont une base de données externe peut être utilisée pour développer, analyser des scénarios et prévoir d'autres événements de pertes opérationnelles susceptibles de se reproduire.



## **Conclusion générale**



---

L'objectif de notre thèse est d'étudier les relations entre la gravité et la fréquence des événements de pertes opérationnelles signalés dans le secteur bancaire, et divers indicateurs micro et macro-environnementaux, afin de corriger le biais d'échelle de la base de données externe. L'alimentation des bases de données internes par une autre base externe est primordiale, puisque l'historique des pertes internes est court et ne contient pas assez d'événements pour avoir une bonne estimation du risque opérationnel. Selon Dahen (2006), l'impact de l'intégration des données externes sur la VaR a révélé que cette dernière est largement sous-estimée lorsque les calculs sont basés uniquement sur les données internes, d'où l'importance de la combinaison des données internes et externes dans le calcul de la perte non anticipée d'une banque. L'étude menée ci-dessus, concernant les relations existantes entre le montant des risques et la fréquence d'un côté et les indicateurs micro et macro-environnementaux d'un autre, nous a permis de développer un algorithme afin de combiner les pertes internes et externes mises à l'échelle, que nous avons appliqué par la suite pour combiner les pertes d'une banque marocaine avec une base de données externes (chapitre VII).

Sur la base d'un échantillon de données de plus de 6 000 pertes subies dans plus de 120 pays, déclarées par le consortium SAS OPRISK DATA (SAS), nous identifions les indicateurs d'exposition les plus pertinents pour les pertes dans sept catégories d'événements selon la typologie proposée par le comité de Bâle. Ces types de risques sont : Fraude interne ; Fraude externe ; Pratiques en matière d'emploi et sécurité sur le lieu de travail, Clients produits et pratiques commerciales, Dommages aux actifs corporels, dysfonctionnement de l'activité et des systèmes, et l'Exécution livraison et gestion des processus.

---

Nous discutons des aspects les plus saillants des résultats de l'étude dans les points suivants, que nous organisons en fonction de l'indicateur d'exposition.

- La taille : la taille, estimée par l'actif total ou encore par les revenus totaux, a un impact positif sur la sévérité et la fréquence des pertes opérationnelles. Ceci confirme le fait que plus une banque est grande, plus elle devient sensible aux pertes opérationnelles. Néanmoins, cette relation n'est pas linéaire d'où l'introduction du logarithme. Concernant l'effet de la taille, nous pouvons dire que nos résultats s'alignent avec la littérature : Hartug (2004) Dahen (2007), Cope et al. (2008) et Chernobai et al. (2011). La taille ne représente qu'une petite partie de la variabilité de la perte opérationnelle, d'où la nécessité de recourir à d'autres facteurs explicatifs.
  
- Les types de risques opérationnels : ces derniers ont un pouvoir important dans l'explication de la perte opérationnelle (sévérité et fréquence). Nous avons remarqué que le type de risque lié aux *pratiques en matière d'emploi et sécurité sur le lieu de travail* présente la sensibilité la plus élevée en matière d'explication de la sinistralité des pertes opérationnelles. En revanche, le type de risque *fraude externe* connaît le plus de pertes en termes de fréquence.
  
- Les lignes d'affaires : nous avons trouvé que la ligne d'affaire *banque de détail* a un impact significatif moins important sur le montant des pertes en comparaison avec la ligne d'affaire *banque commerciale*, alors que l'étude menée par des agences réglementaires (LCDE : Loss Data Collection Exercise) par exemple, dévoile que les banques de détails ont plus de chance de produire des pertes opérationnelles que les banques commerciales. En ce qui concerne la fréquence, nous avons trouvé des résultats

---

différents, en effet la ligne d'affaire banque commerciale a un impact moindre sur la fréquence des pertes en comparaison avec la banque de détail.

- Le lieu géographique : conformément à nos attentes les facteurs régionaux influencent les montants des pertes. Selon les résultats, l'environnement européen est plus risqué que l'américain. Ce constat rejoint les résultats trouvés par Fiordelisi et al. (2014), ceci est peut-être dû à l'efficacité des mécanismes de sanction nord-américains en comparaison avec les mécanismes européens.
- Les indicateurs macroéconomiques : le taux de chômage n'influence ni le montant ni la fréquence des pertes contrairement à nos attentes (un taux élevé normalement implique une plus grande manifestation de fraudes et d'activités criminelles). Cependant, nous avons trouvé que les pertes opérationnelles sont sensibles au produit intérieur brut, c'est-à-dire que les pertes opérationnelles sont importantes quand la situation économique d'un pays est bonne.
- L'origine du système juridique : nous avons trouvé que les pays adoptant le système juridique scandinave connaissent des pertes moins importantes en comparaison avec les pays adoptant un système juridique de la famille du Common Law ou du droit civil Romano-Germanique. Ce constat est conforme à nos attentes puisque selon l'étude menée par Porta et al. (1996) les pays de droit civil scandinave ont la meilleure qualité d'application de la loi. Une meilleure qualité d'application de la loi implique forcément moins de fraudes. Cependant, en ce qui concerne la fréquence, l'appartenance à un système juridique n'explique pas la variabilité des pertes.

- 
- Les indicateurs de gouvernance : les résultats montrent que la gravité et la fréquence des pertes opérationnelles sont négativement liées à différents indicateurs de gouvernance, en particulier la règle de droit. L'importance des indicateurs de gouvernance découle de leurs implications pour la gouvernance d'entreprise, qui détermine en partie la qualité des contrôles internes au sein d'une entreprise, ainsi que leur effet direct sur le comportement criminel et la discipline. Sur les six indicateurs de gouvernance, la règle de droit s'avère être la plus importante en termes de pouvoir explicatif. Nous pouvons expliquer ceci par le rôle que joue la réglementation qui aide à mieux détecter et appréhender la fraude et par conséquent mieux la sanctionner. Il est évident que la clarté des règles de droit ainsi que les dispositifs de lutte contre la fraude ont aidé à ralentir la multiplication des pertes opérationnelles. Ces résultats s'alignent avec les travaux de Cope et al. (2012) pour la gravité des pertes, et avec les travaux de Moosa et al. (2015) en ce qui concerne la fréquence des pertes. En revanche, il existe plusieurs écueils potentiels dans l'interprétation des corrélations entre la taille et la fréquence des pertes et les conditions de l'environnement réglementaire. Les réglementations, ont-elles été mises en place parce que les pertes étaient importantes, ou la taille de la perte est-elle due à la présence ou à l'absence de réglementations ? En outre, l'objectif de la réglementation est-il de prévenir et d'atténuer les risques, réduisant ainsi la taille des pertes, ou d'imposer de lourdes sanctions en cas de mauvaise conduite, augmentant ainsi la taille des pertes ? Nous pouvons dire que ces résultats, concernant la réglementation, fournissent plutôt une caractérisation de ces facteurs systématiques partagés par les pays dans lesquels les banques ont tendance à subir des pertes plus ou moins importantes plutôt que d'en déduire des liens de causalité entre les phénomènes macro-environnementaux et l'ampleur des pertes opérationnelles.

- Les indicateurs culturels : comme démontré dans la littérature, le lien entre les facteurs culturels d'une société et le développement économique en général est d'une grande ambiguïté. Le choix d'inclure ce type d'indicateurs réside dans le fait que la principale source du risque opérationnel est l'humain. Le comportement humain frauduleux au sein d'une banque peut être expliqué par un caractère culturel partagé dans la société dans laquelle il vit. Selon nos résultats, les sociétés individualistes ont plus tendance à connaître des risques opérationnels, ce constat est logique dans la mesure où l'individualiste privilégie ses intérêts face à ceux du groupe. Comme nous l'avons évoqué dans le premier chapitre, les plus grands scandales financiers du type risque opérationnel étaient le fruit d'un acte individualiste de la part d'un salarié au sein de la banque.

Nous avons aussi étudié l'impact que peut avoir le montant des pertes sur l'intervalle de temps entre la découverte et la reconnaissance de la perte opérationnelle au sein d'une banque. Cette étude a été faite sur une base de données interne propre à une banque marocaine, ainsi que sur notre base de données externe SAS OPRISK, l'objectif étant de comparer les pratiques nationales aux pratiques internationales. Nous avons trouvé que l'intervalle de temps moyen entre la découverte et la reconnaissance des pertes dans la base de données interne est de 733 jours ouvrables, soit 24 mois. Nous avons remarqué que dans les deux bases de données les montants de pertes ont un impact positif sur l'intervalle entre la découverte et la reconnaissance. Nous avons adopté un modèle de régression de dénombrement au lieu d'une régression linéaire comme le modèle poisson et le modèle binomial négatif avec composante de régression puisque les données sont fortement biaisées vers la droite, et la variable à expliquer est discrète ce qui rend la régression par moindre carré ordinaire inappropriée.

Comme nous l'avons signalé auparavant, la liste des variables explicatives figurant dans cette étude ne constitue pas une liste exhaustive des déterminants du risque opérationnel. En raison de l'hétérogénéité du risque opérationnel, l'établissement d'une liste complète des facteurs déterminants est une tâche monumentale. Il est intéressant dans ce cas d'explorer d'autres pistes concernant les déterminants du risque opérationnel notamment les indicateurs de gouvernance interne, des indicateurs culturels interne à la banque ou encore le degré d'application de la loi dans chaque pays comme déterminants du risque opérationnel. Pour ce faire, les bases de données aussi bien internes qu'externes doivent s'alimenter d'autres indicateurs comme par exemple la taille du conseil d'administration, la présence des administrateurs indépendants au sein du conseil d'administration, l'existence de comités des risques au sein du conseil, ou encore l'application des normes IFRS, qui sont tous des indicateurs représentant la gouvernance interne de la banque. L'utilisation des facteurs de gouvernance liés à la règle de droit par exemple, ou au contrôle de la corruption dans notre étude, ne reflète pas réellement la qualité et l'efficacité de la règle de loi ni le niveau de corruption, mais il s'agit uniquement d'un indicateur de la perception de la corruption qui existe. Les perceptions ne sont pas une bonne mesure mais elles comptent puisqu'elle nous donne une idée primaire sur les résultats. L'utilisation d'autres indicateurs qui ne sont pas liés à la perception est une autre piste de recherche à prendre en considération.

L'étape suivante consiste à calculer la VaR en utilisant la méthode de combinaison des pertes internes et externes, et comparer les résultats avec la nouvelle méthode proposée du comité de Bâle III qui n'est toujours pas finalisée et en étape de négociation. La dépendance entre la gravité et la fréquence est un autre sujet de recherche important. Il serait utile aussi de comparer l'impact du choix de la méthode de quantification du risque opérationnel sur la banque et faire une comparaison avec les critères de sélection des méthodes de quantification du risque de

crédit. Cela peut aider à comprendre les forces motrices derrière l'application de la gestion des risques plus avancée.

Les résultats de la thèse peuvent être utilisés de différentes manières : les plus grands bénéficiaires dans notre cas sont les banques elles-mêmes et les autorités agissant en tant que superviseurs. Les résultats présentés dans le cadre du modèle, visant l'exploration des relations entre les paramètres de perte de risque opérationnel et les indicateurs micro et macro-environnementaux des institutions dans le système bancaire international, peuvent contribuer au développement de la pratique de gestion des risques opérationnels des banques. Les modèles développés peuvent, en effet, fournir aux banques une idée pour modéliser leurs risques de manière plus sophistiquée. Le développement d'un outil permettant une meilleure estimation du risque opérationnel est d'une immense importance, car la crise actuelle a également mis en évidence que la mesure et les gestions conscientes et complexes des risques signifient un avantage concurrentiel.

À travers cette étude, nous entendons contribuer à la littérature, déjà importante, sur la gestion du risque opérationnel en s'intéressant au « comment » la gestion du risque opérationnel d'une banque donnée peut être améliorée. Nous avons ainsi examiné les causes de la sévérité et la fréquence des pertes opérationnelles à la lumière des paysages *juridique*, *réglementaire* et *économique* dans lesquels les banques opèrent. Notre problématique répond à plusieurs interrogations à la fois théoriques, méthodologique et pratiques. Tout d'abord, sur le plan théorique, notre recherche entend apporter une meilleure compréhension de l'impact que peut avoir les facteurs micro et macro-environnementaux sur l'occurrence du risque opérationnel dans le secteur bancaire. La relation directe entre les pertes opérationnelles d'un côté et la réglementation et les facteurs de gouvernance reste un domaine très peu exploré, mais puisque les responsabilités légales et les sanctions réglementaires constituent une source importante de pertes opérationnelles, il est naturel de supposer un lien entre le système juridique et la sévérité

des pertes. Quant aux facteurs macro-économiques, nous estimons que le risque opérationnel est lié plus intuitivement à l'échec des personnes et les personnes deviennent davantage une source potentielle de pertes opérationnelles lorsqu'elles sont au chômage.

La contribution de la présente étude réside dans sa différence avec les études de Chernobai et al. 2011 ; Cope et al. (2012) ; Li & Moosa (2015) qui sont considérées comme étant les études les plus avancées en matière du risque opérationnel. Chernobai et al. (2011) se concentrent exclusivement sur les « facteurs qui provoquent un événement à risque opérationnel », c'est-à-dire la fréquence des pertes, choisissant de laisser la gravité des pertes à de futures recherches.

Cope et al. (2012) prennent en compte les facteurs géographiques mais étudient uniquement la gravité des pertes. En ce qui concerne l'étude menée par Li & Moosa (2015), ils tentent d'expliquer la gravité et la fréquence des pertes, mais l'estimation des paramètres du modèle de fréquence (variable discrète) a été faite grâce à une régression linéaire, alors que dans le contexte de la modélisation du nombre de nombres entiers non négatifs discrets d'une variable dépendante, l'utilisation des modèles de régression des moindres carrés souffre de plusieurs limitations méthodologiques et propriétés statistiques.

Nous avons essayé de combiner entre ces études en estimant et en testant un modèle de risque opérationnel qui explique la gravité et la fréquence des pertes opérationnelles en termes de différences transnationales. Néanmoins, pour le modèle de fréquence nous avons utilisé des modèles de comptage au lieu d'une régression linéaire simple, tels que le modèle Poisson ou Binomial Négatif avec composante de régression. Nous avons également introduit un nouveau facteur qui est le facteur culturel puisque nous estimons que ce type de risque est fortement influencé par la composante humaine, que le risque soit intentionnel ou non. L'individu est considéré comme étant la principale source du risque opérationnel, et le comportement de

---

l'individu au sein de la banque est largement façonné par des influences culturelles liées à la société où il vit.



## **Références Bibliographiques**



## Ouvrages

- Akkizidis, I. S., & Bouchereau, V. (2005). *Guide to optimal operational risk Basel II*. Auerbach Publications.
- Alter, N. (2009). *Donner et prendre : La coopération en entreprise*. La découverte/Poche.  
[https://editionsladecouverte.fr/catalogue/index-Donner\\_et\\_prendre\\_9782707167200.html](https://editionsladecouverte.fr/catalogue/index-Donner_et_prendre_9782707167200.html)
- American Psychological Association. (2019). *Publication Manual of the American Psychological Association : The Official Guide to APA Style* (7th Revised edition). American Psychological Association.
- Banks, E. (2005). *Financial lexicon : A compendium of financial definitions, acronyms, and colloquialisms* (Palgrave macmillan, Vol. 43).  
<http://choicereviews.org/review/10.5860/CHOICE.43-1311>
- Barthe, Y., Callon, M., & Lascoumes, P. (2001). *Agir dans un monde incertain. Essai sur la démocratie technique*. Seuil.
- Baumard, P., Donada, C., Ibert, J., & Xuereb, J.-M. (2007). La collecte des données et la gestion de leurs sources. In *Méthodes de recherche en management* (3e Edition, p. 228-262). Dunod.
- Baumard, P., & Ibert, J. (2007). Quelles approches avec quelles données. In *Méthodes de recherche en management* (3e Edition, p. 84-106). Dunod.
- Beaufils, J.-C. (2004). *Comprendre l'entreprise : Une approche gestionnaire*. Vuibert.
- Belsey, D., Kuh, E., & Welsch, R. E. (1980). *Regression Diagnostics : Identifying Influential Data and Sources of Collinearity*. John Wiley & Sons.
- Berger, A. N., Molyneux, P., & Wilson, J. O. S. (Éds.). (2010). *Oxford handbook of banking*. Oxford University Press.

- Bloch, O., & Von Wartburg, W. (1986). *Dictionnaire étymologique de la langue française* (1ere Edition 1932). -éd 1986.
- Bourbonnais, R. (2011). *Econométrie* (7ème édition). Dunod.
- Brack. (2012). *Systèmes bancaires et financiers des pays arabes : Vers un modèle commun*. L'Harmattan.
- Cameron, C., & Trivedi, K. P. (2013). *Regression Analysis of Count Data*, (Second Edition). Cambridge University Press.
- Chapelle, A., Hubner, G., & Peters, J.-P. (2005). *Le risque opérationnel : Implications de l'accord de Bâle pour le secteur financier*. Larcier.
- Charreire Petit, S., & Durieux, F. (2007). Explorer et Tester : Les deux voies de la recherche. In *Méthodes de recherche en management* (3e Edition, p. 59-83). Dunod.
- Chernobai, A. S., Rachev, S. T., & Fabozzi, F. J. (Éds.). (2007). *Operational Risk : A Guide to Basel II Capital Requirements, Models, and Analysis*. John Wiley & Sons, Inc. <https://doi.org/10.1002/9781119201922>
- Courtot, H. (1998). *La gestion des risques dans les projets—H- Librairie Eyrolles* (Economica). <https://www.eyrolles.com/Entreprise/Livre/la-gestion-des-risques-dans-les-projets-9782717836929/>
- Cousin, O. (2004). *Les cadres : Grandeur et incertitude*. Editions L'Harmattan.
- Crouhy, M., Galai, D., & Mark, B. (Éds.). (2000). Operational risk. In *The professional's handbook of financial risk management* (p. 342-376). Butterworth-Heinemann.
- Darsa, J.-D. (2013). *Les risques opérationnels de l'entreprise : Un environnement toujours plus risqué* (Gereso édition). <https://www.la-librairie-rh.com/livre-entreprise/les-risques-operationnels-de-l-entreprise-oper.html>
- Desroches, A., Baudrin, D., & Dadoun, M. (2009). *L'analyse préliminaire des risques principes et pratiques*. Lavoisier.

- Devic, M. (1877). *Dictionnaire étymologique des mots d'origine orientale (arabe, hébreu, persan, turc, malais)*. IN. *Supplément à Emile Littré, Dictionnaire de la langue française*. Hachette.
- Douglas, M. (2004). *Comment pensent les institutions* (Sciences humaines et sociales). Poche.
- Dupuy, F. (2005). *La Fatigue des élites*. Le Seuil.
- Edighoffer, J.-R. (1996). *Précis de gestion d'entreprise*. Nathan.
- Embrechts, P., Kluppelberg, C., & Mikosch, T. (1997). *Modelling Extremal Events for Insurance and Finance* (1st ed. 1997, Corr. 10th printing 2012). Springer-Verlag Berlin and Heidelberg GmbH & Co. K.
- Gavard-Perret, M.-L., Gotteland, D., Haon, C., & Jolibert, A. (2012). *Méthodologie de la recherche en sciences de gestion : Réussir son mémoire ou sa thèse*. Pearson Education France.
- Gayraud, J.-F. (2011). *La Grande Fraude : Crime, subprimes et crises financières*. Odile Jacob.
- Giordano, Y., & Jolibert, A. (2012). Spécifier l'objet de la recherche. In *Méthodologie de la recherche. Réussir son mémoire ou sa thèse en sciences de gestion* (p. 47-86). Pearson Education.
- Gorrod, M. (2004). *Risk management systems : Technology and trends*. Palgrave Macmillan.
- Guiraud, P. (1982). *Histoire et structure du lexique français Tome 1 : Dictionnaire des étymologies obscures*. Payot.
- Heinrichs, H. (1999). *Barings : Leçons pour la réglementation prudentielle des banques*. Editions de l'Université de Bruxelles.
- Herring, R. J. (2005). BCCI & Barings : Bank Resolutions Complicated by Fraud and Global Corporate Structure. In D. D. Evanoff & G. G. Kaufman, *Systemic Financial Crises* (p. 321-345). World Scientific. [https://doi.org/10.1142/9789812569479\\_0020](https://doi.org/10.1142/9789812569479_0020)

- Hofstede, G. H. (2001). *Culture's Consequences : Comparing Values, Behaviors, Institutions and Organizations Across Nations*. SAGE.
- Jimenez, C., Merlier, P., & Chelly, D. (2008). *Risque opérationnels : De la mise en place du dispositif à son audit* (Revue Banque Édition).
- Jorion, P. (2008). *La crise des subprimes au séisme financier planétaire*. Fayard.
- Judge, G. G., Griffiths, W. A., Hill, R. C., & Lee, T.-C. (1985). *The Theory and Practice of Econometrics* (Second Edition). John Wiley & Sons. <https://book.cc/book/956922/a1b158>
- Kariya, T., & Kurata, H. (2004). *Generalized Least Squares*. Wiley. <https://book.cc/book/448476/7eff41>
- Klein, L. (2008). *La crise des subprimes : Origines de l'excès de risque et mécanismes de propagation*. Revue banque édition.
- Knight, F. H. (1921). *Risk, uncertainty and profit*. Houghton Mifflin Company.
- Kutner, M. H., Nachtsheim, C., Neter, J., & Li, W. (2005). *Applied Linear Statistical Models* (fifth edition). The McGraw-Hill Companies.
- Laithier, Y. M. (2009). *Droit comparé*. Dalloz.
- Le Bret, H. (2013). *La semaine où Jérôme Kerviel a failli faire sauter le système financier mondial*. Journal intime d'un. Points.
- Le Ray, J. (2006). *Gérer les risques Pourquoi ? Comment ?* AFNOR.
- Lele, P. (2009). *Après la crise des subprimes : Le nouveau partenariat social : Performance opérationnelle : réduction des pertes, prévention des risques psychosociaux ... du Professeur D. Bertaux* (1 edition). Peter Lang AG, Internationaler Verlag der Wissenschaften.
- Luhmann, N. (1993). *Risk, a sociological theory*. W. de Gruyter. <http://public.ebookcentral.proquest.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=3042221>

- Maddala, G. S. (1992). *Introduction to econometrics* (Second Edition). <https://b-ok.cc/book/718357/a5b939>
- Maders, H.-P., & Masselin, J.-L. (2006). *Contrôle interne des risques : Cibler—Évaluer—Organiser—Piloter—Maitriser* (2ème édition). Édition d'organisations. <https://www.editions-eyrolles.com/Archive/9782708136861/controle-interne-des-risques>
- Martinet, A.-C., & Pesqueux, Y. (2013). *Epistémologie des sciences de gestion*. VUIBERT.
- Mekouar, R. (2006). *Risques et assurances de la PME*. Dunod.
- Mélo, D. (2010). *Les CDI dans la tourmente : Entre loyauté et désarroi*. Presses de Sciences Po.
- Mintzberg, H. (1986). *Structure et dynamique des organisations*. Les éditions d'organisation. <https://b-ok.cc/book/5151295/e42c2f>
- Montgomery, D., Peck, E., & Vining, G. G. (2012). *Introduction to linear regression analysis* (fifth edition). Wiley.
- Moulaire, M. (2011). *Organiser la gestion des risques*. ESF.
- Pedace, R. (2013). *Econometrics For Dummies*. Wiley. <https://www.wiley.com/en-us/Econometrics+For+Dummies-p-9781118533871>
- Pereti-Watel, P. (2010). *La société du risque* (Nouvelle Edition). La Découverte.
- Perret, V., & Séville, M. (2007). Fondements épistémologiques de la recherche. In *Méthodes de recherche en management* (3e édition, p. 13-33). Dunod.
- Piaget, J. (1967). *Logique et connaissance scientifique*. Guallimard.
- Plihon, D. (2003). *Le nouveau capitalisme—D. Plihon—Librairie Eyrolles*. La découverte. <https://www.eyrolles.com/Entreprise/Livre/le-nouveau-capitalisme-9782707141224/>
- Programme des Nations unies pour le développement (PNUD). (1997). *Rapport mondial sur le développement humain*. Economica.

- Rawnsley, J. H., & Leeson, N. W. (1995). *Total Risk : Nick Leeson and the Fall of Barings Bank*. Harpercollins.
- Raynal, F., Rieunier, A., & Postic, M. (2014). *Pédagogie, dictionnaire des concepts clés : Apprentissage, formation, psychologie cognitive* (10e édition). ESF Editeur.
- Reynolds, T. H., & Flores, A. A. (1989). *Foreign Law : Current Sources of Codes and Basic Legislation in Jurisdictions of the World*. Fred B Rothman & Co.
- Sanders, T. B. (2001). Derivative Ruination in the 1990s : Les Apparences sont Trompeuses. In *Thunderbird International Business Review* (Vol. 43, p. 419-432).  
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/tie.1005>
- Savage, L. J. (1972). *The Foundations of Statistics*. Courier Corporation.
- Séroussi, R. (2008). *Introduction au droit comparé* (3ème édition). Dunod.
- St-Pierre, J. (2004). *La gestion du risque : Comment améliorer le financement des PME et faciliter leur développement* (PUQ). PUQ.
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2012). *Using Multivariate Statistics* (6<sup>e</sup> éd.). Pearson.
- Thompson, J. D. (1967). *Organizations in action ; social science bases of administrative theory*. McGraw-Hill.
- Wacheux, F. (1996). *Méthodes qualitatives et recherche en gestion*. Economica.  
<https://www.decitre.fr/livres/methodes-qualitatives-et-recherche-en-gestion-9782717830538.html>
- Watson, A. (1993). *Legal Transplants : An Approach to Comparative Law* (2nd Revised edition). University of Georgia Press.

## Articles et Rapports

- Abdymomunov, A., & Curti, F. (2019). Quantifying and Stress Testing Operational Risk with Peer Banks' Data. *Journal of Financial Services Research*.  
<https://doi.org/10.1007/s10693-019-00320-w>
- Abraham, Y.-M., & Sardais, C. (2008). Pour une autre théorie de la décision : Retour sur la faillite de la Banque Barings (et de sa hiérarchie...). *Annales des Mines - Gérer et comprendre*, 92(2), 4-22. <https://doi.org/10.3917/geco.092.0004>
- Adeboye, N. O., Olatayo, T. O., & Fagoyinbo, I. S. (2014). Estimation of the Effect of Multicollinearity on the Standard Error for Regression Coefficients. *IOSR Journal of Mathematics*, 10(4), 16-20. <https://doi.org/10.9790/5728-10411620>
- Alengry, P., Journe, B., Morlet, T., Noizet, A., & Rousseau, J.-M. (2011). *Les Facteurs Organisationnels et Humains de la gestion des risques : Idées reçues, idées déçues* (Rapport DSR N°438 ; p. 34). Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire.
- Alimehmeti, G., & Paletta, A. (2014). Corporate Governance Indexes : The Confounding Effects of Using Different Measures. *Journal of Applied Economics and Business Research*, 4(1), 64-79.
- Anderson, R. (2010). *Risk Management and Corporate Governance*.  
<http://www.oecd.org/corporate/ca/corporategovernanceprinciples/42670210.pdf>
- Aue, F., & Kalkbrener, M. (2007). *LDA at work*. Deutch Bank AG.
- Bank al-Maghrib, (2006), article 56 de la circulaire 26/G/2006, Circulaire relative aux exigences en fonds propres portant sur les risques de crédit, de marché et opérationnels des établissements de crédit.
- Bank Al Maghrib, International operational risk working group (IORWG) « 8eme Conference Annuelle : groupe de travail International des banques centrales pour la gestion des risques opérationnels », Dossier de Presse 2013 –Rabat- Maorc

- Basel committee on banking supervision. (1988). *Convergence internationale de la mesure et des normes de fonds propres*. Bank for international settlements.
- Basel Committee on Banking Supervision. (2009). *Results from the 2008 Loss Data Collection Exercise for Operational Risk, July 2009* (p. 94). Bank for international settlements.
- Basel Committee on Banking Supervision. (2011a). *Operational Risk—Supervisory Guidelines for the Advanced measurement Approaches* (p. 63). Bank for international settlements.
- Basel Committee on Banking Supervision. (2011b). *Principles for the Sound Management of Operational Risk* (p. 19). Bank for international settlements.
- Basel Committee on Banking Supervision. (2016). *Standardised Measurement Approach for operational risk*. bank for international settlements.
- Baud, N., Frachot, A., & Roncalli, T. (2002). *How to Avoid Over-estimating Capital Charge for Operational Risk ?* Groupe de Recherche Opérationnelle, Crédit Lyonnais, France.
- Bencheikh, O. (2002). Le français risque et l'arabe رزق rizq. *Bulletin de la SELEFA, I(1)*, 19-24.
- Bernoulli, D. (1954). Exposition of a New Theory on the Measurement of Risk. *Econometrica*, 22(1), 23-36.
- Boller, P., Grégoire, C., & Kawano, T. (2014). Operational Risk. *Canadian Institute of Actuaries (CIA)*, 21.
- Bonnieux, F. (1983). La démarche économétrique : Principes et difficultés illustrés à partir d'un exemple. *Economie Rurale*, 157, 35-47.
- Bouzar, chabha. (2010). Les conséquences de la crise financière sur les pays du Maghreb. Faculté de sciences économiques sciences de gestion et sciences commerciales Université Mouloud Mammeri Tizi ousou.
- Breusch, T. S., & Pagan, A. R. (1979). A Simple Test for Heteroscedasticity and Random Coefficient Variation. *Econometrica*, 47(5), 1287. <https://doi.org/10.2307/1911963>

- Brooke, G. T. F. (2010). Uncertainty, profit and entrepreneurial action : Frank Knight's contribution reconsidered. *Journal of the History of Economic Thought*, 32(2), 221-235.  
<https://doi.org/10.1017/S1053837210000179>
- Cameron, K. S., Whetten, D. A., & Kim, M. U. (1987). Research notes : Organisational dysfunctions of decline. *Academy of Management Journal*, 30(1), 126-138.  
<https://doi.org/10.2307/255899>
- Chelly, D., Nahoumovitch, B., Berthélé, E., Hager, T., Meister, V., Robert, G., & Roujas, M. (2011). *Risques opérationnels : Quelles réponses face à un risque difficile à appréhender ?* Optimind, Paris.
- Chelly, D., & Sébéloùé, S. (2014). *Les métiers du risque et du contrôle dans la banque*. Les études de l'observatoire, Optimind winter.
- Cherkaoui, A., & Haouta, S. (2016). Eléments de réflexion sur les Positionnements Epistémologiques et Méthodologiques en sciences de gestion. *Revue Interdisciplinaire*, 1(2), 1-17.
- Chernobai, A., Jorion, P., & Yu, F. (2011). The Determinants of Operational Risk in U.S. Financial Institutions. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 46(6), 1683-1725. <https://doi.org/10.1017/S0022109011000500>
- Clark, G. L. (1997). Rogues and Regulation in Global Finance : Maxwell, Leeson and the City of London. *Regional Studies*, 31(3), 221-236.  
<https://doi.org/10.1080/00343409750134656>
- Comité de Bâle sur le contrôle bancaire. (1996). *Amendements à l'accord sur les fonds propres pour son extension aux risques de marché* (p. 53). Banque des règlements internationaux.

- Comité de Bâle sur le contrôle bancaire. (2003). *Saines pratiques pour la gestion et la surveillance du risque opérationnel—Février 2003*. Banque des règlements internationaux.
- Commission Bancaire. (1996). *Livre blanc sur la sécurité des systèmes d'information dans les établissements de crédit—Mars 1996*. 344.
- Cope, E., & Labbi, A. (2008). Operational loss scaling by exposure indicators : Evidence from the ORX database. *Journal of Operational Risk*, 3(4), 25-45.
- Cope, E. W., Piche, M. T., & Walter, J. S. (2012). Macroenvironmental determinants of operational loss severity. *Journal of Banking & Finance*, 36(5), 1362-1380. <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2011.11.022>
- Cruz, M. (2003). Developing an operational VAR model using EVT. *Advances in Operational Risk : Firm-Wide Issues for Financial Institutions*, 109-119.
- Dahen, H., & Dionne, G. (2010). *Scaling models for the severity and frequency of external operational loss data*. 13.
- David, A. (1999). *Logique, épistémologie et méthodologie en sciences de gestion*. 23. <https://basepub.dauphine.fr/handle/123456789/3186>
- De Bovis, C. (2009b). D'une prévention des risques classique à des organisations à haute fiabilité. *Management & Avenir*, 27(7), 241-259. <https://doi.org/10.3917/mav.027.0241>
- De Fontnouvelle, P., DeJesus-Rueff, V., Jordan, J., & Rosengren, E. (2003). *Capital and Risk : New Evidence on Implications of Large Operational Losses*. 31.
- De Jongh, E., De Jongh, R., De Jongh, D., & Van Vuuren, G. (2013). A review of operational risk in banks and its role in the financial crisis. *South African Journal of Economic and Management Sciences*, 16(4), 364-382. <https://doi.org/10.4102/sajems.v16i4.440>
- Delesalle, F. (2001). Réalités de la comptabilité créative « à la française ». *22<sup>ème</sup> congrès de l'AFC*, 35.

- Dellacherie, C. (1994). *Pascal et Fermat. La naissance du calcul des probabilités*. 8.
- Diamond, D. W., & Dybvig, P. (1983). Bank Runs, Deposit Insurance, and Liquidity. *Journal of Political Economy*, 91(3), 401-419.
- Drummond, H. (2003). Did Nick Leeson have an Accomplice ? The Role of Information Technology in the Collapse of Barings Bank. *Journal of Information Technology*, 18(2), 93-101. <https://doi.org/10.1080/0268396032000101153>
- Elster, J. (1989). Social Norms and Economic Theory. *The Journal of Economic Perspectives*, 3(4), 99-117. JSTOR.
- Embrechts, P., Furrer, H., & Kaufmann, R. (2003). *Quantifying regulatory capital for operational risk*. Crédit suisse group, swiss Re and UBS AG, Risklab.
- Facchini, F. (2008). Culture, diversité culturelle et développement économique : une mise en perspective critique de travaux récents. *Revue Tiers Monde*, 195(3), 523. <https://doi.org/10.3917/rtm.195.0523>
- Fershtman, Weiss, Y., & Chaim. (1993). Social Status, Culture, and Economic Performance. *The economic journal*, 103(9), 46-59.
- Festré, A., & Nasica, E. (2009). Schumpeter on money, banking and finance : An institutionalist perspective. *The European Journal of the History of Economic Thought*, 16(2), 325-356. <https://doi.org/10.1080/09672560902891101>
- Financial Stability Institute. (2013). *Basel II, 2.5 and III Implementation* (p. 48). Bank for international settlements.
- Financial Stability Institute. (2015). *Basel II, 2.5 and III Implementation* (p. 69). Bank for international settlements.
- Fiordelisi, F., Soana, M.-G., & Schwizer, P. (2014). Reputational losses and operational risk in banking. *The European Journal of Finance*, 20(2), 105-124. <https://doi.org/10.1080/1351847X.2012.684218>

- Foucart, T. (2006). Colinéarité et Régression Linéaire. *Mathematics and Social Sciences*, 1(173), 5-25.
- Frachot, A., Georges, P., & Roncalli, T. (2001). Loss Distribution Approach for Operational Risk. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.1032523>
- Ganegoda, A., & Evans, J. (2013). A scaling model for severity of operational losses using generalized additive models for location scale and shape (GAMLSS). *Annals of Actuarial Science*, 7(1), 61-100. <https://doi.org/10.1017/S1748499512000267>
- Gardner, W., Mulvey, E. P., & Shaw, E. C. (1995). Regression Analyses of Counts and Rates : Poisson, Overdispersed Poisson, and Negative Binomial Models. *Psychological Bulletin*, 118, 392-.
- Gephart, R. P. (2004). Qualitative Research and the Academy of Management Journal. *Academy of Management Journal*, 47(4), 454-462. <https://doi.org/10.5465/amj.2004.14438580>
- Godard, R., & Harzi, A. (2018). *Bâle IV : quels impacts pour les banques ?* (Lettre d'actualité réglementaire N° 14). PWC. <https://www.pwc.fr/fr/assets/files/pdf/2018/05/pwc-bale-iv-lettre-actu-reglementaire-banque-n14.pdf>
- Godfroy-Genin, A.-S. (2000). Pascal : La géométrie du hasard. *Mathématiques et sciences humaines*, 150. <https://doi.org/10.4000/msh.2824>
- Goodhart, C. (2001). *Operational risk* (Special paper 131; Financial Markets Group, an ESCR Research Center). London school of economics.
- Granato, J., Inglehart, R., & Leblang, D. (1996). The Effect of Cultural Values on Economic Development : Theory, Hypotheses, and Some Empirical Tests. *American Journal of Political Science*, 40(3), 607. <https://doi.org/10.2307/2111786>

- Greener, I. (2006). Nick Leeson and the Collapse of Barings Bank : Socio-Technical Networks and the ‘Rogue Trader’. *Organization*, 13(3), 421-441.  
<https://doi.org/10.1177/1350508406063491>
- Hamisultane, H. (2002). *Econométrie*. Licence.France
- Hansson, S. O. (2004). *Philosophical perspectives on risk*. 8(1), 10-35.  
<https://doi.org/10.5840/techne2004818>
- Haouat Asli, M. (2011). Risque opérationnel bancaire : Le point sur la réglementation prudentielle. *Management & Avenir*, 48(8), 225. <https://doi.org/10.3917/mav.048.0225>
- Hartung, T. (2004). *Operational risks : Modelling and quantifying the impact of insurance solutions*. Ludwig-Maximilians-University ;
- Hausman, J., Hall, B. H., & Griliches, Z. (1984). Econometric Models for Count Data with an Application to the Patents-R & D Relationship. *Econometrica*, 52(4), 909.  
<https://doi.org/10.2307/1911191>
- Héber-Suffrin, C. (2007). Résilience... Créativité ou réparation dans la formation réciproque ? *Résilience*, 257-285.
- Helbok-Wagner. (2006). Determinants of operational risk reporting in the banking industry. *Journal of risk* (49,74), 9(1).
- Helwege, J., & Kleiman, P. (1996). Understanding Aggregate Default Rates of High Yield Bonds. *Federal Reserve Bank Of New*, 2(6), 6.
- Hennani, R. (2015). *De Bâle I à Bâle III : les principales avancées des accords prudentiels pour un système financier plus résilient*. Université de Montpellier.
- Herring, R. J. (2002). *The Basel 2 approach to bank operational risk : Regulation on the wrong track*. The 38th Annual Conference on Bank Structure and Competition., Chicago.
- Isenberg, D. J. (1984). How senior managers think. *Harvard Business Review*, 62(6), 81-90.
- ISO 31000. (2018). *Management du risque—Lignes directrices*. AFNOR.

- ISO/CEI Guide 73. (2002). *Management du risque : Vocabulaire Principes directeurs pour l'utilisation dans les normes*. AFNOR.
- John, K., Litov, L., & Yeung, B. (2008). Corporate Governance and Risk-Taking. *The Journal of Finance*, 63(4), 1679-1728. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.2008.01372.x>
- Kane, E. J., & DeTrask, K. (1999). Breakdown of accounting controls at Barings and Daiwa : Benefits of using opportunity-cost measures for trading activity. *Pacific-Basin Finance Journal*, 7, 203-228.
- Körnert, J. (2003). The Barings crises of 1890 and 1995 : Causes, courses, consequences and the danger of domino effects. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 13(3), 187-209. [https://doi.org/10.1016/S1042-4431\(02\)00044-6](https://doi.org/10.1016/S1042-4431(02)00044-6)
- KPMG. (2014). *Research paper on operational risk*. Canadian institute of actuaries.
- Kuritzkes, A. (2002). Operational Risk Capital : A Problem of Definition. *The Journal of Risk Finance*, 4(1), 47-56. <https://doi.org/10.1108/eb022954>
- La Porta, R., Lopez-De-Silanes, F., & Shleifer, A. (2006). What Works in Securities Laws ? *The Journal of Finance*, LXI(1), 32.
- La Porta, R., Lopez-de-Silanes, F., Shleifer, A., & Vishny, R. W. (1998). Law and Finance. *Journal of Political Economy*, 106(6), 1113-1155. <https://doi.org/10.1086/250042>
- Leippold, M., & Vanini, P. (2003). *The Quantification of Operational Risk*. University of Southern Switzerland, Zurcher Kantonbank and university of Zurich.
- Lele, P. (2008). *La crise des subprimes ou pertes cachées (hidden costs) du risque opérationnel des banques ... 1.400 milliards de dollars non déclarés en toute légalité* [Journal]. Actu Finance. <https://forum.actufinance.fr/crise-subprimes-pertes-cachees-hidden-costs-risque-operationnel-banques-%E2%80%A6-1-400-milliards-dollars-declares-legalite-t191876>

- Li, L., & Moosa, I. (2015). Operational risk, the legal system and governance indicators : A country-level analysis. *Applied Economics*, 47(20), 2053-2072. <https://doi.org/10.1080/00036846.2014.1000533>
- Maddala, G. S. (1971). The Use of Variance Components Models in Pooling Cross Section and Time Series Data. *Econometrica*, 39(2), 341-358. <https://doi.org/10.2307/1913349>
- Magne, L. (2010). *Histoire sémantique du risque et de ses corrélats*. 24.
- Martin, M., & Hayes, M. (2013). Operational risk management : Practical implications for the South African insurance industry. *South African Actuarial Journal*, 13(1), 39-96. <https://doi.org/10.4314/saaj.v13i1.3>
- Mc Connell, P. (2005). NAB : Learning from disaster. *Henley Working Paper Series, Henley Management College*. <https://wenku.baidu.com/view/17d94a38376baf1ffc4fad13.html>
- Mc Connell, P. (2006). *A Perfect Storm – Why are some Operational Losses larger than others ?* 31.
- McConnell, P. J. (2008). Operational Risk—Opportunities for Accounting Research. *Journal of Law and Financial Management*, 7, 9.
- Méric, J., & Sfez, F. (2011). La créativité d'experts comme risque opérationnel : Contournements et détournements de la régulation bancaire. *Management & Avenir*, 48(8), 239-257. <https://doi.org/10.3917/mav.048.0239>
- Miaou, S.-P., & Lum, H. (1993). Modeling vehicle accidents and highway geometric design relationships. *Accident Analysis & Prevention*, 25(6), 689-709. [https://doi.org/10.1016/0001-4575\(93\)90034-T](https://doi.org/10.1016/0001-4575(93)90034-T)
- Moosa, I. (2011). Operational risk as a function of the state of the economy. *Economic Modelling*, 28(5), 2137-2142. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2011.05.011>

- Moosa, I. (2013). Governance indicators as determinants of operational risk. *International Journal of Disclosure and Governance*, 12(2), 132-143.  
<https://doi.org/10.1057/jdg.2013.36>
- Moosa, I., & Li, L. (2013a). The frequency and severity of operational losses : A cross-country comparison. *Applied Economics Letters*, 20(2), 167-172.  
<https://doi.org/10.1080/13504851.2012.684777>
- Moosa, I., & Li, L. (2013b). An operational risk profile : The experience of British firms. *Applied Economics*, 45(17), 2491-2500.  
<https://doi.org/10.1080/00036846.2012.667556>
- Moscadelli, M. (2004). *The modelling of operational risk : Experience with the analysis of the data collected by the Basel Committee* (N° 517 ; Temi di discussione del servizio studi). Banca d'Italia.
- Na, H. S., Van den Berg, J., Miranda, L., & Leipoldt, M. (2006). An econometric model to scale operational losses. *The Journal of Operational Risk*, 1(2), 11-31.
- Newey, W. K., & West, K. (1994). Covariance Matrix Estimation. *REVIEW OF ECONOMIC STUDIES*, 1994(61), 23.
- Newey, W. K., & West, K. D. (1987). A Simple, Positive Semi-Definite, Heteroskedasticity and Autocorrelation Consistent Covariance Matrix. *Econometrica*, 55(3), 703.  
<https://doi.org/10.2307/1913610>
- Nouy, D. (2006). Le champs du risque opérationnel dans Bâle II et au-delà. *Revue d'économie financière*, 84(3), 11-24. <https://doi.org/10.3406/ecofi.2006.4113>
- Nsaibi, M., & Rajhi, M. T. (2016). Les déterminants du risque opérationnel : Evidence empirique. *Département de Finance, Université Tunis El Manar*.
- Nystrom, K., & Skoglund, J. (2002). *Quantitative Operational Risk Management*. Swedbank, Group Financial Risk Control.

- Okunev, P. (2005). *A Simple Approach to Combining Internal and External Operational Loss Data*. Lawrence Berkeley National Laboratory, UC Berkeley and Bank of America.
- Pakhchanyan, S. (2016). Operational Risk Management in Financial Institutions : A Literature Review. *International Journal of Financial Studies*, 4(4), 20. <https://doi.org/10.3390/ijfs4040020>
- Peters, G. W., Shevchenko, P. V., & Chapelle, A. (2016). Should AMA Be Replaced with SMA for Operational Risk ? *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2788920>
- Pezet, A. (2000). La gestion du risque dans la décision d'investissement industriel : De la mesure à l'analyse. Une étude longitudinale et contextuelle. *21ÈME congrès de l'AFC*, 19.
- Pezier, J. (2003). A Constructive Review of Basel's Proposals on Operational Risk. *Mastering Operational Risk*, 26.
- Power, M. (2005). The invention of operational risk. *Review of International Political Economy*, 12(4), 577-599. <https://doi.org/10.1080/09692290500240271>
- Quinsat, F. (2006). Le traitement des arabismes dans le TLF(i) : Quelques observations. *Lexicographie historique française : autour de la mise à jour des notices étymologiques du Trésor de la langue française informatisé*, 12.
- Rochet, J.-C. (2008). Le futur de la réglementation bancaire. *Toulouse school of economics*, 2, 4-26.
- Shankar, V., Mannering, F., & Barfield, W. (1995). Effect of Roadway Geometric and Environmental Factors on Rural Freeway Accident Frequencies. *Accident Analysis and Prevention*. *Accident Analysis and Prevention.*, 27(3), 371-389. [https://doi.org/doi:10.1016/0001-4575\(94\)00078-z](https://doi.org/doi:10.1016/0001-4575(94)00078-z)
- Shih, J., Samad-Khan, A., & Medapa, P. (2000). *Is the size of an operational loss related to firm size ? 2*.

- Smith, R. J. (2005). AUTOMATIC POSITIVE SEMIDEFINITE HAC COVARIANCE MATRIX AND GMM ESTIMATION. *Econometric Theory*, 21, 158-170.
- Taphanel, L. (2012). Les organisations à haute fiabilité : Un terrain d'apprentissage pour les DRH des entreprises cotées, *23ème Congrès International de l'AGRH*, 14.
- Terreberry, S. (1968). The Evolution of Organizational Environments. *Administrative Science Quarterly*, 12(4), 590. <https://doi.org/10.2307/2391535>
- Thoraval, P.-Y. (2006). Le dispositif de Bâle II : rôle et mise en oeuvre du pilier 2. *Revue de la stabilité financière*, 9, 125-131.
- Wei, L., Li, J., & Zhu, X. (2018). Operational Loss Data Collection : A Literature Review. *Annals of Data Science*, 5(3), 313-337. <https://doi.org/10.1007/s40745-018-0139-2>
- Wei, R. (2007). Quantification of operational losses using firm-specific information and external database. *The Journal of Operational Risk*, 1(4), 3-34.
- White, H. (1980). A Heteroskedasticity-Consistent Covariance Matrix Estimator and a Direct Test for Heteroskedasticity. *Econometrica*, 48(4), 817. <https://doi.org/10.2307/1912934>

### Thèses et Mémoires

- Bon-Michel, B. (2010). *Identification du risque opérationnel et apprentissage organisationnel : Étude d'un établissement de crédit, le groupe Société Générale* [Sciences de gestion]. Conservatoire national des arts et métiers.
- Dahen, H. (2006). *La Quantification du Risque Opérationnel des Institutions Bancaires*. HEC Montréal Affiliée à l'Université de Montréal.
- Homolya, D. (2011). *Operational risk of banks and firm size*. Corvinus University of Budapest, Doctoral Program in Management and Business Administration.
- Karam, E. (2014). *Measuring and managing operational risk in the insurance and banking sectors*. Université Claude Bernard.

- Na, H. S. (2004). *Analysing and Scaling Operational Risk Loss Data Master Thesis*. Informatics & Economics Computational Finance Erasmus University.
- Padganeh, Y. (2010). *Quantifying Operational Risk within Banks according to Basel II (Applying Loss Distribution Method)*. University of Miscolc, School of entreprise theory and practice, Faculty of Economic.
- Raïss, H. M. (2012). *Gestion des risques : Mesures et Stratégies. Analyse empirique de la gestion des risques dans les entreprises non financières Françaises*. Université Toulouse 1 Capitole (UT1 Capitole).
- Stul, O. (2016). *Les risques en finance : Fabriqués ou subis ? Des convictions de professionnels à une analyse sociologique des déterminants organisationnels dans la gestion des risques des multinationales de la finance*. Ecole des hautes études en sciences sociales.
- Taccola-Lapierre, S. (2008). *Le dispositif prudentiel Bâle II, autoévaluation et contrôle interne : Une application au cas français*. Université du Sud Toulon Var.

### Références électroniques

<https://apastyle.apa.org/style-grammar-guidelines>

<https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/hasard/39162?q=hasard#39082>

<https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/perspective/59822#definition> .

<http://www.swedbank.com/investor-relations/financial-information-and-publications/annual-report-2010/risk-management/development-2010/operational-risk/index.html>

<https://www.algofi.fr/communication/bale-iv-une-simple-finalisation-des-accords-de-bale-iii.html> ;

<https://www.ibm.com/>

<https://managingrisktogether.orx.org/>;

<http://www.bkam.ma/>;

- 
- <http://www.oecd.org/corporate/ca/corporategovernanceprinciples/42670210.pdf>
- <https://lesdefinitions.fr/creativite>
- [www.hofsted-insights.com](http://www.hofsted-insights.com)
- <https://donnees.banquemondiale.org/pays> ;
- [www.databank.banquemondiale.org](http://www.databank.banquemondiale.org) ;
- <http://choicereviews.org/review/10.5860/CHOICE.43-1311>
- [https://editions-ladecouverte.fr/catalogue/index-Donner\\_et\\_prendre-9782707167200.html](https://editions-ladecouverte.fr/catalogue/index-Donner_et_prendre-9782707167200.html)
- <https://www.eyrolles.com/Entreprise/Livre/la-gestion-des-risques-dans-les-projets-9782717836929/>
- <https://www.la-librairie-rh.com/livre-entreprise/les-risques-operationnels-de-l-entreprise-oper.html>
- <https://livre.fnac.com/a1518895/Mary-Douglas-Comment-pensent-les-institutions>
- <https://b-ok.cc/book/956922/a1b158>
- <https://b-ok.cc/book/448476/7eff41>
- <https://b-ok.cc/book/718357/a5b939>
- <http://public.ebookcentral.proquest.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=3042221>
- <https://www.editions-eyrolles.com/Archive/9782708136861/controle-interne-des-risques>
- <https://www.wiley.com/en-us/Econometrics+For+Dummies-p-9781118533871>
- <https://www.eyrolles.com/Entreprise/Livre/le-nouveau-capitalisme-9782707141224/>
- <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/tie.1005>
- <https://www.decitre.fr/livres/methodes-qualitatives-et-recherche-en-gestion-9782717830538.html>
- <http://www.oecd.org/corporate/ca/corporategovernanceprinciples/42670210.pdf>



## Liste des figures, tableaux, équations et encadrés



## Liste des Figures

Figure 1 : Design de la recherche.....	17
Figure 2 : Synthèse du premier chapitre.....	52
Figure 3 : Relation Profit et gestion des risques.....	59
Figure 4 : Les grands principes de la gestion du risque opérationnel .....	62
Figure 5 : Un soutien inadéquat à la gestion des risques peut entraîner l'effondrement de l'organisation .....	62
Figure 6 : Continuum d'approches de la gestion des risques.....	63
Figure 7 : L'évolution de la réglementation bancaire proposée par le comité de Bâle .....	74
Figure 8 : Types de Modélisation transformant les Inputs (données Observables ou subjectives) en Outputs (Risk) . .....	76
Figure 9 : Une carte de distribution mondiale des bases de données de consortium existantes dans l'industrie .....	83
Figure 10 : Graphe représentant le développement de la littérature du risque opérationnel allant de 1998 à 2014 .....	98
Figure 11 : Graphe sur les distributions d'articles concernant le risque opérationnel basées sur les travaux de Bâle. ....	100
Figure 12 : Schéma représentant les facteurs internes et externes d'une banque pouvant être source de risque .....	110
Figure 13 : Schéma résumant l'impact de la gouvernance sur le risque opérationnel.....	142
Figure 14: Démarche de l'étude empirique.....	168
Figure 15 : Graphe de l'évolution de la fréquence des pertes opérationnelles allant de 1974 à 2016.....	172
Figure 16 : Évolution des montants des pertes opérationnelles .....	174
Figure 17 : Diagramme en secteurs représentant la répartition des fréquences des pertes opérationnelles selon la catégorie du risque .....	177
Figure 18 : Diagramme en secteurs représentant la répartition des montants des pertes opérationnelles selon la catégorie du risque.....	178

---

Figure 19 : Diagramme en camembert représentant la somme et la fréquence des pertes selon les lignes d'affaires.....	181
Figure 20: Graphique en anneau représentant la fréquence des pertes opérationnelles selon les continents .....	183
Figure 21: Graphique en anneau représentant la gravité des pertes Opérationnelles selon les continents .....	184
Figure 22 : Graphe représentant les actifs totaux, les capitaux propres et les revenus en fonction du lieu de l'événement .....	185
Figure 23 : Diagramme représentant le nombre d'employés dans banques en fonction du lieu de l'événement .....	186
Figure 24 : Graphe représentant la gravité des pertes opérationnelles allant de 0,11M\$ à 4,67M\$ selon les pays (1974 à 2016) .....	188
Figure 25 : Graphe représentant la gravité des pertes opérationnelles allant de 4,97 M\$ à 81 M\$ selon les pays (1974 à 2016) .....	189
Figure 26 : Graphe représentant la gravité des RO allant de 96,59M\$ à 1029,564 M\$ selon les pays (1974 à 2016). .....	189
Figure 27: Graphe représentant la gravité des pertes opérationnelles allant de 1036,2 M\$ à 136991,5549 M\$ selon les pays (1974 à 2016).....	190
Figure 28 : Somme et nombre des pertes opérationnelles selon l'appartenance à un système juridique .....	192
Figure 29 : Le nombre et la somme des pertes opérationnelles selon le lieu d'occurrence de la perte.....	196
Figure 30: Histogramme représentant la fréquence des pertes opérationnelles .....	259
Figure 31 : Schéma sur les méthodes de comptage.....	260
Figure 32 Graphe représentant le montant des pertes de type risque opérationnelles en DH de l'année 1994 à l'année 2016 (base de données interne).....	287
Figure 33 : Graphe représentant les montants des pertes opérationnelles de la base de données interne selon les types de risque. ....	288
Figure 34: La sévérité des pertes opérationnelles et les intervalles entre la découverte et la reconnaissance des pertes.....	291
Figure 35: Histogramme représentant la densité des intervalles entre la découverte et la reconnaissance des pertes opérationnelles .....	293

## Liste des Tableaux

Tableau 1 : Tableau résumant les différentes approches de mesure du risque opérationnel proposées par le comité de Bâle .....	65
Tableau 2 : Les lignes métiers selon la réglementation bancaire et le $\beta$ spécifique.....	67
Tableau 3 : Implémentation de Bâle II et Bâle III au Maroc .....	96
Tableau 4 : Tableau récapitulatif des principales études sur les facteurs déterminants du risque opérationnel .....	112
Tableau 5 : Comportement cyclique hypothétique des pertes opérationnelles .....	124
Tableau 6 : Codification des variables dépendantes .....	171
Tableau 7 : Variables représentant la taille de la banque.....	175
Tableau 8 : Statistiques descriptives des variables représentant la taille de la banque .....	176
Tableau 9 : Codage des différents types de risques .....	179
Tableau 10 : Codage de la variable ligne d'affaire .....	180
Tableau 11 : Codification de la variable lieu .....	182
Tableau 12 : Test d'hétéroscédasticité Breusch-Pagan-Godfrey. ....	224
Tableau 13 : Test d'autocorrélation des erreurs Breusch-Godfrey .....	225
Tableau 14 : Résultat de la régression linéaire incluant seulement la variable taille.....	227
Tableau 15 : Résultat de l'estimation des paramètres de la régression linéaire.....	228
Tableau 16 : VIF des variables explicatives.....	232
Tableau 17 : Comparaison des résultats analytiques sur différents groupes de données sélectionnés. ....	247
Tableau 18 : Résultat de la régression linéaire incluant les variables spécifiques à la banque .....	249
Tableau 19 : Résultat d'estimation des paramètres du modèle poisson tronqué et binomial négatif tronqué.....	266
Tableau 20 : Statistiques descriptives sur la fréquence des pertes.....	269
Tableau 21: Statistiques descriptives des pertes opérationnelles de la base de données interne .....	287
Tableau 22 : Résultat d'estimation des paramètres du modèle poisson et du modèle binomial négatif dans les deux bases de données.....	295
Tableau 23: Goodness of fit du modèle poisson pour les deux bases de données .....	297

---

Tableau 24: Extraits de la base de données interne et de la base de données externes.....	301
Tableau 25 : Tableau représentant le calcul du montant des pertes opérationnelles selon plusieurs scénarios.....	306
Tableau 26 : Résultat de l'application du modèle de mise à échelle de la fréquence des pertes .....	310
Tableau 27: Calcul du paramètre de la distribution Poisson selon plusieurs scénarios .....	312
Tableau 28 : Statistiques descriptives de l'ensemble des pertes de la base de données externe en millions de dollars .....	362
Tableau 29: Évolution de la gravité et la fréquence des pertes opérationnelles de 1974 à 2016 .....	362
Tableau 30 : Statistiques des pertes opérationnelles en fonction du type de risque des pertes .....	364
Tableau 31 : La fréquence et la gravité des pertes opérationnelles en pourcentage en fonction des sous types de chaque type de risque .....	364
Tableau 32 : Statistiques des pertes opérationnelles en fonction des lignes d'affaires où l'événement de perte a eue lieu. ....	366
Tableau 33 : Matrice des fréquences des pertes opérationnelles distribuées selon la ligne métier .....	366
Tableau 34 : Matrice des montants des pertes opérationnelles distribuées selon la ligne métier .....	366
Tableau 35 : Statistiques des pertes opérationnelles en fonction du lieu de l'événement.....	367
Tableau 36 : Statistiques des pertes opérationnelles (gravité et fréquence) dans un ordre croissant selon la moyenne des pertes (M\$) des pays. ....	367
Tableau 37 : Statistiques des variables concernant la taille de la banque en fonction du lieu de l'événement. ....	371
Tableau 38 : Nombre et montant des pertes opérationnelles selon l'appartenance à un système juridique .....	371
Tableau 39: Pays représentatifs des systèmes juridiques .....	372

## Liste des Équations

Équation 1 : Régression linéaire de la sévérité des pertes opérationnelles .....	222
Équation 2 : Modèle poisson tronqué avec composante de régression .....	262
Équation 3 : Modèle binomial négatif tronqué avec composante de régression .....	264
Équation 4 : Régression de la sévérité des pertes après identification de ses composantes...	299
Équation 5 : Formule de normalisation de la sévérité des pertes opérationnelles.....	300
Équation 6 : Modèle de poisson de la fréquence des pertes opérationnelles après identification de ses composantes.....	309

## Liste des Encadrés

Encadré 1 : Récapitulatif sur la taille de la banque comme déterminant du risque opérationnel et formulation des hypothèses .....	117
Encadré 2: Récapitulatif de l'impact de la situation économique sur le risque opérationnel et formulation des hypothèses .....	134
Encadré 3 : L'impact du Système juridique sur le risque opérationnel et formulation des hypothèses .....	135
Encadré 4 : Récapitulatif de l'impact de la gouvernance sur le risque opérationnel et formulation des hypothèses.....	153



# **Annexes**



## Annexe n°166 : La typologie des risques opérationnels

8 CATEGORIES D'EVENEMENT							
LITIGES COMMERCIAUX	LITIGES AVEC LES AUTORITES	ERREURS DE « PRICING » OU D'EVALUATION DU RISQUE	ERREURS D'EXECUTION	FRAUDE ET AUTRES ACTIVITES CRIMINELLES	ACTIVITES NON AUTORISEES SUR LES MARCHES (ROGUE TRADING)	PERTES DES MOYENS D'EXPLOITATION	DEFAILLANCE DES SYSTEMES D'INFORMATION
49 SOUS-CATEGORIES D'EVENEMENT							
1. Litiges sur activités de conseil	7. Non-respect de la loi bancaire	18. Défaillance dans le dispositif de gestion et de suivi des autorisations et des limites	22. Défaillance dans le processus de livraison et/ou de règlement de la banque	33. Piratage informatique et autres attaques malveillantes des systèmes informatiques de la banque par des tiers	39. Activités non autorisées sur les marchés	40. Défaut de personnel	44. Défaillance de matériel
2. Pratiques commerciales inappropriées	8. Non-respect des lois contre la discrimination	19. Evaluation incorrecte ou inexistante de la position	23. Défaillance dans les processus de gestion des confirmations d'opérations	34. Autre forme d'actes criminels contre les actifs de la banque	41. Pertes des données	42. Pertes des moyens d'exploitation	45. Données incohérentes ou incompatibles
3. Inadéquation des produits proposés	9. Non-respect de la réglementation du travail	20. Données de marché et informations publiques fausses ou insuffisantes	24. Défaillance dans la gestion administrative d'une opération jusqu'à son échéance	35. Vois/escroqueries /fraudes commis par des tiers	43. Perte de services	46. Mauvaise gestion de projet	46. Mauvaise gestion de projet
4. Insuffisance du service au client	10. Non-respect des lois sur l'environnement	21. Modèle de calcul de prix ou de valorisation erroné	25. Erreurs dans la transmission, la saisie ou la compréhension d'une instruction	36. Vois par le personnel ou des prestataires internes		47. Défaillance des logiciels	47. Défaillance des logiciels
5. Autres litiges avec un tiers	11. Non-respect des règles de fonctionnement des marchés organisés		26. Absence ou inexactitude des données nécessaires à la gestion des activités	37. Fraude sur des transactions par le personnel ou avec sa complicité		48. Faiblesse de la sécurité logique	48. Faiblesse de la sécurité logique
6. Contrat ou clauses contractuelles inapplicables	12. Non-respect des normes de sécurité et de santé		27. Absence ou inexactitude des rapports d'erreur dans les chaînes informatiques	38. Utilisation non autorisée/à mauvais escient d'information privilégiée et confidentielle par le personnel		49. Faiblesse de la sécurité physique	49. Faiblesse de la sécurité physique
	13. Non-respect d'autres lois		28. Structure organisationnelle inadéquate /faiblesse de l'environnement de contrôle				
	14. Non respect des exigences réglementaires locales		29. Défaillance dans la conservation pour compte de tiers de documents/valeurs				
	15. Non-respect des exigences comptables ou de la communication financière		30. Défaillances sur services rendus par des sous-traitants				
	16. Non-respect de la législation fiscale		31. Défauts de rapprochement				
	17. Blanchiment d'argent et financement du terrorisme		32. Accès laissé par la banque aux comptes d'un client sans l'accord de ce dernier				

<sup>66</sup> La réglementation bancaire a défini une segmentation du risque opérationnel en 7 catégories d'événements, cependant chaque banque est tenue d'adapter la typologie à ses besoins. Il s'agit ci-dessus d'une cartographie des risques opérationnels et des sous risque opérationnels adopté par la Société Générale Marocaine des banques. (Source : Société Générale Casablanca, service contrôle interne et risque opérationnel 2013).

---

**Annexe n°2 : Les éléments de la base de données externe SAS OP Risk**

1. Reference code : Un code de référence et d'identification propre à chaque perte ;
2. Parent Name : Le nom de la compagnie mère ;
3. Firm name : le nom de la filiale ;
4. Description of event : Une description détaillée de l'événement de pertes. Puisque toutes ces pertes ont été médiatisées, il est possible de divulguer quelques informations sur la filiale qui a subi directement la perte et sur la façon dont la perte a été réalisée. Le tableau A1 de l'annexe résume les 3 principaux événements de pertes opérationnels enregistrés dans notre base de données. Comme nous l'avons déjà signalé notre base de données comprend environ 6536 événements liés aux pertes opérationnelles ce qui rend la lecture de la description de chaque événement impossible à effectuer.
5. Loss amount (M\$) : Le montant de la perte en devise locale, en dollars américains.
6. Current value of loss (\$M) : la valeur actuelle de la perte (en tenant compte de l'inflation)
7. Basel business line-level 1 : ligne d'affaire : les pertes sont aussi réparties selon les unités d'affaires concernées. Ainsi nous pouvons distinguer dans la base pour le premier niveau entre les banques commerciales et les banques de détail.
8. Basel business line-level 2 : les lignes d'affaires de niveau 2 et 3 pour plus de précisions.
9. Business unit : unité d'affaires
10. Event risk category : Le type d'événement, niveau 1 : il s'agit des types de risque définis par les autorités réglementaires. Cette rubrique comprend :
  - Fraudes externes ;
  - Fraudes internes ;
  - Clients, produits et pratiques commerciales ;
  - Emploi, pratiques et sécurité environnementale ;
  - Gestion de l'exécution, de la livraison et des processus ;
  - Actifs tangibles et corporels endommagés ;
  - Perturbation des affaires et défaillance des systèmes.
11. Sub risk category : Nous avons également les types d'événements de niveau 2 et 3, qui offrent plus de précision et plus de granularité. Citons à titre d'exemple : la discrimination et la diversité comme sous-événement du type de risque 'emploi, pratiques et sécurité environnementale'. Comme événements de type 3 du sous-type de

risque diversité et discrimination, nous citons, à titre d'exemples la discrimination due à l'âge, au sexe, à la race, à l'orientation sexuelle et au harcèlement sexuel.

12. Activity : activité ;
13. Country of legal entity : pays où se trouve l'entité légale ;
14. Country of incident : pays où s'est déroulé l'incident ;
15. First year of event : La date d'événement : 1ere année de l'événement ;
16. Last year of event : dernière année de l'incident ;
17. Month and year of settlement : mois, et année de règlement ;
18. Industry sector code : notre base de données a également identifié les secteurs/industries concernés par les pertes ; cette base regroupe uniquement les services financiers ;
19. Industry sector name : nom de l'industrie ;
20. Region of domicile : région du domicile ;
21. Financial information : Information financière ;
22. Year Financial information : année de l'information financière ;
23. Source of financial information : la source de l'information financière ;
24. Revenue (M\$) : Revenu ;
25. Current value of revenue : Valeur actuelle du revenu ;
26. Assets : Actifs,
27. Shareholders equity : fonds propres/ capitaux propres Les fonds propres sont la propriété des actionnaires par quoi ils ont droit à recevoir une partie des bénéfices quand ils existent ;
28. Number of employees : nombre d'employés
29. Net income (M\$) : PNB ;
30. Legal liability : Responsabilité juridique ou légale ;
31. Regulatory actions : Amendes, ou le coût direct de toute autre pénalité, comme les révocations de permis ;
32. Loss or damage to asset : Direct reduction in value of physical assets, including certificates, due to some kind of accident, Perte ou endommagement des biens : Réduction directe de la valeur des biens matériels, y compris les certificats, en raison d'un accident (par exemple, négligence, accident, incendie, tremblement de terre).
33. Restitution (M \$) ;
34. Loss of recourse (M\$) : Les pertes subies lorsqu'un tiers ne respecte pas ses obligations envers la banque et qui sont attribuables à une erreur ou à un événement opérationnel ;
35. Write-down : Dépréciation d'un actif ;

- 
36. Reported loss amount in local currency (M) : le montant de la perte dans la devise locale en millions ;
  37. Currency conversation rate : taux de change ;
  38. Currency code : code de la devise ;
  39. CPI adjustment : CPI ajusté : indice de prix à la consommation ; Catégorisation comment : Commentaires ;
  40. Multiple firms impacted code : plusieurs firmes affectées ;
  41. Single event multiple loss : un événement plusieurs pertes ;
  42. Specific fields updated : mis à jour des champs spécifique

**Annexe n°3 : Les plus grandes pertes opérationnelles enregistrées**

Parent Name	Firm Name	Description of Event	Loss Amount (\$M)
NA	Bank of Credit and Commerce International	<p>In July 1991, Bank of Credit and Commerce International, a UK commercial bank, reported that it had realized an estimated loss of \$12.5B in assets due to widespread and long running bank fraud that led to its collapse. At its peak, the bank had 1.3 million depositors and operations in more than 70 countries. It reportedly handled money from Colombian cocaine cartels, Arab terrorists, Abu Nidal, and the Central Intelligence Agency. BCCI's international nature helped the company avoid a large amount of regulation, because for most of its history no single regulator or audit team had full jurisdiction over it. Regulation was made difficult by inadequate communication among agencies and by the high-level government connections that BCCI's leaders cultivated. BCCI's presence in the Cayman Islands, and its many offices all around the world made it a useful route for tainted funds. The US Customs Service completed an undercover operation that led to the arrest of several BCCI figures, who were convicted of money laundering on July 29, 1990. The bank pled guilty to the laundering charge and was fined \$14M. BCCI was known to have made large loans to companies and individuals without properly securing them. When these loans, which often were not documented or monitored properly, went bad, the bank had no legal recourse and was forced to absorb the losses. The bank tried to cover up this problem by taking in new deposits and not recording them in its books, and by otherwise creating a matrix of false accounts that hid the losses for years. Also, BCCI reportedly incurred huge losses in its treasury department, particularly in the early 1980s. BCCI closed its doors in 1991.</p>	12 500,00

NA	Unicredito Italiano Group	<p>In June 2007, Unicredito Italiano Group, an Italian financial institution, reported that a \$23.24B (17.35B EUR) lawsuit had been filed against it by a group of minority shareholders of Germany's Bayerische Hypo-Und Vereinsbank AG (HVB). The lawsuit involved Unicredito's 2005 acquisition of an 88.14 percent stake in HVB, a deal which at the time was valued at approximately \$22B. The minority shareholders, who controlled 1.5 percent of HVB's shares when their suit was filed, claimed that the bank's assets had been significantly undervalued when they were ceded to Unicredito. Specifically, the plaintiffs alleged that HVB subsidiary Bank Austria-Creditanstalt (BA-CA) had sold the Polish Bank BPH SA to Unicredito for 2B EUR less than its original market value. HVB's stake in BA-CA itself was sold to Unicredito for 12.4B EUR less than what it was worth, according to the shareholders. Additionally, HVB's asset management units, Activest and Nordinvest, were allegedly undersold by 2.6B EUR. The suit named both Alessandro Profumo, the head of Unicredito SpA, and Dr Wolfgang Sprissler, the head of HVB, as defendants. HVB's minority shareholders maintained that although the bank had retained its status as an independent entity in the deal, its management and oversight boards had failed in their duty to block transactions that did not come with adequate compensation. Instead, according to the suit, HVB's managers gave in to pressure from Unicredito and ceded the bank's assets for less than they were worth.</p>	23 240,00
----	---------------------------	--	-----------

NA	Northern Rock PLC	<p>In November 2007, Northern Rock PLC, a UK financial institution, reported that it lost \$20.91B (10B GBP) in customer withdrawals due to the company's business model's reliance on the US subprime mortgage market. As the fifth largest mortgage lender in the UK, Northern Rock PLC had relied on the wholesale market for 75 percent of its funding. In early 2007, the Bank of England had concerns about Northern Rock PLC's business model while the Financial Services Authority (FSA) issued a warning about the credit markets and requested that banks under its supervision make more extreme stress tests. Northern Rock PLC had not received a full risk assessment from the FSA since February 2006 even though it was a high impact firm that required close supervision. In its stress tests, the bank did not adequately cover the possibility of a market downturn or liquidity crisis. When the credit markets tightened in mid-2007, Northern Rock PLC's liquidity diminished causing it to seek emergency funding from the Bank of England by September 2007 in order to continue operating. As news of Northern Rock PLC's \$62.72B (30B GBP) bailout by the Bank of England broke in September 2007, customers of the bank rushed to withdraw \$20.91B (10B GBP) of their deposits in fear of the bank's collapse. The unplanned withdrawals from Northern Rock PLC constituted the first run on a UK bank in more than 140 years.</p>	20 908,30
----	-------------------	---	-----------

### Annexe n°4 : Statistiques descriptives sur les données de la base de données externe

**Tableau 28 :** *Statistiques descriptives de l'ensemble des pertes de la base de données externe en millions de dollars*

	<b>Pertes opérationnelles (M\$)</b>
Mean	56.08203
Median	1.990000
Maximum	23240.00
Minimum	0.100000
Std. Dev.	559.3359
Skewness	26.51398
Kurtosis	887.4957
Jarque-Bera	2.13E+08
Probability	0.000000
Sum	365823.1
Sum Sq. Dev.	2.04E+09
Observations	6523

**Tableau 29:** *Évolution de la gravité et la fréquence des pertes opérationnelles de 1974 à 2016*

<b>Année</b>	<b>Montant total des pertes opérationnelles (en M\$)</b>	<b>% Montant</b>	<b>Fréquence des pertes opérationnelles</b>	<b>% Fréquence</b>
1974	2151,2	0,59%	18	0,28%
1975	58,49	0,02%	4	0,06%
1976	50	0,01%	4	0,06%
1977	44,95	0,01%	4	0,06%
1978	112,05975	0,03%	9	0,14%
1979	136,45	0,04%	7	0,11%
1980	255,3	0,07%	9	0,14%
1981	161,09	0,04%	7	0,11%
1982	153,31	0,04%	8	0,12%
1983	1037,46	0,28%	21	0,32%
1984	521,33214	0,14%	23	0,35%
1985	898,005	0,25%	31	0,48%
1986	13806,733	3,77%	48	0,74%
1987	1938,89	0,53%	42	0,64%
1988	1374,19	0,38%	79	1,21%
1989	1464,9	0,40%	69	1,06%

Année	Montant total des pertes opérationnelles (en M\$)	% Montant	Fréquence des pertes opérationnelles	% Fréquence
1990	866,455	0,24%	65	1,00%
1991	1643,57142	0,45%	74	1,13%
1992	4539,73661	1,24%	95	1,46%
1993	5443,978222	1,49%	83	1,27%
1994	22071,908	6,03%	84	1,29%
1995	4029,192	1,10%	82	1,26%
1996	21364,48212	5,84%	96	1,47%
1997	2193,32512	0,60%	98	1,50%
1998	2016,075	0,55%	70	1,07%
1999	4010,729962	1,10%	136	2,08%
2000	37491,13043	10,25%	174	2,67%
2001	4689,61289	1,28%	153	2,35%
2002	13481,7705	3,69%	210	3,22%
2003	7998,856949	2,19%	223	3,42%
2004	14797,26373	4,04%	291	4,46%
2005	17907,29	4,90%	302	4,63%
2006	7576,7104	2,07%	359	5,50%
2007	18591,01	5,08%	341	5,23%
2008	26614,78	7,28%	571	8,75%
2009	41890,64	11,45%	543	8,32%
2010	9602,31	2,62%	517	7,93%
2011	30108,19	8,23%	572	8,77%
2012	30097,6	8,23%	431	6,61%
2013	2546,17	0,70%	261	4,00%
2014	2644,26	0,72%	171	2,62%
2015	7175,45	1,96%	89	1,36%
2016	266,21	0,07%	49	0,75%
Total	365823,0682		6523	

- *Selon les types de risques*

Nous retenons la classification proposée par Bâle II, à savoir 7 types de risque : TR IF, TR EF, TR EPWS, TR CPBP, TR DPA, TR BDSF, TR EDPM : Ce tableau ci-dessous concerne le nombre des pertes la gravité des pertes, la moyenne des pertes ainsi que les écarts types des pertes en fonction des 7 types de risques ;

**Tableau 30** : Statistiques des pertes opérationnelles en fonction du type de risque des pertes

Types de risques	Nb de pertes	Gravité des pertes	Moyenne des pertes (M\$)	Ecart type des pertes (M\$)
Dysfonctionnement de l'activité et des systèmes (TR BDSF)	36	960,91	26,69194444	56,98053421
Clients, produits et pratiques commerciales (TR CPBP)	1613	234130,782	145,1523757	1019,974205
Dommages aux actifs corporels (TR DPA)	78	4381,67	56,17525641	174,574371
Pratiques en matière d'emploi et sécurité sur le lieu de travail (TR EPWS)	110	2465,99	22,41809091	70,81006959
Exécution, livraison et gestion des processus (TR EDPM)	158	1863,90301	11,79685449	40,5410874
Fraude externe (TR EF)	2506	34977,6711	13,95757027	136,6125676
Fraude interne (TR IF)	2022	87042,1423	43,04754812	382,2786203

**Tableau 31** : La fréquence et la gravité des pertes opérationnelles en pourcentage en fonction des sous types de chaque type de risque

Types du risque opérationnel	Fréquence des pertes opérationnelles	%	Gravité des pertes opérationnelles	%
<b>Dysfonctionnement de l'activité et des systèmes</b>	<b>36</b>	<b>0,55%</b>	<b>960,91</b>	<b>0,26%</b>
Systèmes	36	0,55%	960,91	0,26%
<b>Clients, produits et pratiques commerciales</b>	<b>1613</b>	<b>24,73%</b>	<b>234130,782</b>	<b>64,00%</b>
Activités de conseil	9	0,14%	143,53	0,04%
Pratiques commerciales ou commerciales inappropriées	698	10,70%	99687,1615	27,25%
Défauts du produit	5	0,08%	20965,46	5,73%
Sélection, parrainage et exposition	7	0,11%	295,88	0,08%
Pertinence, divulgation et fiduciaire	894	13,71%	113038,75	30,90%
<b>Dommages aux actifs corporels</b>	<b>78</b>	<b>1,20%</b>	<b>4381,67</b>	<b>1,20%</b>

Types du risque opérationnel	Fréquence des pertes opérationnelles	%	Gravité des pertes opérationnelles	%
Catastrophes et autres événements	78	1,20%	4381,67	1,20%
<b>Pratiques en matière d'emploi et sécurité sur le lieu de travail</b>	<b>110</b>	<b>1,69%</b>	<b>2465,99</b>	<b>0,67%</b>
Diversité et discrimination	20	0,31%	167,02	0,05%
Relations avec les employés	89	1,36%	2298,83	0,63%
Environnement sécurisé	1	0,02%	0,14	0,00%
<b>Exécution, livraison et gestion des processus</b>	<b>158</b>	<b>2,42%</b>	<b>1863,90301</b>	<b>0,51%</b>
Accueil client et documentation	10	0,15%	611,78	0,17%
Gestion de compte client / client	46	0,71%	322,74	0,09%
Surveillance et rapport	42	0,64%	194,893012	0,05%
Contreparties commerciales	1	0,02%	22,6	0,01%
Capture, exécution et maintenance des transactions	54	0,83%	465,78	0,13%
Vendeurs & Fournisseurs	5	0,08%	246,11	0,07%
<b>Fraude externe</b>	<b>2506</b>	<b>38,42%</b>	<b>34977,6711</b>	<b>9,56%</b>
Sécurité des systèmes	152	2,33%	153,47	0,04%
Vol et fraude	2354	36,09%	34824,2011	9,52%
<b>fraude interne</b>	<b>2022</b>	<b>31,00%</b>	<b>87042,1423</b>	<b>23,79%</b>
Vol et fraude	1851	28,38%	77243,9523	21,12%
Activité non autorisée	171	2,62%	9798,19	2,68%
Total général	6523	100,00 %	365823,068	100,00%

- *Selon les lignes d'affaires*

Nous retenons la Classification proposée par Bâe 2, les lignes d'affaires sont en nombre de 8 nous retenons uniquement les deux lignes d'affaires présentes dans notre base de données : la ligne d'affaire *Banque commerciale* et la ligne d'affaire *Banque de détail*.

**Tableau 32 :** *Statistiques des pertes opérationnelles en fonction des lignes d'affaires où l'événement de perte a eue lieu.*

Lignes d'affaires	Gravité des RO	Nombre de pertes	Moyenne des pertes (M\$)	Écart type des pertes (M\$)
Banque commerciale	145978,7	1972	74,02571982	661,6974757
Banque de détail	219844,3	4551	48,3068224	508,5103161
Total général	365823,1	6523	56,08202794	559,3359147

**Tableau 33 :** *Matrice des fréquences des pertes opérationnelles distribuées selon la ligne métier*

Lignes d'affaires/Types de risques	TR BDSF	TR CPBP	TR DPA	TR EPWS	TR EDPM	TR EF	TRIF	Total général
<b>Commercial Banking</b>	5	464	19	31	60	865	528	1972
<b>Retail Banking</b>	31	1149	59	79	98	1641	1494	4551
<b>Total général</b>	36	1613	78	110	158	2506	2022	6523

**Tableau 34 :** *Matrice des montants des pertes opérationnelles distribuées selon la ligne métier*

Lignes d'affaires/Types de risques	TR BDSF	TR CPBP	TR DPA	TR EPWS	TR EDPM	TR EF	TRIF	Total général
<b>Commercial Banking</b>	223,23	64556,2	3201,73	293,71	641,6	18596	58466,6	145978,7195
<b>Retail Banking</b>	737,68	169575	1179,94	2172,28	1222,3	16382	28575,5	219844,3488
<b>Total général</b>	960,91	234131	4381,67	2465,99	1863,9	34978	87042,1	365823,0682

**Tableau 35** : *Statistiques des pertes opérationnelles en fonction du lieu de l'événement<sup>67</sup>.*

Régions	Montant des pertes opérationnelles	%	Fréquence des pertes opérationnelles	%	Moyenne des pertes opérationnelles
<b>Afrique</b>	4676,426	1%	159	2%	29,41148428
<b>Asie</b>	73744,56403	20%	1206	18%	61,14806304
<b>Europe</b>	143545,8229	39%	1399	21%	102,6060206
<b>Amérique du Nord</b>	120532,4283	33%	3445	53%	34,98764248
<b>Autres</b>	4468,397	1%	231	4%	19,34370996
<b>Amérique du Sud</b>	18855,43	5%	83	1%	227,1738554
<b>Total général</b>	365823,0682	100%	6523	100%	56,08202794

**Tableau 36** : *Statistiques des pertes opérationnelles (gravité et fréquence) dans un ordre croissant selon la moyenne des pertes (M\$) des pays.*

Pays de l'incident	Fréquence des pertes	%	Somme des pertes (\$M)	%	Moyenne des pertes M\$
Japan	205	3,143%	0,96	0,00036%	0,004682927
India	332	5,090%	2,14	0,00081%	0,006445783
Austria	17	0,261%	0,18	0,00007%	0,010588235
Israel	35	0,537%	1,06	0,00040%	0,030285714
Yemen	2	0,031%	0,11	0,00004%	0,055
Malaysia	37	0,567%	2,12	0,00080%	0,057297297
Indonesia	47	0,721%	2,96	0,00111%	0,062978723
Paraguay	6	0,092%	0,4	0,00015%	0,066666667
Australia	157	2,407%	15,93	0,00599%	0,101464968
United States	3394	52,031%	353,32	0,13292%	0,104101355
Equatorial Guinea	3	0,046%	0,34	0,00013%	0,113333333

<sup>67</sup> Nous avons classé les lieux selon les continents : Afrique, Asie, Europe, Amérique du nord, Amérique du sud et Autres.

<b>Pays de l'incident</b>	<b>Fréquence des pertes</b>	<b>%</b>	<b>Somme des pertes (\$M)</b>	<b>%</b>	<b>Moyenne des pertes M\$</b>
Germany	57	0,874%	6,97	0,00262%	0,122280702
United Kingdom	343	5,258%	44,57	0,01677%	0,129941691
South Korea	70	1,073%	10,45	0,00393%	0,149285714
Comoros	1	0,015%	0,15	0,00006%	0,15
Mozambique	2	0,031%	0,3	0,00011%	0,15
Brazil	31	0,475%	4,67	0,00176%	0,150645161
Namibia	3	0,046%	0,53	0,00020%	0,176666667
Bangladesh	16	0,245%	3,04	0,00114%	0,19
Ukraine	10	0,153%	2,13	0,00080%	0,213
France	176	2,698%	40,825	0,01536%	0,231960227
Yugoslavia	2	0,031%	0,52	0,00020%	0,26
Costa Rica	2	0,031%	0,61	0,00023%	0,305
Kazakhstan	9	0,138%	3,31	0,00125%	0,367777778
Dominican Republic	3	0,046%	1,17	0,00044%	0,39
Argentina	8	0,123%	3,47	0,00131%	0,43375
Serbia	8	0,123%	3,51	0,00132%	0,43875
Vietnam	9	0,138%	4,08	0,00153%	0,453333333
British Virgin Islands	2	0,031%	1,14	0,00043%	0,57
Puerto Rico	8	0,123%	4,6	0,00173%	0,575
Syria	1	0,015%	0,58	0,00022%	0,58
Slovenia	3	0,046%	1,91	0,00072%	0,636666667
Uganda	20	0,307%	13,17	0,00495%	0,6585
Singapore	45	0,690%	30,09	0,01132%	0,668666667
Zimbabwe	15	0,230%	10,3	0,00387%	0,686666667
Mauritania	1	0,015%	0,84	0,00032%	0,84
Armenia	1	0,015%	0,93	0,00035%	0,93
New Zealand	66	1,012%	62	0,02332%	0,939393939
Sudan	1	0,015%	1,04	0,00039%	1,04
Czech Republic	23	0,353%	27,45	0,01033%	1,193478261
Albania	1	0,015%	1,27	0,00048%	1,27
Sri Lanka	2	0,031%	2,97	0,00112%	1,485
Hungary	16	0,245%	24,03	0,00904%	1,501875
Lithuania	9	0,138%	14,14	0,00532%	1,571111111
Bolivia	1	0,015%	1,67	0,00063%	1,67
Netherlands	26	0,399%	47,37	0,01782%	1,821923077
Tanzania	8	0,123%	20,14	0,00758%	2,5175
Georgia	2	0,031%	5,75	0,00216%	2,875
Turkmenistan	2	0,031%	6	0,00226%	3
Nigeria	28	0,429%	109,3	0,04112%	3,903571429
Hong Kong	81	1,242%	340,55	0,12811%	4,204320988

<b>Pays de l'incident</b>	<b>Fréquence des pertes</b>	<b>%</b>	<b>Somme des pertes (\$M)</b>	<b>%</b>	<b>Moyenne des pertes M\$</b>
Canada	136	2,085%	600	0,22571%	4,411764706
Macedonia	7	0,107%	31,72	0,01193%	4,531428571
Belgium	21	0,322%	96,59	0,03634%	4,59952381
Ecuador	1	0,015%	4,97	0,00187%	4,97
Poland	22	0,337%	119,85	0,04509%	5,447727273
Kenya	31	0,475%	181,17	0,06815%	5,844193548
Iran	5	0,077%	32,47	0,01221%	6,494
Italy	93	1,426%	627,3	0,23598%	6,74516129
Romania	8	0,123%	54,03	0,02033%	6,75375
Angola	3	0,046%	20,87	0,00785%	6,956666667
Afghanistan	2	0,031%	14,01	0,00527%	7,005
Russia	84	1,288%	686,53	0,25827%	8,17297619
Jordan	1	0,015%	8,22	0,00309%	8,22
Democratic Republic of Congo	1	0,015%	10,66	0,00401%	10,66
Malta	1	0,015%	12,75	0,00480%	12,75
United Arab Emirates	14	0,215%	239,14	0,08996%	17,08142857
Spain	34	0,521%	589,37	0,22172%	17,33441176
Venezuela	3	0,046%	53,62	0,02017%	17,87333333
Latvia	18	0,276%	322,9	0,12147%	17,93888889
Zambia	6	0,092%	120,6	0,04537%	20,1
Algeria	4	0,061%	81,86	0,03079%	20,465
Switzerland	62	0,950%	1289,01	0,48491%	20,79051613
Mexico	11	0,169%	239,34	0,09004%	21,75818182
Norway	15	0,230%	399,069	0,15013%	26,60457533
Gabon	2	0,031%	54,77	0,02060%	27,385
Cameroon	2	0,031%	58,12	0,02186%	29,06
Benin	2	0,031%	62,51	0,02352%	31,255
Taiwan	50	0,767%	1604,39	0,60356%	32,08779956
Sweden	17	0,261%	590,71	0,22222%	34,74764706
Greece	46	0,705%	2013,84	0,75759%	43,77913043
Philippines	27	0,414%	1250,24	0,47033%	46,30510185
Colombia	8	0,123%	373,962	0,14068%	46,74530125
Madagascar	2	0,031%	97,79	0,03679%	48,895
Denmark	13	0,199%	755,29	0,28413%	58,09923077
Liberia	1	0,015%	60	0,02257%	60
Peru	1	0,015%	65,92	0,02480%	65,92
Monaco	2	0,031%	138,54	0,05212%	69,27
Mauritius	6	0,092%	478,019	0,17983%	79,669825
Iraq	11	0,169%	950,34	0,35751%	86,39454545

Pays de l'incident	Fréquence des pertes	%	Somme des pertes (\$M)	%	Moyenne des pertes M\$
Cyprus	7	0,107%	633,42	0,23829%	90,48857143
Ghana	2	0,031%	181	0,06809%	90,5
Slovakia	8	0,123%	742,6	0,27936%	92,825
Croatia	11	0,169%	1080,55	0,40649%	98,23145455
Pakistan	63	0,966%	7324,63	2,75545%	116,2639683
Egypt	6	0,092%	722,43	0,27177%	120,405
Thailand	22	0,337%	3154,24	1,18659%	143,3745455
Nepal	6	0,092%	1036,2	0,38981%	172,7
Bosnia and Herzegovina	7	0,107%	1304,88	0,49088%	186,4114286
South Africa	31	0,475%	6353,37	2,39007%	204,9474194
Turkey	3	0,046%	637,4	0,23978%	212,4666667
Papua New Guinea	4	0,061%	936,643	0,35236%	234,1606875
Luxembourg	4	0,061%	1172,02	0,44090%	293,005
Chile	4	0,061%	1624,22	0,61102%	406,055
Lebanon	5	0,077%	2146,36	0,80744%	429,272
Ethiopia	1	0,015%	492,94	0,18544%	492,94
Saudi Arabia	2	0,031%	1004,18	0,37776%	502,088
China	86	1,318%	58140,5	21,87188%	676,0522093
Liechtenstein	4	0,061%	2804,25	1,05493%	701,0625
Fiji	1	0,015%	716,5	0,26954%	716,5
Azerbaijan	5	0,077%	3664,67	1,37861%	732,934
Portugal	4	0,061%	3357,34	1,26300%	839,335
Estonia	4	0,061%	3734,87	1,40502%	933,7177275
Gaza Strip	1	0,015%	1029,56	0,38731%	1029,56489
Iceland	2	0,031%	2116,84	0,79634%	1058,421175
Cote d'Ivoire	1	0,015%	1233,89	0,46418%	1233,887
Morocco	2	0,031%	3160,31	1,18888%	1580,155
Ireland	86	1,318%	136992	51,53486%	1592,925057
Cuba	1	0,015%	1612,25	0,60651%	1612,254
Bahrain	1	0,015%	1686,93	0,63461%	1686,93
Vatican City	1	0,015%	2149,62	0,80867%	2149,61844
Finland	5	0,077%	11022,6	4,14658%	2204,511992
Belarus	2	0,031%	8429,04	3,17092%	4214,519195
Uruguay	3	0,046%	13050,8	4,90958%	4350,268187
Netherlands Antilles	1	0,015%	4512,36	1,69751%	4512,36
Bulgaria	3	0,046%	15863,9	5,96786%	5287,98
Botswana	1	0,015%	8963,77	3,37208%	8963,77
Panama	3	0,046%	35406,9	13,31972%	11802,29446
Total général	6523		365823		

**Tableau 37 :** *Statistiques des variables concernant la taille de la banque en fonction du lieu de l'événement<sup>68</sup>.*

Lieu	Moyenne des actifs (M\$)	Moyenne des capitaux propres (M\$)	Moyenne des PNB (M\$)	Moyenne des revenus (M\$)	Nombre d'employés
Afrique	26554,031	1823,2368	308,09217	2351,6681	141
Asie	162316,01	8718,0863	906,51222	7714,3331	1060
Europe	854958,5	35484,489	2557,4372	35166,155	1328
Amerique du Nord	367585,41	32903,463	2229,1102	24076,811	3040
Autres	270308,35	15950,1	2235,2238	16239,352	223
Amérique du Sud	64791,232	4322,0558	638,84985	8074,9583	67
Total général	423290,08	27200,356	1990,3717	22559,056	5859

- *L'appartenance au système juridique*

**Tableau 38 :** *Nombre et montant des pertes opérationnelles selon l'appartenance à un système juridique*

Systèmes Juridiques	Nombre des pertes opérationnelles	Somme des pertes opérationnelles (M\$)	Moyenne de Loss Amount (M\$)
Common Law	4941	219909,5264	44,50708894
Droit Civil	46	3956,74	450,3558442
Droit Civil Français	566	47284,2228	83,54102968
Droit Germanique	754	77632,05861	103,5632428
Droit Religieux , Hybride ou Autres	164	16530,02039	100,7928073
Droit Scandinave	52	510,5	9,817307692
Total général	6523	365823,0682	56,08202794

<sup>68</sup> Nous avons classé les lieux selon le continent : Afrique, Asie, Europe, Amérique du nord, Amérique du sud, Autres. Les variables représentant la taille de la banque sont : le total des actifs, les capitaux propres, le produit net bancaire, le total des revenus et le nombre d'employés ;

**Tableau 39:** *Pays représentatifs des systèmes juridiques*<sup>69</sup>

Famille de droit	Quelques caractéristiques	Système Juridique	Pays	Code
Droit Romano-Germanique	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nommé aussi droit de tradition civiliste ou droit continental ;</li> <li>- La loi est écrite : source du droit se trouve dans les codes ;</li> <li>- Le droit le plus répandu au monde : les pays soumis au système sont généralement les anciennes colonies ou anciens protectorats français, allemands, néerlandais ou espagnols (c'est pour cette raison que ce droit est très présent en Amérique Latine suite à l'influence du droit espagnol ainsi qu'en Afrique et en Asie) ;</li> </ul>	Droit Germanique	Corée du Sud, Allemagne, Slovaquie, république tchèque,	SJ3
		Droit Scandinave	Les pays Scandinaves : Suède, Norvège, Islande, Finlande, Danemark	SJ4
		Droit Civil Français	Albania, Algeria, Argentina, Armenia, Azerbaijan, Belgium, Benin, Bolivia, Chile, Colombia, Comoros, Costa Rica, Cote d'Ivoire, Cuba, Democratic Republic of Congo, Dominican Republic., Ecuador, Egypt, Ethiopia, France Gabon, Indonesia, Iraq, Italy, Jordan, Lebanon, Luxembourg, Mauritania, Mauritius, Mexico, Monaco, Morocco, Mozambique	SJ1

<sup>69</sup> Ce tableau a été tracé par nous-même en se référant à (Laithier, 2009; Séroussi, 2008).

Famille de droit	Quelques caractéristiques	Système Juridique	Pays	Code
			Netherlands, Netherlands Antilles, Paraguay, Peru, Philippines, Puerto Rico, Romania, Spain, Syria, Uruguay, Venezuela, Vietnam	SJ1
Common Law	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La jurisprudence est la principale source de droit : il n'existe pas de lois codifiées, système fondé sur le précédent ;</li> <li>- Les juges ont un rôle prépondérant dans la création du droit ;</li> <li>- Les pays soumis au système sont généralement les anciennes colonies ou anciens protectorats britanniques y compris les Etats Unis (à l'exception de l'Etat de la Louisiane où la loi est codifié) ;</li> </ul>	Common Law	<p>Australia, Bangladesh, Botswana, British Virgin Islands, Canada, Cyprus, Fiji, Georgia, Ghana, Hong Kong, India, Ireland, Kenya, Liberia, Malaysia, Malta, Namibia, Nepal New Zealand, Nigeria, Pakistan, Papua New Guinea, Singapore, South Africa, Sri Lanka, Tanzania ; Uganda, United Arab Emirates, United Kingdom United States, Zambia Zimbabwe ;</p> <p>N.B Des pays comme le Bangladesh, la Malaisie, le Pakistan, ou encore l'émirat arabes unis sont des pays qui ont un système juridique basé essentiellement sur le Common Law mais aussi très influencé par la « Sharia », mais cette dernière est applicable surtout au droit de la famille, de l'héritage, etc. Nous avons choisi de les inclure dans la famille du Common Law parce que nous nous intéressons essentiellement au droit des affaires qui est, pour ces pays, basés sur le système juridique Anglo-Saxon.</p>	SJ2

## Annexe n°5 : Résultats de l'estimation des paramètres de la régression linéaire

### (Chapitre VI)

#### *Estimation par moindres carrées ordinaire*

- *MCO sur l'ensemble des variables explicatives*

Dependent Variable : LOG(LOSS\_\_\$M\_)

Method : Least Squares

Sample (adjusted): 1 4327

Included observations: 4094 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	2.533666	0.981241	2.582105	0.0099
NUM1996	2.817673	0.592689	4.754053	0.0000
NUM1997	1.588249	0.535467	2.966099	0.0030
NUM1998	2.258691	0.603066	3.745344	0.0002
NUM1999	2.472756	0.530408	4.661990	0.0000
NUM2000	2.434811	0.464291	5.244150	0.0000
NUM2001	1.852847	0.473146	3.916017	0.0001
NUM2002	1.324423	0.449048	2.949399	0.0032
NUM2003	1.276305	0.453632	2.813527	0.0049
NUM2004	1.941739	0.449782	4.317064	0.0000
NUM2005	2.203478	0.445166	4.949790	0.0000
NUM2006	1.245050	0.430065	2.895026	0.0038
NUM2007	1.608779	0.429783	3.743235	0.0002
NUM2008	0.928611	0.418798	2.217323	0.0267
NUM2009	1.084826	0.416662	2.603613	0.0093
NUM2010	0.730086	0.416603	1.752473	0.0798
NUM2011	0.704926	0.406863	1.732588	0.0832
NUM2012	0.842381	0.412406	2.042602	0.0412
NUM2013	0.653541	0.425774	1.534946	0.1249
NUM2015	0.618248	0.478604	1.291772	0.1965
NUM2016	0.000222	0.000216	1.027245	0.3044
LOG(ASSETS__\$M_)	0.096417	0.010744	8.974367	0.0000
CPI_ADJUSTMENT	-0.332132	0.390650	-0.850204	0.3953
TAUX_DE_CHOMAGE	-0.017607	0.013560	-1.298458	0.1942
PIB_\$	1.10E-13	6.39E-14	1.723009	0.0850
CONTROL_OF_CORRUPTION_E	0.429753	0.255603	1.681328	0.0928
GOVERNMENT_EFFECTIVENESS	-0.082882	0.280685	-0.295284	0.7678
POLITICAL_STABILITY_AND_	0.200015	0.130476	1.532958	0.1254
REGULATORY_QUALITY_ESTI	0.122680	0.167156	0.733925	0.4630
RULE_OF_LAW_ESTIMATE	-0.795439	0.350324	-2.270583	0.0232
VOICE_AND_ACCOUNTABILITY	0.016735	0.197901	0.084561	0.9326
POWER_DISTANCE	-0.004099	0.004430	-0.925247	0.3549
INDIVIDUALISM	0.013653	0.006404	2.132037	0.0331
MASCULINITY	-0.001499	0.003976	-0.377053	0.7062
UNCERTAINTY_AVOIDANCE	-0.012620	0.003812	-3.310558	0.0009
LONG_TERM_ORIENTATION	0.008157	0.005081	1.605402	0.1085
INDULGENCE	0.002672	0.005145	0.519413	0.6035
EAST_EU	-0.295487	0.270456	-1.092549	0.2747
AF	-0.395983	0.379566	-1.043253	0.2969
AS	-1.121660	0.282975	-3.963813	0.0001
MENA	1.316961	0.545673	2.413464	0.0158
CANADA	-0.549979	0.275083	-1.999317	0.0456
USA	-0.796945	0.771957	-1.032369	0.3020
OTHER	-0.538908	0.273413	-1.971037	0.0488
SA	-0.575148	0.357143	-1.610413	0.1074
TR_BDSF	0.317548	0.387336	0.819825	0.4124

TR_DPA	0.038365	0.284920	0.134653	0.8929
TR_EDPM	-1.192527	0.199625	-5.973835	0.0000
TR_EF	-1.148504	0.082801	-13.87059	0.0000
TR_EPWS	-0.862345	0.261010	-3.303882	0.0010
TR_IF	-0.941614	0.086745	-10.85499	0.0000
INTER	0.307661	0.141065	2.180980	0.0292
BL_RB	-1.250181	0.163538	-7.644579	0.0000
BLCB	-0.253996	0.171936	-1.477276	0.1397
SJ1	-0.264927	0.202803	-1.306325	0.1915
SJ5	0.204485	0.381382	0.536168	0.5919
SJ4	-0.724761	0.449560	-1.612158	0.1070
SJ2	-0.193025	0.319747	-0.603681	0.5461
DOMICLE	0.265851	0.089739	2.962486	0.0031
INTER_DOM	0.397065	0.327317	1.213090	0.2252
NUM1996*(LOG(ASSETS_\$M_)+CPI_A DJUSTMENT+TAUX_DE_CHOMAGE+PI B_\$+CONTROL_OF_CORRUPTION_E +GOVERNMENT_EFFECTIVENESS+PO LITICAL_STABILITY_AND_+REGULATO RY_QUALITY_ESTI+RULE_OF_LAW_ ESTIMATE+VOICE_AND_ACCOUNTABI LITY+POWER_DISTANCE+INDIVIDUALI SM+MASCULINITY+UNCERTAINTY_AV OIDANCE+LONG_TERM_ORIENTATION +INDULGENCE+EAST_EU+AF+AS+ME NA+CANADA+USA+SA+OTHER+TR_BD SF+TR_DPA+TR_EDPM+TR_EF+TR_EP WS+TR_IF+INTER+BL_RB+BLCB+SJ1+ SJ5+SJ4+SJ2+DROIT_CIVIL+DOMICLE +INTER_DOM)	-2.13E-14	1.02E-13	-0.208670	0.8347
NUM1997*(LOG(ASSETS_\$M_)+CPI_A DJUSTMENT+TAUX_DE_CHOMAGE+PI B_\$+CONTROL_OF_CORRUPTION_E +GOVERNMENT_EFFECTIVENESS+PO LITICAL_STABILITY_AND_+REGULATO RY_QUALITY_ESTI+RULE_OF_LAW_ ESTIMATE+VOICE_AND_ACCOUNTABI LITY+POWER_DISTANCE+INDIVIDUALI SM+MASCULINITY+UNCERTAINTY_AV OIDANCE+LONG_TERM_ORIENTATION +INDULGENCE+EAST_EU+AF+AS+ME NA+CANADA+USA+SA+OTHER+TR_BD SF+TR_DPA+TR_EDPM+TR_EF+TR_EP WS+TR_IF+INTER+BL_RB+BLCB+SJ1+ SJ5+SJ4+SJ2+DROIT_CIVIL+DOMICLE +INTER_DOM)	8.40E-14	8.69E-14	0.966972	0.3336
NUM1998*(LOG(ASSETS_\$M_)+CPI_A DJUSTMENT+TAUX_DE_CHOMAGE+PI B_\$+CONTROL_OF_CORRUPTION_E +GOVERNMENT_EFFECTIVENESS+PO LITICAL_STABILITY_AND_+REGULATO RY_QUALITY_ESTI+RULE_OF_LAW_ ESTIMATE+VOICE_AND_ACCOUNTABI LITY+POWER_DISTANCE+INDIVIDUALI SM+MASCULINITY+UNCERTAINTY_AV OIDANCE+LONG_TERM_ORIENTATION +INDULGENCE+EAST_EU+AF+AS+ME NA+CANADA+USA+SA+OTHER+TR_BD SF+TR_DPA+TR_EDPM+TR_EF+TR_EP WS+TR_IF+INTER+BL_RB+BLCB+SJ1+ SJ5+SJ4+SJ2+DROIT_CIVIL+DOMICLE +INTER_DOM)	-4.99E-14	9.08E-14	-0.549607	0.5826
NUM1999*(LOG(ASSETS_\$M_)+CPI_A DJUSTMENT+TAUX_DE_CHOMAGE+PI B_\$+CONTROL_OF_CORRUPTION_E +GOVERNMENT_EFFECTIVENESS+PO LITICAL_STABILITY_AND_+REGULATO	-8.12E-14	7.44E-14	-1.091058	0.2753

RY_QUALITY_ESTI+RULE_OF_LAW__ ESTIMATE+VOICE_AND_ACCOUNTABI LITY+POWER_DISTANCE+INDIVIDUALI SM+MASCULINITY+UNCERTAINTY_AV OIDANCE+LONG_TERM_ORIENTATION +INDULGENCE+EAST_EU+AF+AS+ME NA+CANADA+USA+SA+OTHER+TR_BD SF+TR_DPA+TR_EDPM+TR_EF+TR_EP WS+TR_IF+INTER+BL_RB+BLCB+SJ1+ SJ5+SJ4+SJ2+DROIT_CIVIL+DOMICLE +INTER_DOM)				
NUM2000*(LOG(ASSETS_\$M_)+CPI_A DJUSTMENT+TAUX_DE_CHOMAGE+PI B_\$+CONTROL_OF_CORRUPTION__E +GOVERNMENT_EFFECTIVENESS+PO LITICAL_STABILITY_AND_+REGULATO RY_QUALITY_ESTI+RULE_OF_LAW__ ESTIMATE+VOICE_AND_ACCOUNTABI LITY+POWER_DISTANCE+INDIVIDUALI SM+MASCULINITY+UNCERTAINTY_AV OIDANCE+LONG_TERM_ORIENTATION +INDULGENCE+EAST_EU+AF+AS+ME NA+CANADA+USA+SA+OTHER+TR_BD SF+TR_DPA+TR_EDPM+TR_EF+TR_EP WS+TR_IF+INTER+BL_RB+BLCB+SJ1+ SJ5+SJ4+SJ2+DROIT_CIVIL+DOMICLE +INTER_DOM)	-5.40E-14	6.58E-14	-0.820509	0.4120
NUM2001*(LOG(ASSETS_\$M_)+CPI_A DJUSTMENT+TAUX_DE_CHOMAGE+PI B_\$+CONTROL_OF_CORRUPTION__E +GOVERNMENT_EFFECTIVENESS+PO LITICAL_STABILITY_AND_+REGULATO RY_QUALITY_ESTI+RULE_OF_LAW__ ESTIMATE+VOICE_AND_ACCOUNTABI LITY+POWER_DISTANCE+INDIVIDUALI SM+MASCULINITY+UNCERTAINTY_AV OIDANCE+LONG_TERM_ORIENTATION +INDULGENCE+EAST_EU+AF+AS+ME NA+CANADA+USA+SA+OTHER+TR_BD SF+TR_DPA+TR_EDPM+TR_EF+TR_EP WS+TR_IF+INTER+BL_RB+BLCB+SJ1+ SJ5+SJ4+SJ2+DROIT_CIVIL+DOMICLE +INTER_DOM)	-2.20E-14	6.68E-14	-0.328486	0.7426
NUM2002*(LOG(ASSETS_\$M_)+CPI_A DJUSTMENT+TAUX_DE_CHOMAGE+PI B_\$+CONTROL_OF_CORRUPTION__E +GOVERNMENT_EFFECTIVENESS+PO LITICAL_STABILITY_AND_+REGULATO RY_QUALITY_ESTI+RULE_OF_LAW__ ESTIMATE+VOICE_AND_ACCOUNTABI LITY+POWER_DISTANCE+INDIVIDUALI SM+MASCULINITY+UNCERTAINTY_AV OIDANCE+LONG_TERM_ORIENTATION +INDULGENCE+EAST_EU+AF+AS+ME NA+CANADA+USA+SA+OTHER+TR_BD SF+TR_DPA+TR_EDPM+TR_EF+TR_EP WS+TR_IF+INTER+BL_RB+BLCB+SJ1+ SJ5+SJ4+SJ2+DROIT_CIVIL+DOMICLE +INTER_DOM)	1.51E-14	6.48E-14	0.232599	0.8161
NUM2003*(LOG(ASSETS_\$M_)+CPI_A DJUSTMENT+TAUX_DE_CHOMAGE+PI B_\$+CONTROL_OF_CORRUPTION__E +GOVERNMENT_EFFECTIVENESS+PO LITICAL_STABILITY_AND_+REGULATO RY_QUALITY_ESTI+RULE_OF_LAW__ ESTIMATE+VOICE_AND_ACCOUNTABI LITY+POWER_DISTANCE+INDIVIDUALI	3.24E-14	6.15E-14	0.527032	0.5982

SM+MASCULINITY+UNCERTAINTY_AV OIDANCE+LONG_TERM_ORIENTATION +INDULGENCE+EAST_EU+AF+AS+ME NA+CANADA+USA+SA+OTHER+TR_BD SF+TR_DPA+TR_EDPM+TR_EF+TR_EP WS+TR_IF+INTER+BL_RB+BLCB+SJ1+ SJ5+SJ4+SJ2+DROIT_CIVIL+DOMICLE +INTER_DOM)				
NUM2004*(LOG(ASSETS__\$M_)+CPI_A DJUSTMENT+TAUX_DE_CHOMAGE+PI B_\$+CONTROL_OF_CORRUPTION_E +GOVERNMENT_EFFECTIVENESS+PO LITICAL_STABILITY_AND_+REGULATO RY_QUALITY__ESTI+RULE_OF_LAW__ ESTIMATE+VOICE_AND_ACCOUNTABI LITY+POWER_DISTANCE+INDIVIDUALI SM+MASCULINITY+UNCERTAINTY_AV OIDANCE+LONG_TERM_ORIENTATION +INDULGENCE+EAST_EU+AF+AS+ME NA+CANADA+USA+SA+OTHER+TR_BD SF+TR_DPA+TR_EDPM+TR_EF+TR_EP WS+TR_IF+INTER+BL_RB+BLCB+SJ1+ SJ5+SJ4+SJ2+DROIT_CIVIL+DOMICLE +INTER_DOM)	-4.22E-14	5.96E-14	-0.707422	0.4793
NUM2005*(LOG(ASSETS__\$M_)+CPI_A DJUSTMENT+TAUX_DE_CHOMAGE+PI B_\$+CONTROL_OF_CORRUPTION_E +GOVERNMENT_EFFECTIVENESS+PO LITICAL_STABILITY_AND_+REGULATO RY_QUALITY__ESTI+RULE_OF_LAW__ ESTIMATE+VOICE_AND_ACCOUNTABI LITY+POWER_DISTANCE+INDIVIDUALI SM+MASCULINITY+UNCERTAINTY_AV OIDANCE+LONG_TERM_ORIENTATION +INDULGENCE+EAST_EU+AF+AS+ME NA+CANADA+USA+SA+OTHER+TR_BD SF+TR_DPA+TR_EDPM+TR_EF+TR_EP WS+TR_IF+INTER+BL_RB+BLCB+SJ1+ SJ5+SJ4+SJ2+DROIT_CIVIL+DOMICLE +INTER_DOM)	-6.55E-14	5.58E-14	-1.174807	0.2401
NUM2006*(LOG(ASSETS__\$M_)+CPI_A DJUSTMENT+TAUX_DE_CHOMAGE+PI B_\$+CONTROL_OF_CORRUPTION_E +GOVERNMENT_EFFECTIVENESS+PO LITICAL_STABILITY_AND_+REGULATO RY_QUALITY__ESTI+RULE_OF_LAW__ ESTIMATE+VOICE_AND_ACCOUNTABI LITY+POWER_DISTANCE+INDIVIDUALI SM+MASCULINITY+UNCERTAINTY_AV OIDANCE+LONG_TERM_ORIENTATION +INDULGENCE+EAST_EU+AF+AS+ME NA+CANADA+USA+SA+OTHER+TR_BD SF+TR_DPA+TR_EDPM+TR_EF+TR_EP WS+TR_IF+INTER+BL_RB+BLCB+SJ1+ SJ5+SJ4+SJ2+DROIT_CIVIL+DOMICLE +INTER_DOM)	-3.46E-14	5.32E-14	-0.650876	0.5152
NUM2007*(LOG(ASSETS__\$M_)+CPI_A DJUSTMENT+TAUX_DE_CHOMAGE+PI B_\$+CONTROL_OF_CORRUPTION_E +GOVERNMENT_EFFECTIVENESS+PO LITICAL_STABILITY_AND_+REGULATO RY_QUALITY__ESTI+RULE_OF_LAW__ ESTIMATE+VOICE_AND_ACCOUNTABI LITY+POWER_DISTANCE+INDIVIDUALI SM+MASCULINITY+UNCERTAINTY_AV OIDANCE+LONG_TERM_ORIENTATION +INDULGENCE+EAST_EU+AF+AS+ME	-5.81E-14	5.25E-14	-1.107301	0.2682

NA+CANADA+USA+SA+OTHER+TR_BD SF+TR_DPA+TR_EDPM+TR_EF+TR_EP WS+TR_IF+INTER+BL_RB+BLCB+SJ1+ SJ5+SJ4+SJ2+DROIT_CIVIL+DOMICLE +INTER_DOM) NUM2008*(LOG(ASSETS__\$M_)+CPI_A DJUSTMENT+TAUX_DE_CHOMAGE+PI B_\$+CONTROL_OF_CORRUPTION_E +GOVERNMENT_EFFECTIVENESS+PO LITICAL_STABILITY_AND_+REGULATO RY_QUALITY__ESTI+RULE_OF_LAW__ ESTIMATE+VOICE_AND_ACCOUNTABI LITY+POWER_DISTANCE+INDIVIDUALI SM+MASCULINITY+UNCERTAINTY_AV OIDANCE+LONG_TERM_ORIENTATION +INDULGENCE+EAST_EU+AF+AS+ME NA+CANADA+USA+SA+OTHER+TR_BD SF+TR_DPA+TR_EDPM+TR_EF+TR_EP WS+TR_IF+INTER+BL_RB+BLCB+SJ1+ SJ5+SJ4+SJ2+DROIT_CIVIL+DOMICLE +INTER_DOM)	2.00E-14	5.14E-14	0.388987	0.6973
NUM2009*(LOG(ASSETS__\$M_)+CPI_A DJUSTMENT+TAUX_DE_CHOMAGE+PI B_\$+CONTROL_OF_CORRUPTION_E +GOVERNMENT_EFFECTIVENESS+PO LITICAL_STABILITY_AND_+REGULATO RY_QUALITY__ESTI+RULE_OF_LAW__ ESTIMATE+VOICE_AND_ACCOUNTABI LITY+POWER_DISTANCE+INDIVIDUALI SM+MASCULINITY+UNCERTAINTY_AV OIDANCE+LONG_TERM_ORIENTATION +INDULGENCE+EAST_EU+AF+AS+ME NA+CANADA+USA+SA+OTHER+TR_BD SF+TR_DPA+TR_EDPM+TR_EF+TR_EP WS+TR_IF+INTER+BL_RB+BLCB+SJ1+ SJ5+SJ4+SJ2+DROIT_CIVIL+DOMICLE +INTER_DOM)	-9.25E-16	5.18E-14	-0.017860	0.9858
NUM2010*(LOG(ASSETS__\$M_)+CPI_A DJUSTMENT+TAUX_DE_CHOMAGE+PI B_\$+CONTROL_OF_CORRUPTION_E +GOVERNMENT_EFFECTIVENESS+PO LITICAL_STABILITY_AND_+REGULATO RY_QUALITY__ESTI+RULE_OF_LAW__ ESTIMATE+VOICE_AND_ACCOUNTABI LITY+POWER_DISTANCE+INDIVIDUALI SM+MASCULINITY+UNCERTAINTY_AV OIDANCE+LONG_TERM_ORIENTATION +INDULGENCE+EAST_EU+AF+AS+ME NA+CANADA+USA+SA+OTHER+TR_BD SF+TR_DPA+TR_EDPM+TR_EF+TR_EP WS+TR_IF+INTER+BL_RB+BLCB+SJ1+ SJ5+SJ4+SJ2+DROIT_CIVIL+DOMICLE +INTER_DOM)	1.12E-14	5.12E-14	0.218984	0.8267
NUM2011*(LOG(ASSETS__\$M_)+CPI_A DJUSTMENT+TAUX_DE_CHOMAGE+PI B_\$+CONTROL_OF_CORRUPTION_E +GOVERNMENT_EFFECTIVENESS+PO LITICAL_STABILITY_AND_+REGULATO RY_QUALITY__ESTI+RULE_OF_LAW__ ESTIMATE+VOICE_AND_ACCOUNTABI LITY+POWER_DISTANCE+INDIVIDUALI SM+MASCULINITY+UNCERTAINTY_AV OIDANCE+LONG_TERM_ORIENTATION +INDULGENCE+EAST_EU+AF+AS+ME NA+CANADA+USA+SA+OTHER+TR_BD SF+TR_DPA+TR_EDPM+TR_EF+TR_EP WS+TR_IF+INTER+BL_RB+BLCB+SJ1+	-1.22E-15	5.04E-14	-0.024176	0.9807

SJ5+SJ4+SJ2+DROIT_CIVIL+DOMICLE +INTER_DOM) NUM2012*(LOG(ASSETS_\$M_)+CPI_A DJUSTMENT+TAUX_DE_CHOMAGE+PI B_\$+CONTROL_OF_CORRUPTION_E +GOVERNMENT_EFFECTIVENESS+PO LITICAL_STABILITY_AND_+REGULATO RY_QUALITY_ESTI+RULE_OF_LAW_ ESTIMATE+VOICE_AND_ACCOUNTABI LITY+POWER_DISTANCE+INDIVIDUALI SM+MASCULINITY+UNCERTAINTY_AV OIDANCE+LONG_TERM_ORIENTATION +INDULGENCE+EAST_EU+AF+AS+ME NA+CANADA+USA+SA+OTHER+TR_BD SF+TR_DPA+TR_EDPM+TR_EF+TR_EP WS+TR_IF+INTER+BL_RB+BLCB+SJ1+ SJ5+SJ4+SJ2+DROIT_CIVIL+DOMICLE +INTER_DOM)	-1.09E-14	5.07E-14	-0.214336	0.8303
NUM2013*(LOG(ASSETS_\$M_)+CPI_A DJUSTMENT+TAUX_DE_CHOMAGE+PI B_\$+CONTROL_OF_CORRUPTION_E +GOVERNMENT_EFFECTIVENESS+PO LITICAL_STABILITY_AND_+REGULATO RY_QUALITY_ESTI+RULE_OF_LAW_ ESTIMATE+VOICE_AND_ACCOUNTABI LITY+POWER_DISTANCE+INDIVIDUALI SM+MASCULINITY+UNCERTAINTY_AV OIDANCE+LONG_TERM_ORIENTATION +INDULGENCE+EAST_EU+AF+AS+ME NA+CANADA+USA+SA+OTHER+TR_BD SF+TR_DPA+TR_EDPM+TR_EF+TR_EP WS+TR_IF+INTER+BL_RB+BLCB+SJ1+ SJ5+SJ4+SJ2+DROIT_CIVIL+DOMICLE +INTER_DOM)	-3.83E-14	5.13E-14	-0.746473	0.4554
NUM2015*(LOG(ASSETS_\$M_)+CPI_A DJUSTMENT+TAUX_DE_CHOMAGE+PI B_\$+CONTROL_OF_CORRUPTION_E +GOVERNMENT_EFFECTIVENESS+PO LITICAL_STABILITY_AND_+REGULATO RY_QUALITY_ESTI+RULE_OF_LAW_ ESTIMATE+VOICE_AND_ACCOUNTABI LITY+POWER_DISTANCE+INDIVIDUALI SM+MASCULINITY+UNCERTAINTY_AV OIDANCE+LONG_TERM_ORIENTATION +INDULGENCE+EAST_EU+AF+AS+ME NA+CANADA+USA+SA+OTHER+TR_BD SF+TR_DPA+TR_EDPM+TR_EF+TR_EP WS+TR_IF+INTER+BL_RB+BLCB+SJ1+ SJ5+SJ4+SJ2+DROIT_CIVIL+DOMICLE +INTER_DOM)	-3.12E-14	5.69E-14	-0.547867	0.5838
NUM2016*(LOG(ASSETS_\$M_)+CPI_A DJUSTMENT+TAUX_DE_CHOMAGE+PI B_\$+CONTROL_OF_CORRUPTION_E +GOVERNMENT_EFFECTIVENESS+PO LITICAL_STABILITY_AND_+REGULATO RY_QUALITY_ESTI+RULE_OF_LAW_ ESTIMATE+VOICE_AND_ACCOUNTABI LITY+POWER_DISTANCE+INDIVIDUALI SM+MASCULINITY+UNCERTAINTY_AV OIDANCE+LONG_TERM_ORIENTATION +INDULGENCE+EAST_EU+AF+AS+ME NA+CANADA+USA+SA+OTHER+TR_BD SF+TR_DPA+TR_EDPM+TR_EF+TR_EP WS+TR_IF+INTER+BL_RB+BLCB+SJ1+ SJ5+SJ4+SJ2+DROIT_CIVIL+DOMICLE +INTER_DOM)	-1.40E-17	2.65E-17	-0.526453	0.5986

R-squared	0.261995	Mean dependent var	0.983228
Adjusted R-squared	0.247470	S.D. dependent var	2.121894
S.E. of regression	1.840711	Akaike info criterion	4.077528
Sum squared resid	13600.30	Schwarz criterion	4.200973
Log likelihood	-8266.700	Hannan-Quinn criter.	4.121234
F-statistic	18.03783	Durbin-Watson stat	1.858432
Prob(F-statistic)	0.000000		

### *Estimation Newey-West*

- *La régression incluant seulement la variable taille*

Dependent Variable: LOG(LOSS\_\_\$M\_)  
 Method: Least Squares  
 Sample (adjusted): 1 4327  
 HAC standard errors & covariance (Bartlett kernel, Newey-West fixed  
 bandwidth = 10.0000)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-2.050259	0.264487	-7.751833	0.0000
NUM1996	3.228011	0.355291	9.085539	0.0000
NUM1997	2.566139	0.295874	8.673070	0.0000
NUM1998	2.476432	0.340899	7.264410	0.0000
NUM1999	2.370494	0.294792	8.041249	0.0000
NUM2000	2.762281	0.319008	8.658966	0.0000
NUM2001	2.372050	0.294138	8.064401	0.0000
NUM2002	2.266621	0.278543	8.137419	0.0000
NUM2003	2.066341	0.285114	7.247428	0.0000
NUM2004	2.300501	0.269319	8.541931	0.0000
NUM2005	2.301944	0.274201	8.395090	0.0000
NUM2006	1.580892	0.260387	6.071318	0.0000
NUM2007	1.652973	0.267669	6.175449	0.0000
NUM2008	1.850425	0.259105	7.141592	0.0000
NUM2009	1.514260	0.262182	5.775594	0.0000
NUM2010	1.282294	0.250413	5.120721	0.0000
NUM2011	1.221257	0.251002	4.865530	0.0000
NUM2012	1.366293	0.264631	5.163022	0.0000
NUM2013	0.828896	0.261379	3.171242	0.0015
NUM2015	0.626410	0.326590	1.918034	0.0552
NUM2016	0.000989	0.000308	3.206710	0.0014
LOG(ASSETS__\$M_)	0.128765	0.011784	10.92700	0.0000
LOG(ASSETS__\$M_)*(NUM1996+NUM1997+NUM1998+NUM1999+NUM2000+NUM2001+NUM2002+NUM2003+NUM2004+NUM2005+NUM2006+NUM2007+NUM2008+NUM2009+NUM2010+NUM2011+NUM2012+NUM2013+NUM2015+NUM2016)	-6.68E-05	2.59E-05	-2.577057	0.0100
R-squared	0.092565	Mean dependent var	0.974108	
Adjusted R-squared	0.087974	S.D. dependent var	2.126676	
S.E. of regression	2.008585	Akaike info criterion	4.238102	
Sum squared resid	17158.36	Schwarz criterion	4.272316	
Log likelihood	-9038.062	Hannan-Quinn criter.	4.250189	
F-statistic	24.52095	Durbin-Watson stat	1.794409	
Prob(F-statistic)	0.000000	Wald F-statistic	21.92292	
Prob(Wald F-statistic)	0.000000			

- *La régression incluant toutes les variables explicatives*

Dependent Variable: LOG(LOSS\_\_\$M\_)  
 Method: Least Squares  
 Sample (adjusted): 1 4327  
 Included observations: 4094 after adjustments  
 HAC standard errors & covariance (Bartlett kernel, Newey-West fixed  
 bandwidth = 10.0000)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	2.533666	1.091091	2.322141	0.0203
NUM1996	2.817673	0.518769	5.431458	0.0000
NUM1997	1.588249	0.444342	3.574385	0.0004
NUM1998	2.258691	0.614573	3.675218	0.0002
NUM1999	2.472756	0.499195	4.953485	0.0000
NUM2000	2.434811	0.477424	5.099897	0.0000
NUM2001	1.852847	0.433013	4.278958	0.0000
NUM2002	1.324423	0.401908	3.295341	0.0010
NUM2003	1.276305	0.399527	3.194543	0.0014
NUM2004	1.941739	0.403021	4.817961	0.0000
NUM2005	2.203478	0.408499	5.394084	0.0000
NUM2006	1.245050	0.371930	3.347542	0.0008
NUM2007	1.608779	0.386406	4.163447	0.0000
NUM2008	0.928611	0.362676	2.560442	0.0105
NUM2009	1.084826	0.369983	2.932096	0.0034
NUM2010	0.730086	0.367893	1.984508	0.0473
NUM2011	0.704926	0.350177	2.013052	0.0442
NUM2012	0.842381	0.362014	2.326927	0.0200
NUM2013	0.653541	0.373319	1.750624	0.0801
NUM2015	0.618248	0.443375	1.394411	0.1633
NUM2016	0.000222	0.000190	1.171800	0.2413
LOG(ASSETS__\$M_)	0.096417	0.011871	8.122051	0.0000
CPI_ADJUSTMENT	-0.332132	0.385458	-0.861656	0.3889
TAUX_DE_CHOMAGE	-0.017607	0.012805	-1.374956	0.1692
PIB_\$	1.10E-13	6.97E-14	1.580710	0.1140
CONTROL_OF_CORRUPTION_E	0.429753	0.288529	1.489464	0.1364
GOVERNMENT_EFFECTIVENESS	-0.082882	0.301308	-0.275074	0.7833
POLITICAL_STABILITY_AND	0.200015	0.152973	1.307515	0.1911
REGULATORY_QUALITY_ESTI	0.122680	0.198552	0.617872	0.5367
RULE_OF_LAW_ESTIMATE	-0.795439	0.393466	-2.021621	0.0433
VOICE_AND_ACCOUNTABILITY	0.016735	0.206643	0.080983	0.9355
POWER_DISTANCE	-0.004099	0.004778	-0.857841	0.3910
INDIVIDUALISM	0.013653	0.007628	1.789708	0.0736
MASCULINITY	-0.001499	0.004612	-0.324996	0.7452
UNCERTAINTY_AVOIDANCE	-0.012620	0.004927	-2.561458	0.0105
LONG_TERM_ORIENTATION	0.008157	0.006173	1.321243	0.1865
INDULGENCE	0.002672	0.006279	0.425623	0.6704
EAST_EU	-0.295487	0.358872	-0.823376	0.4103
AF	-0.395983	0.402022	-0.984979	0.3247
AS	-1.121660	0.344699	-3.254031	0.0011
MENA	1.316961	0.653563	2.015049	0.0440
CANADA	-0.549979	0.281930	-1.950767	0.0512
USA	-0.796945	0.914046	-0.871887	0.3833
OTHER	-0.538908	0.326277	-1.651687	0.0987
SA	-0.575148	0.489413	-1.175179	0.2400
TR_BDSF	0.317548	0.640376	0.495877	0.6200
TR_DPA	0.038365	0.314229	0.122094	0.9028
TR_EDPM	-1.192527	0.189351	-6.297985	0.0000
TR_EF	-1.148504	0.099829	-11.50473	0.0000
TR_EPWS	-0.862345	0.223646	-3.855857	0.0001
TR_IF	-0.941614	0.110933	-8.488133	0.0000
INTER	0.307661	0.155931	1.973061	0.0486
BL_RB	-1.250181	0.185376	-6.744027	0.0000

BLCB	-0.253996	0.193883	-1.310047	0.1903
SJ1	-0.264927	0.245145	-1.080695	0.2799
SJ5	0.204485	0.507853	0.402646	0.6872
SJ4	-0.724761	0.536787	-1.350183	0.1770
SJ2	-0.193025	0.363693	-0.530737	0.5956
DOMICLE	0.265851	0.098695	2.693655	0.0071
INTER_DOM	0.397065	0.349770	1.135218	0.2564
NUM1996*(LOG(ASSETS_\$M_)+CPI_A DJUSTMENT+TAUX_DE_CHOMAGE+PI B_\$+CONTROL_OF_CORRUPTION_E +GOVERNMENT_EFFECTIVENESS+PO LITICAL_STABILITY_AND_+REGULATO RY_QUALITY_ESTI+RULE_OF_LAW_ ESTIMATE+VOICE_AND_ACCOUNTABI LITY+POWER_DISTANCE+INDIVIDUALI SM+MASCULINITY+UNCERTAINTY_AV OIDANCE+LONG_TERM_ORIENTATION +INDULGENCE+EAST_EU+AF+AS+ME NA+CANADA+USA+SA+OTHER+TR_BD SF+TR_DPA+TR_EDPM+TR_EF+TR_EP WS+TR_IF+INTER+BL_RB+BLCB+SJ1+ SJ5+SJ4+SJ2+DROIT_CIVIL+DOMICLE +INTER_DOM)	-2.13E-14	1.04E-13	-0.204432	0.8380
NUM1997*(LOG(ASSETS_\$M_)+CPI_A DJUSTMENT+TAUX_DE_CHOMAGE+PI B_\$+CONTROL_OF_CORRUPTION_E +GOVERNMENT_EFFECTIVENESS+PO LITICAL_STABILITY_AND_+REGULATO RY_QUALITY_ESTI+RULE_OF_LAW_ ESTIMATE+VOICE_AND_ACCOUNTABI LITY+POWER_DISTANCE+INDIVIDUALI SM+MASCULINITY+UNCERTAINTY_AV OIDANCE+LONG_TERM_ORIENTATION +INDULGENCE+EAST_EU+AF+AS+ME NA+CANADA+USA+SA+OTHER+TR_BD SF+TR_DPA+TR_EDPM+TR_EF+TR_EP WS+TR_IF+INTER+BL_RB+BLCB+SJ1+ SJ5+SJ4+SJ2+DROIT_CIVIL+DOMICLE +INTER_DOM)	8.40E-14	8.50E-14	0.989361	0.3225
NUM1998*(LOG(ASSETS_\$M_)+CPI_A DJUSTMENT+TAUX_DE_CHOMAGE+PI B_\$+CONTROL_OF_CORRUPTION_E +GOVERNMENT_EFFECTIVENESS+PO LITICAL_STABILITY_AND_+REGULATO RY_QUALITY_ESTI+RULE_OF_LAW_ ESTIMATE+VOICE_AND_ACCOUNTABI LITY+POWER_DISTANCE+INDIVIDUALI SM+MASCULINITY+UNCERTAINTY_AV OIDANCE+LONG_TERM_ORIENTATION +INDULGENCE+EAST_EU+AF+AS+ME NA+CANADA+USA+SA+OTHER+TR_BD SF+TR_DPA+TR_EDPM+TR_EF+TR_EP WS+TR_IF+INTER+BL_RB+BLCB+SJ1+ SJ5+SJ4+SJ2+DROIT_CIVIL+DOMICLE +INTER_DOM)	-4.99E-14	9.67E-14	-0.516122	0.6058
NUM1999*(LOG(ASSETS_\$M_)+CPI_A DJUSTMENT+TAUX_DE_CHOMAGE+PI B_\$+CONTROL_OF_CORRUPTION_E +GOVERNMENT_EFFECTIVENESS+PO LITICAL_STABILITY_AND_+REGULATO RY_QUALITY_ESTI+RULE_OF_LAW_ ESTIMATE+VOICE_AND_ACCOUNTABI LITY+POWER_DISTANCE+INDIVIDUALI SM+MASCULINITY+UNCERTAINTY_AV OIDANCE+LONG_TERM_ORIENTATION +INDULGENCE+EAST_EU+AF+AS+ME NA+CANADA+USA+SA+OTHER+TR_BD	-8.12E-14	7.92E-14	-1.025010	0.3054

SF+TR_DPA+TR_EDPM+TR_EF+TR_EP WS+TR_IF+INTER+BL_RB+BLCB+SJ1+ SJ5+SJ4+SJ2+DROIT_CIVIL+DOMICLE +INTER_DOM) NUM2000*(LOG(ASSETS_\$M_)+CPI_A DJUSTMENT+TAUX_DE_CHOMAGE+PI B_\$+CONTROL_OF_CORRUPTION_E +GOVERNMENT_EFFECTIVENESS+PO LITICAL_STABILITY_AND_+REGULATO RY_QUALITY_ESTI+RULE_OF_LAW_ ESTIMATE+VOICE_AND_ACCOUNTABI LITY+POWER_DISTANCE+INDIVIDUALI SM+MASCULINITY+UNCERTAINTY_AV OIDANCE+LONG_TERM_ORIENTATION +INDULGENCE+EAST_EU+AF+AS+ME NA+CANADA+USA+SA+OTHER+TR_BD SF+TR_DPA+TR_EDPM+TR_EF+TR_EP WS+TR_IF+INTER+BL_RB+BLCB+SJ1+ SJ5+SJ4+SJ2+DROIT_CIVIL+DOMICLE +INTER_DOM)	-5.40E-14	7.44E-14	-0.725693	0.4681
NUM2001*(LOG(ASSETS_\$M_)+CPI_A DJUSTMENT+TAUX_DE_CHOMAGE+PI B_\$+CONTROL_OF_CORRUPTION_E +GOVERNMENT_EFFECTIVENESS+PO LITICAL_STABILITY_AND_+REGULATO RY_QUALITY_ESTI+RULE_OF_LAW_ ESTIMATE+VOICE_AND_ACCOUNTABI LITY+POWER_DISTANCE+INDIVIDUALI SM+MASCULINITY+UNCERTAINTY_AV OIDANCE+LONG_TERM_ORIENTATION +INDULGENCE+EAST_EU+AF+AS+ME NA+CANADA+USA+SA+OTHER+TR_BD SF+TR_DPA+TR_EDPM+TR_EF+TR_EP WS+TR_IF+INTER+BL_RB+BLCB+SJ1+ SJ5+SJ4+SJ2+DROIT_CIVIL+DOMICLE +INTER_DOM)	-2.20E-14	7.02E-14	-0.312769	0.7545
NUM2002*(LOG(ASSETS_\$M_)+CPI_A DJUSTMENT+TAUX_DE_CHOMAGE+PI B_\$+CONTROL_OF_CORRUPTION_E +GOVERNMENT_EFFECTIVENESS+PO LITICAL_STABILITY_AND_+REGULATO RY_QUALITY_ESTI+RULE_OF_LAW_ ESTIMATE+VOICE_AND_ACCOUNTABI LITY+POWER_DISTANCE+INDIVIDUALI SM+MASCULINITY+UNCERTAINTY_AV OIDANCE+LONG_TERM_ORIENTATION +INDULGENCE+EAST_EU+AF+AS+ME NA+CANADA+USA+SA+OTHER+TR_BD SF+TR_DPA+TR_EDPM+TR_EF+TR_EP WS+TR_IF+INTER+BL_RB+BLCB+SJ1+ SJ5+SJ4+SJ2+DROIT_CIVIL+DOMICLE +INTER_DOM)	1.51E-14	6.66E-14	0.226510	0.8208
NUM2003*(LOG(ASSETS_\$M_)+CPI_A DJUSTMENT+TAUX_DE_CHOMAGE+PI B_\$+CONTROL_OF_CORRUPTION_E +GOVERNMENT_EFFECTIVENESS+PO LITICAL_STABILITY_AND_+REGULATO RY_QUALITY_ESTI+RULE_OF_LAW_ ESTIMATE+VOICE_AND_ACCOUNTABI LITY+POWER_DISTANCE+INDIVIDUALI SM+MASCULINITY+UNCERTAINTY_AV OIDANCE+LONG_TERM_ORIENTATION +INDULGENCE+EAST_EU+AF+AS+ME NA+CANADA+USA+SA+OTHER+TR_BD SF+TR_DPA+TR_EDPM+TR_EF+TR_EP WS+TR_IF+INTER+BL_RB+BLCB+SJ1+	3.24E-14	6.14E-14	0.528089	0.5975

SJ5+SJ4+SJ2+DROIT_CIVIL+DOMICLE +INTER_DOM) NUM2004*(LOG(ASSETS_\$_M_)+CPI_A DJUSTMENT+TAUX_DE_CHOMAGE+PI B_\$_+CONTROL_OF_CORRUPTION_E +GOVERNMENT_EFFECTIVENESS+PO LITICAL_STABILITY_AND_+REGULATO RY_QUALITY_ESTI+RULE_OF_LAW_ ESTIMATE+VOICE_AND_ACCOUNTABI LITY+POWER_DISTANCE+INDIVIDUALI SM+MASCULINITY+UNCERTAINTY_AV OIDANCE+LONG_TERM_ORIENTATION +INDULGENCE+EAST_EU+AF+AS+ME NA+CANADA+USA+SA+OTHER+TR_BD SF+TR_DPA+TR_EDPM+TR_EF+TR_EP WS+TR_IF+INTER+BL_RB+BLCB+SJ1+ SJ5+SJ4+SJ2+DROIT_CIVIL+DOMICLE +INTER_DOM)	-4.22E-14	6.11E-14	-0.690008	0.4902
NUM2005*(LOG(ASSETS_\$_M_)+CPI_A DJUSTMENT+TAUX_DE_CHOMAGE+PI B_\$_+CONTROL_OF_CORRUPTION_E +GOVERNMENT_EFFECTIVENESS+PO LITICAL_STABILITY_AND_+REGULATO RY_QUALITY_ESTI+RULE_OF_LAW_ ESTIMATE+VOICE_AND_ACCOUNTABI LITY+POWER_DISTANCE+INDIVIDUALI SM+MASCULINITY+UNCERTAINTY_AV OIDANCE+LONG_TERM_ORIENTATION +INDULGENCE+EAST_EU+AF+AS+ME NA+CANADA+USA+SA+OTHER+TR_BD SF+TR_DPA+TR_EDPM+TR_EF+TR_EP WS+TR_IF+INTER+BL_RB+BLCB+SJ1+ SJ5+SJ4+SJ2+DROIT_CIVIL+DOMICLE +INTER_DOM)	-6.55E-14	5.62E-14	-1.167222	0.2432
NUM2006*(LOG(ASSETS_\$_M_)+CPI_A DJUSTMENT+TAUX_DE_CHOMAGE+PI B_\$_+CONTROL_OF_CORRUPTION_E +GOVERNMENT_EFFECTIVENESS+PO LITICAL_STABILITY_AND_+REGULATO RY_QUALITY_ESTI+RULE_OF_LAW_ ESTIMATE+VOICE_AND_ACCOUNTABI LITY+POWER_DISTANCE+INDIVIDUALI SM+MASCULINITY+UNCERTAINTY_AV OIDANCE+LONG_TERM_ORIENTATION +INDULGENCE+EAST_EU+AF+AS+ME NA+CANADA+USA+SA+OTHER+TR_BD SF+TR_DPA+TR_EDPM+TR_EF+TR_EP WS+TR_IF+INTER+BL_RB+BLCB+SJ1+ SJ5+SJ4+SJ2+DROIT_CIVIL+DOMICLE +INTER_DOM)	-3.46E-14	5.36E-14	-0.646466	0.5180
NUM2007*(LOG(ASSETS_\$_M_)+CPI_A DJUSTMENT+TAUX_DE_CHOMAGE+PI B_\$_+CONTROL_OF_CORRUPTION_E +GOVERNMENT_EFFECTIVENESS+PO LITICAL_STABILITY_AND_+REGULATO RY_QUALITY_ESTI+RULE_OF_LAW_ ESTIMATE+VOICE_AND_ACCOUNTABI LITY+POWER_DISTANCE+INDIVIDUALI SM+MASCULINITY+UNCERTAINTY_AV OIDANCE+LONG_TERM_ORIENTATION +INDULGENCE+EAST_EU+AF+AS+ME NA+CANADA+USA+SA+OTHER+TR_BD SF+TR_DPA+TR_EDPM+TR_EF+TR_EP WS+TR_IF+INTER+BL_RB+BLCB+SJ1+ SJ5+SJ4+SJ2+DROIT_CIVIL+DOMICLE +INTER_DOM)	-5.81E-14	5.20E-14	-1.117547	0.2638

NUM2008*(LOG(ASSETS__\$M_)+CPI_A DJUSTMENT+TAUX_DE_CHOMAGE+PI B_\$+CONTROL_OF_CORRUPTION_E +GOVERNMENT_EFFECTIVENESS+PO LITICAL_STABILITY_AND_+REGULATO RY_QUALITY_ESTI+RULE_OF_LAW_ ESTIMATE+VOICE_AND_ACCOUNTABI LITY+POWER_DISTANCE+INDIVIDUALI SM+MASCULINITY+UNCERTAINTY_AV OIDANCE+LONG_TERM_ORIENTATION +INDULGENCE+EAST_EU+AF+AS+ME NA+CANADA+USA+SA+OTHER+TR_BD SF+TR_DPA+TR_EDPM+TR_EF+TR_EP WS+TR_IF+INTER+BL_RB+BLCB+SJ1+ SJ5+SJ4+SJ2+DROIT_CIVIL+DOMICLE +INTER_DOM)	2.00E-14	5.07E-14	0.394726	0.6931
NUM2009*(LOG(ASSETS__\$M_)+CPI_A DJUSTMENT+TAUX_DE_CHOMAGE+PI B_\$+CONTROL_OF_CORRUPTION_E +GOVERNMENT_EFFECTIVENESS+PO LITICAL_STABILITY_AND_+REGULATO RY_QUALITY_ESTI+RULE_OF_LAW_ ESTIMATE+VOICE_AND_ACCOUNTABI LITY+POWER_DISTANCE+INDIVIDUALI SM+MASCULINITY+UNCERTAINTY_AV OIDANCE+LONG_TERM_ORIENTATION +INDULGENCE+EAST_EU+AF+AS+ME NA+CANADA+USA+SA+OTHER+TR_BD SF+TR_DPA+TR_EDPM+TR_EF+TR_EP WS+TR_IF+INTER+BL_RB+BLCB+SJ1+ SJ5+SJ4+SJ2+DROIT_CIVIL+DOMICLE +INTER_DOM)	-9.25E-16	5.13E-14	-0.018041	0.9856
NUM2010*(LOG(ASSETS__\$M_)+CPI_A DJUSTMENT+TAUX_DE_CHOMAGE+PI B_\$+CONTROL_OF_CORRUPTION_E +GOVERNMENT_EFFECTIVENESS+PO LITICAL_STABILITY_AND_+REGULATO RY_QUALITY_ESTI+RULE_OF_LAW_ ESTIMATE+VOICE_AND_ACCOUNTABI LITY+POWER_DISTANCE+INDIVIDUALI SM+MASCULINITY+UNCERTAINTY_AV OIDANCE+LONG_TERM_ORIENTATION +INDULGENCE+EAST_EU+AF+AS+ME NA+CANADA+USA+SA+OTHER+TR_BD SF+TR_DPA+TR_EDPM+TR_EF+TR_EP WS+TR_IF+INTER+BL_RB+BLCB+SJ1+ SJ5+SJ4+SJ2+DROIT_CIVIL+DOMICLE +INTER_DOM)	1.12E-14	5.02E-14	0.223550	0.8231
NUM2011*(LOG(ASSETS__\$M_)+CPI_A DJUSTMENT+TAUX_DE_CHOMAGE+PI B_\$+CONTROL_OF_CORRUPTION_E +GOVERNMENT_EFFECTIVENESS+PO LITICAL_STABILITY_AND_+REGULATO RY_QUALITY_ESTI+RULE_OF_LAW_ ESTIMATE+VOICE_AND_ACCOUNTABI LITY+POWER_DISTANCE+INDIVIDUALI SM+MASCULINITY+UNCERTAINTY_AV OIDANCE+LONG_TERM_ORIENTATION +INDULGENCE+EAST_EU+AF+AS+ME NA+CANADA+USA+SA+OTHER+TR_BD SF+TR_DPA+TR_EDPM+TR_EF+TR_EP WS+TR_IF+INTER+BL_RB+BLCB+SJ1+ SJ5+SJ4+SJ2+DROIT_CIVIL+DOMICLE +INTER_DOM)	-1.22E-15	4.94E-14	-0.024697	0.9803
NUM2012*(LOG(ASSETS__\$M_)+CPI_A DJUSTMENT+TAUX_DE_CHOMAGE+PI B_\$+CONTROL_OF_CORRUPTION_E	-1.09E-14	5.15E-14	-0.211100	0.8328

+GOVERNMENT_EFFECTIVENESS+POLITICAL_STABILITY_AND_REGULATORY_QUALITY_ESTI+RULE_OF_LAW_ESTIMATE+VOICE_AND_ACCOUNTABILITY+POWER_DISTANCE+INDIVIDUALISM+MASCULINITY+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+LONG_TERM_ORIENTATION+INDULGENCE+EAST_EU+AF+AS+MENA+CANADA+USA+SA+OTHER+TR_BDSF+TR_DPA+TR_EDPM+TR_EF+TR_EPS+TR_IF+INTER+BL_RB+BLCB+SJ1+SJ5+SJ4+SJ2+DROIT_CIVIL+DOMICLE+INTER_DOM)				
NUM2013*(LOG(ASSETS_\$M_)+CPI_ADJUSTMENT+TAUX_DE_CHOMAGE+PIB_\$+CONTROL_OF_CORRUPTION_E+GOVERNMENT_EFFECTIVENESS+POLITICAL_STABILITY_AND_REGULATORY_QUALITY_ESTI+RULE_OF_LAW_ESTIMATE+VOICE_AND_ACCOUNTABILITY+POWER_DISTANCE+INDIVIDUALISM+MASCULINITY+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+LONG_TERM_ORIENTATION+INDULGENCE+EAST_EU+AF+AS+MENA+CANADA+USA+SA+OTHER+TR_BDSF+TR_DPA+TR_EDPM+TR_EF+TR_EPS+TR_IF+INTER+BL_RB+BLCB+SJ1+SJ5+SJ4+SJ2+DROIT_CIVIL+DOMICLE+INTER_DOM)	-3.83E-14	5.05E-14	-0.759586	0.4475
NUM2015*(LOG(ASSETS_\$M_)+CPI_ADJUSTMENT+TAUX_DE_CHOMAGE+PIB_\$+CONTROL_OF_CORRUPTION_E+GOVERNMENT_EFFECTIVENESS+POLITICAL_STABILITY_AND_REGULATORY_QUALITY_ESTI+RULE_OF_LAW_ESTIMATE+VOICE_AND_ACCOUNTABILITY+POWER_DISTANCE+INDIVIDUALISM+MASCULINITY+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+LONG_TERM_ORIENTATION+INDULGENCE+EAST_EU+AF+AS+MENA+CANADA+USA+SA+OTHER+TR_BDSF+TR_DPA+TR_EDPM+TR_EF+TR_EPS+TR_IF+INTER+BL_RB+BLCB+SJ1+SJ5+SJ4+SJ2+DROIT_CIVIL+DOMICLE+INTER_DOM)	-3.12E-14	5.44E-14	-0.572827	0.5668
NUM2016*(LOG(ASSETS_\$M_)+CPI_ADJUSTMENT+TAUX_DE_CHOMAGE+PIB_\$+CONTROL_OF_CORRUPTION_E+GOVERNMENT_EFFECTIVENESS+POLITICAL_STABILITY_AND_REGULATORY_QUALITY_ESTI+RULE_OF_LAW_ESTIMATE+VOICE_AND_ACCOUNTABILITY+POWER_DISTANCE+INDIVIDUALISM+MASCULINITY+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+LONG_TERM_ORIENTATION+INDULGENCE+EAST_EU+AF+AS+MENA+CANADA+USA+SA+OTHER+TR_BDSF+TR_DPA+TR_EDPM+TR_EF+TR_EPS+TR_IF+INTER+BL_RB+BLCB+SJ1+SJ5+SJ4+SJ2+DROIT_CIVIL+DOMICLE+INTER_DOM)	-1.40E-17	2.58E-17	-0.541217	0.5884
R-squared	0.261995	Mean dependent var	0.983228	
Adjusted R-squared	0.247470	S.D. dependent var	2.121894	
S.E. of regression	1.840711	Akaike info criterion	4.077528	
Sum squared resid	13600.30	Schwarz criterion	4.200973	
Log likelihood	-8266.700	Hannan-Quinn criter.	4.121234	

F-statistic	18.03783	Durbin-Watson stat	1.858432
Prob(F-statistic)	0.000000	Wald F-statistic	15.86971
Prob(Wald F-statistic)	0.000000		

- *Modèle optimal (Newey west)*

Dependent Variable: LOG(LOSS\_\_\$M\_)

Method: Least Squares

Sample (adjusted): 1 4327

Included observations: 4178 after adjustments

HAC standard errors & covariance (Bartlett kernel, Newey-West fixed bandwidth = 10.0000)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1.899500	0.451240	4.209517	0.0000
NUM1996	2.532928	0.479976	5.277197	0.0000
NUM1997	1.400120	0.354482	3.949759	0.0001
NUM1998	1.950294	0.591297	3.298335	0.0010
NUM1999	2.001450	0.464249	4.311158	0.0000
NUM2000	2.185817	0.432307	5.056172	0.0000
NUM2001	1.690751	0.396938	4.259481	0.0000
NUM2002	1.226800	0.357179	3.434692	0.0006
NUM2003	1.048062	0.342266	3.062126	0.0022
NUM2004	1.713018	0.354574	4.831197	0.0000
NUM2005	1.975519	0.364230	5.423815	0.0000
NUM2006	1.085598	0.327668	3.313102	0.0009
NUM2007	1.390191	0.334326	4.158194	0.0000
NUM2008	0.870133	0.320992	2.710766	0.0067
NUM2009	0.792438	0.325434	2.435015	0.0149
NUM2010	0.552856	0.312456	1.769388	0.0769
NUM2011	0.598083	0.296141	2.019589	0.0435
NUM2012	0.691955	0.303142	2.282611	0.0225
NUM2013	0.543937	0.317614	1.712576	0.0869
NUM2015	0.464521	0.392747	1.182748	0.2370
NUM2016	0.000176	0.000159	1.108732	0.2676
LOG(ASSETS__\$M_)	0.107928	0.011712	9.214904	0.0000
PIB_\$	7.90E-14	4.61E-14	1.712530	0.0869
CONTROL_OF_CORRUPTION_E	0.525927	0.187955	2.798147	0.0052
RULE_OF_LAW_ESTIMATE	-0.607640	0.243760	-2.492784	0.0127
INDIVIDUALISM	0.009407	0.004001	2.351429	0.0187
UNCERTAINTY_AVOIDANCE	-0.015322	0.003014	-5.083781	0.0000
EU	0.407231	0.149226	2.728953	0.0064
AS	-0.446453	0.156282	-2.856710	0.0043
MENA	1.027332	0.259221	3.963150	0.0001
TR_EDPM	-1.337794	0.175426	-7.625956	0.0000
TR_EF	-1.265011	0.082277	-15.37507	0.0000
TR_EPWS	-1.017690	0.208859	-4.872614	0.0000
TR_IF	-1.023808	0.094648	-10.81704	0.0000
BL_RB	-1.063370	0.070760	-15.02790	0.0000
SJ1	-0.555018	0.154514	-3.592010	0.0003
SJ4	-1.090548	0.356530	-3.058782	0.0022
SJ2	-0.789267	0.161560	-4.885279	0.0000
DOMICLE	0.235964	0.094478	2.497549	0.0125
NUM1996*(LOG(ASSETS__\$M_)+PIB_\$ +CONTROL_OF_CORRUPTION_E+RU LE_OF_LAW_ESTIMATE+INDIVIDUALI SM+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+EU+ AS+MENA+TR_EDPM+TR_EF+TR_EPW S+TR_IF+BL_RB+SJ1+SJ4+SJ2+DOMIC LE)	-3.19E-14	8.04E-14	-0.396540	0.6917
NUM1997*(LOG(ASSETS__\$M_)+PIB_\$ +CONTROL_OF_CORRUPTION_E+RU	6.64E-14	5.90E-14	1.125927	0.2603

LE_OF_LAW__ESTIMATE+INDIVIDUALI SM+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+EU+ AS+MENA+TR_EDPM+TR_EF+TR_EPW S+TR_IF+BL_RB+SJ1+SJ4+SJ2+DOMIC LE)				
NUM1998*(LOG(ASSETS__\$M_)+PIB_\$ +CONTROL_OF_CORRUPTION__E+RU LE_OF_LAW__ESTIMATE+INDIVIDUALI SM+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+EU+ AS+MENA+TR_EDPM+TR_EF+TR_EPW S+TR_IF+BL_RB+SJ1+SJ4+SJ2+DOMIC LE)	-5.38E-14	8.00E-14	-0.672224	0.5015
NUM1999*(LOG(ASSETS__\$M_)+PIB_\$ +CONTROL_OF_CORRUPTION__E+RU LE_OF_LAW__ESTIMATE+INDIVIDUALI SM+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+EU+ AS+MENA+TR_EDPM+TR_EF+TR_EPW S+TR_IF+BL_RB+SJ1+SJ4+SJ2+DOMIC LE)	-6.11E-14	6.36E-14	-0.960820	0.3367
NUM2000*(LOG(ASSETS__\$M_)+PIB_\$ +CONTROL_OF_CORRUPTION__E+RU LE_OF_LAW__ESTIMATE+INDIVIDUALI SM+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+EU+ AS+MENA+TR_EDPM+TR_EF+TR_EPW S+TR_IF+BL_RB+SJ1+SJ4+SJ2+DOMIC LE)	-5.41E-14	6.21E-14	-0.870935	0.3838
NUM2001*(LOG(ASSETS__\$M_)+PIB_\$ +CONTROL_OF_CORRUPTION__E+RU LE_OF_LAW__ESTIMATE+INDIVIDUALI SM+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+EU+ AS+MENA+TR_EDPM+TR_EF+TR_EPW S+TR_IF+BL_RB+SJ1+SJ4+SJ2+DOMIC LE)	-2.82E-14	5.76E-14	-0.488774	0.6250
NUM2002*(LOG(ASSETS__\$M_)+PIB_\$ +CONTROL_OF_CORRUPTION__E+RU LE_OF_LAW__ESTIMATE+INDIVIDUALI SM+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+EU+ AS+MENA+TR_EDPM+TR_EF+TR_EPW S+TR_IF+BL_RB+SJ1+SJ4+SJ2+DOMIC LE)	-1.22E-14	5.35E-14	-0.227325	0.8202
NUM2003*(LOG(ASSETS__\$M_)+PIB_\$ +CONTROL_OF_CORRUPTION__E+RU LE_OF_LAW__ESTIMATE+INDIVIDUALI SM+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+EU+ AS+MENA+TR_EDPM+TR_EF+TR_EPW S+TR_IF+BL_RB+SJ1+SJ4+SJ2+DOMIC LE)	1.71E-14	5.04E-14	0.339116	0.7345
NUM2004*(LOG(ASSETS__\$M_)+PIB_\$ +CONTROL_OF_CORRUPTION__E+RU LE_OF_LAW__ESTIMATE+INDIVIDUALI SM+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+EU+ AS+MENA+TR_EDPM+TR_EF+TR_EPW S+TR_IF+BL_RB+SJ1+SJ4+SJ2+DOMIC LE)	-5.59E-14	5.07E-14	-1.103179	0.2700
NUM2005*(LOG(ASSETS__\$M_)+PIB_\$ +CONTROL_OF_CORRUPTION__E+RU LE_OF_LAW__ESTIMATE+INDIVIDUALI SM+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+EU+ AS+MENA+TR_EDPM+TR_EF+TR_EPW S+TR_IF+BL_RB+SJ1+SJ4+SJ2+DOMIC LE)	-7.03E-14	4.94E-14	-1.423640	0.1546
NUM2006*(LOG(ASSETS__\$M_)+PIB_\$ +CONTROL_OF_CORRUPTION__E+RU LE_OF_LAW__ESTIMATE+INDIVIDUALI SM+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+EU+ AS+MENA+TR_EDPM+TR_EF+TR_EPW	-3.37E-14	4.95E-14	-0.680236	0.4964

S+TR_IF+BL_RB+SJ1+SJ4+SJ2+DOMIC LE) NUM2007*(LOG(ASSETS__\$M_)+PIB_\$ +CONTROL_OF_CORRUPTION__E+RU LE_OF_LAW__ESTIMATE+INDIVIDUALI SM+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+EU+ AS+MENA+TR_EDPM+TR_EF+TR_EPW S+TR_IF+BL_RB+SJ1+SJ4+SJ2+DOMIC LE)	-5.30E-14	4.85E-14	-1.094042	0.2740
S+TR_IF+BL_RB+SJ1+SJ4+SJ2+DOMIC LE) NUM2008*(LOG(ASSETS__\$M_)+PIB_\$ +CONTROL_OF_CORRUPTION__E+RU LE_OF_LAW__ESTIMATE+INDIVIDUALI SM+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+EU+ AS+MENA+TR_EDPM+TR_EF+TR_EPW S+TR_IF+BL_RB+SJ1+SJ4+SJ2+DOMIC LE)	1.59E-14	4.77E-14	0.333462	0.7388
S+TR_IF+BL_RB+SJ1+SJ4+SJ2+DOMIC LE) NUM2009*(LOG(ASSETS__\$M_)+PIB_\$ +CONTROL_OF_CORRUPTION__E+RU LE_OF_LAW__ESTIMATE+INDIVIDUALI SM+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+EU+ AS+MENA+TR_EDPM+TR_EF+TR_EPW S+TR_IF+BL_RB+SJ1+SJ4+SJ2+DOMIC LE)	7.36E-15	4.80E-14	0.153240	0.8782
S+TR_IF+BL_RB+SJ1+SJ4+SJ2+DOMIC LE) NUM2010*(LOG(ASSETS__\$M_)+PIB_\$ +CONTROL_OF_CORRUPTION__E+RU LE_OF_LAW__ESTIMATE+INDIVIDUALI SM+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+EU+ AS+MENA+TR_EDPM+TR_EF+TR_EPW S+TR_IF+BL_RB+SJ1+SJ4+SJ2+DOMIC LE)	1.20E-14	4.68E-14	0.256657	0.7975
S+TR_IF+BL_RB+SJ1+SJ4+SJ2+DOMIC LE) NUM2011*(LOG(ASSETS__\$M_)+PIB_\$ +CONTROL_OF_CORRUPTION__E+RU LE_OF_LAW__ESTIMATE+INDIVIDUALI SM+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+EU+ AS+MENA+TR_EDPM+TR_EF+TR_EPW S+TR_IF+BL_RB+SJ1+SJ4+SJ2+DOMIC LE)	-8.84E-16	4.65E-14	-0.019014	0.9848
S+TR_IF+BL_RB+SJ1+SJ4+SJ2+DOMIC LE) NUM2012*(LOG(ASSETS__\$M_)+PIB_\$ +CONTROL_OF_CORRUPTION__E+RU LE_OF_LAW__ESTIMATE+INDIVIDUALI SM+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+EU+ AS+MENA+TR_EDPM+TR_EF+TR_EPW S+TR_IF+BL_RB+SJ1+SJ4+SJ2+DOMIC LE)	-6.87E-15	4.85E-14	-0.141663	0.8874
S+TR_IF+BL_RB+SJ1+SJ4+SJ2+DOMIC LE) NUM2013*(LOG(ASSETS__\$M_)+PIB_\$ +CONTROL_OF_CORRUPTION__E+RU LE_OF_LAW__ESTIMATE+INDIVIDUALI SM+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+EU+ AS+MENA+TR_EDPM+TR_EF+TR_EPW S+TR_IF+BL_RB+SJ1+SJ4+SJ2+DOMIC LE)	-3.52E-14	4.77E-14	-0.737955	0.4606
S+TR_IF+BL_RB+SJ1+SJ4+SJ2+DOMIC LE) NUM2015*(LOG(ASSETS__\$M_)+PIB_\$ +CONTROL_OF_CORRUPTION__E+RU LE_OF_LAW__ESTIMATE+INDIVIDUALI SM+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+EU+ AS+MENA+TR_EDPM+TR_EF+TR_EPW S+TR_IF+BL_RB+SJ1+SJ4+SJ2+DOMIC LE)	-2.14E-14	5.21E-14	-0.410056	0.6818
S+TR_IF+BL_RB+SJ1+SJ4+SJ2+DOMIC LE) NUM2016*(LOG(ASSETS__\$M_)+PIB_\$ +CONTROL_OF_CORRUPTION__E+RU LE_OF_LAW__ESTIMATE+INDIVIDUALI SM+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+EU+ AS+MENA+TR_EDPM+TR_EF+TR_EPW S+TR_IF+BL_RB+SJ1+SJ4+SJ2+DOMIC LE)	-1.26E-17	2.49E-17	-0.508057	0.6114
R-squared	0.259685	Mean dependent var	0.979678	

Adjusted R-squared	0.249260	S.D. dependent var	2.125714
S.E. of regression	1.841830	Akaike info criterion	4.073417
Sum squared resid	13973.03	Schwarz criterion	4.162914
Log likelihood	-8450.368	Hannan-Quinn criter.	4.105071
F-statistic	24.91114	Durbin-Watson stat	1.858455
Prob(F-statistic)	0.000000	Wald F-statistic	21.76137
Prob(Wald F-statistic)	0.000000		

## Test de VIF

### - Test de multi colinéarité sur le modèle optimal

Variance Inflation Factors  
 Sample: 1 4333  
 Included observations: 4178

Variable	Coefficient Variance	Uncentered VIF	Centered VIF
C	0.189010	232.3284	NA
NUM1996	0.277757	5.229905	5.149792
NUM1997	0.202039	4.636373	4.549816
NUM1998	0.297627	4.203031	4.154743
NUM1999	0.203582	6.348833	6.187757
NUM2000	0.151688	6.113941	5.913460
NUM2001	0.157000	5.450424	5.296487
NUM2002	0.134791	6.463927	6.211744
NUM2003	0.141922	7.432228	7.115584
NUM2004	0.135680	9.300847	8.782154
NUM2005	0.134933	9.448105	8.909894
NUM2006	0.123682	9.788312	9.158093
NUM2007	0.123177	9.385925	8.804078
NUM2008	0.115370	12.62657	11.50233
NUM2009	0.113155	12.78362	11.60868
NUM2010	0.099142	10.52970	9.619885
NUM2011	0.097211	11.69732	10.55223
NUM2012	0.099740	9.331411	8.621169
NUM2013	0.105658	6.279206	5.975616
NUM2015	0.167702	3.601729	3.538798
NUM2016	3.17E-08	4.877668	4.727020
LOG(ASSETS__\$M_)	0.000101	14.92416	1.331933
PIB_\$	1.06E-28	12.13174	5.322495
CONTROL_OF_CORRUPTION__E	0.008783	21.87285	7.939019
RULE_OF_LAS__ESTIMATION	0.008729	7.319033	6.100676
INDIVIDUALISM	1.02E-05	73.10156	8.308145
UNCERTAINTY_AVOIDANCE	6.86E-06	26.08758	2.723238
DANCE	0.014227	3.223029	2.629029
EU	0.017718	4.076249	3.313294
AS	0.076074	1.365262	1.345328
MENA	0.036599	1.098302	1.071489
TR_EDPM	0.005213	2.358893	1.490540
TR_EF	0.063384	1.062924	1.048422
TR_EPWS	0.006102	2.023281	1.477509
TR_IF	0.004033	3.340211	1.089686
BL_RB	0.015885	2.018973	1.810213
SJ1	0.103181	1.335678	1.321612
SJ4	0.022272	19.97219	5.401765
SJ2	0.007072	7.188796	1.244016
DOMICLE			

NUM1996*(LOG(ASSETS_\$M_)+PIB_\$+CONTROL_OF_CORRUPTION__E+RULE_OF_LAW__ESTIMATE+INDIVIDUALISM+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+EU+AS+MENA+TR_EDPM+TR_EF+TR_EPWS+TR_IF+BL_RB+SJ1+SJ4+SJ2+DOMICLE)	4.82E-27	3.570065	3.531180
NUM1997*(LOG(ASSETS_\$M_)+PIB_\$+CONTROL_OF_CORRUPTION__E+RULE_OF_LAW__ESTIMATE+INDIVIDUALISM+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+EU+AS+MENA+TR_EDPM+TR_EF+TR_EPWS+TR_IF+BL_RB+SJ1+SJ4+SJ2+DOMICLE)	2.87E-27	2.492458	2.465300
NUM1998*(LOG(ASSETS_\$M_)+PIB_\$+CONTROL_OF_CORRUPTION__E+RULE_OF_LAW__ESTIMATE+INDIVIDUALISM+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+EU+AS+MENA+TR_EDPM+TR_EF+TR_EPWS+TR_IF+BL_RB+SJ1+SJ4+SJ2+DOMICLE)	4.16E-27	2.930330	2.908374
NUM1999*(LOG(ASSETS_\$M_)+PIB_\$+CONTROL_OF_CORRUPTION__E+RULE_OF_LAW__ESTIMATE+INDIVIDUALISM+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+EU+AS+MENA+TR_EDPM+TR_EF+TR_EPWS+TR_IF+BL_RB+SJ1+SJ4+SJ2+DOMICLE)	1.92E-27	3.591867	3.527680
NUM2000*(LOG(ASSETS_\$M_)+PIB_\$+CONTROL_OF_CORRUPTION__E+RULE_OF_LAW__ESTIMATE+INDIVIDUALISM+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+EU+AS+MENA+TR_EDPM+TR_EF+TR_EPWS+TR_IF+BL_RB+SJ1+SJ4+SJ2+DOMICLE)	1.14E-27	2.536284	2.487862
NUM2001*(LOG(ASSETS_\$M_)+PIB_\$+CONTROL_OF_CORRUPTION__E+RULE_OF_LAW__ESTIMATE+INDIVIDUALISM+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+EU+AS+MENA+TR_EDPM+TR_EF+TR_EPWS+TR_IF+BL_RB+SJ1+SJ4+SJ2+DOMICLE)	1.27E-27	2.357048	2.320336

CE+EU+AS+MENA+T R_EDPM+TR_EF+TR _EPWS+TR_IF+BL_R B+SJ1+SJ4+SJ2+DO MICLE) NUM2002*(LOG(ASS ETS__\$M_)+PIB_\$+C ONTROL_OF_CORR UPTION__E+RULE_O F_LAW__ESTIMATE+ INDIVIDUALISM+UNC ERTAINTY_AVOIDAN CE+EU+AS+MENA+T R_EDPM+TR_EF+TR _EPWS+TR_IF+BL_R B+SJ1+SJ4+SJ2+DO MICLE)	9.15E-28	2.313007	2.267495
NUM2003*(LOG(ASS ETS__\$M_)+PIB_\$+C ONTROL_OF_CORR UPTION__E+RULE_O F_LAW__ESTIMATE+ INDIVIDUALISM+UNC ERTAINTY_AVOIDAN CE+EU+AS+MENA+T R_EDPM+TR_EF+TR _EPWS+TR_IF+BL_R B+SJ1+SJ4+SJ2+DO MICLE)	7.78E-28	2.906257	2.830565
NUM2004*(LOG(ASS ETS__\$M_)+PIB_\$+C ONTROL_OF_CORR UPTION__E+RULE_O F_LAW__ESTIMATE+ INDIVIDUALISM+UNC ERTAINTY_AVOIDAN CE+EU+AS+MENA+T R_EDPM+TR_EF+TR _EPWS+TR_IF+BL_R B+SJ1+SJ4+SJ2+DO MICLE)	6.32E-28	3.947814	3.800664
NUM2005*(LOG(ASS ETS__\$M_)+PIB_\$+C ONTROL_OF_CORR UPTION__E+RULE_O F_LAW__ESTIMATE+ INDIVIDUALISM+UNC ERTAINTY_AVOIDAN CE+EU+AS+MENA+T R_EDPM+TR_EF+TR _EPWS+TR_IF+BL_R B+SJ1+SJ4+SJ2+DO MICLE)	5.26E-28	3.645467	3.506645
NUM2006*(LOG(ASS ETS__\$M_)+PIB_\$+C ONTROL_OF_CORR UPTION__E+RULE_O F_LAW__ESTIMATE+ INDIVIDUALISM+UNC ERTAINTY_AVOIDAN CE+EU+AS+MENA+T R_EDPM+TR_EF+TR _EPWS+TR_IF+BL_R B+SJ1+SJ4+SJ2+DO MICLE)	3.81E-28	2.991051	2.873674
NUM2007*(LOG(ASS ETS__\$M_)+PIB_\$+C	3.63E-28	2.910436	2.804558

ONTROL_OF_CORR UPTION__E+RULE_O F_LAW__ESTIMATE+ INDIVIDUALISM+UNC ERTAINTY_AVOIDAN CE+EU+AS+MENA+T R_EDPM+TR_EF+TR _EPWS+TR_IF+BL_R B+SJ1+SJ4+SJ2+DO MICLE) NUM2008*(LOG(ASS ETS__\$M_)+PIB_\$+C ONTROL_OF_CORR UPTION__E+RULE_O F_LAW__ESTIMATE+ INDIVIDUALISM+UNC ERTAINTY_AVOIDAN CE+EU+AS+MENA+T R_EDPM+TR_EF+TR _EPWS+TR_IF+BL_R B+SJ1+SJ4+SJ2+DO MICLE)	2.64E-28	3.392866	3.203755
NUM2009*(LOG(ASS ETS__\$M_)+PIB_\$+C ONTROL_OF_CORR UPTION__E+RULE_O F_LAW__ESTIMATE+ INDIVIDUALISM+UNC ERTAINTY_AVOIDAN CE+EU+AS+MENA+T R_EDPM+TR_EF+TR _EPWS+TR_IF+BL_R B+SJ1+SJ4+SJ2+DO MICLE)	2.67E-28	3.165029	2.989343
NUM2015*(LOG(ASS ETS__\$M_)+PIB_\$+C ONTROL_OF_CORR UPTION__E+RULE_O F_LAW__ESTIMATE+ INDIVIDUALISM+UNC ERTAINTY_AVOIDAN CE+EU+AS+MENA+T R_EDPM+TR_EF+TR _EPWS+TR_IF+BL_R B+SJ1+SJ4+SJ2+DO MICLE)	9.72E-28	1.784921	1.772334
NUM2016*(LOG(ASS ETS__\$M_)+PIB_\$+C ONTROL_OF_CORR UPTION__E+RULE_O F_LAW__ESTIMATE+ INDIVIDUALISM+UNC ERTAINTY_AVOIDAN CE+EU+AS+MENA+T R_EDPM+TR_EF+TR _EPWS+TR_IF+BL_R B+SJ1+SJ4+SJ2+DO MICLE)	1.48E-34	1.663855	1.646671

## Test de Robustesse du modèle

### - *Sous groupe : data ne contenant pas de pertes extermes*

Dependent Variable: LOG(LOSS\_\_\$M\_)  
 Method: Least Squares  
 Sample: 1 3400  
 Included observations: 3221  
 HAC standard errors & covariance (Bartlett kernel, Newey-West fixed  
 bandwidth = 9.0000)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	2.425341	0.752765	3.221908	0.0013
NUM1996	2.602553	0.634254	4.103331	0.0000
NUM1997	1.758735	0.442064	3.978458	0.0001
NUM1998	2.223529	0.587786	3.782889	0.0002
NUM1999	1.934006	0.644472	3.000916	0.0027
NUM2000	2.363751	0.580589	4.071297	0.0000
NUM2001	2.081778	0.541227	3.846408	0.0001
NUM2002	0.871200	0.505068	1.724915	0.0846
NUM2003	1.282640	0.478989	2.677809	0.0074
NUM2004	2.399438	0.479712	5.001831	0.0000
NUM2005	1.949132	0.486789	4.004056	0.0001
NUM2006	1.228293	0.452753	2.712944	0.0067
NUM2007	1.463660	0.465367	3.145174	0.0017
NUM2008	1.511744	0.465973	3.244277	0.0012
NUM2009	0.929648	0.439095	2.117188	0.0343
NUM2010	0.917792	0.433027	2.119482	0.0341
NUM2011	0.629338	0.404216	1.556933	0.1196
NUM2012	0.629346	0.414752	1.517402	0.1293
NUM2013	0.841607	0.458855	1.834146	0.0667
NUM2015	0.202487	0.558966	0.362252	0.7172
NUM2016	0.000591	0.000261	2.260325	0.0239
LOG(ASSETS__\$M_)	0.097337	0.011905	8.176082	0.0000
PIB_\$	1.05E-13	4.68E-14	2.234311	0.0255
CONTROL_OF_CORRUPTION__E	0.794179	0.320001	2.481804	0.0131
RULE_OF_LAW__ESTIMATE	-1.012547	0.403341	-2.510402	0.0121
INDIVIDUALISM	0.015862	0.006686	2.372234	0.0177
UNCERTAINTY_AVOIDANCE	-0.017328	0.005524	-3.136838	0.0017
EU	0.597736	0.186159	3.210887	0.0013
MENA	-0.229797	0.419741	-0.547474	0.5841
AS	-1.299459	0.351781	-3.693944	0.0002
BL_RB	-0.955902	0.083372	-11.46553	0.0000
TR_EF	-1.331108	0.091483	-14.55028	0.0000
TR_IF	-1.251821	0.108407	-11.54746	0.0000
TR_EPWS	-1.104575	0.232859	-4.743545	0.0000
TR_EDPM	-1.237834	0.207170	-5.974968	0.0000
DOMICLE	0.167125	0.113652	1.470492	0.1415
SJ1	-0.546252	0.204054	-2.677002	0.0075
SJ2	-0.696728	0.251257	-2.772968	0.0056
SJ4	-1.237268	0.408921	-3.025691	0.0025
NUM1996*(LOG(ASSETS__\$M_)+PIB_\$ +CONTROL_OF_CORRUPTION__E+RU LE_OF_LAW__ESTIMATE+INDIVIDUALI SM+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+EU+ MENA+AS+BL_RB+TR_EF+TR_IF+TR_ EPWS+TR_EDPM+DOMICLE+SJ1+SJ2+ SJ4)	-2.05E-14	8.85E-14	-0.231740	0.8168
NUM1997*(LOG(ASSETS__\$M_)+PIB_\$ +CONTROL_OF_CORRUPTION__E+RU LE_OF_LAW__ESTIMATE+INDIVIDUALI	3.99E-14	5.94E-14	0.671239	0.5021

SM+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+EU+MENA+AS+BL_RB+TR_EF+TR_IF+TR_EPWS+TR_EDPM+DOMICLE+SJ1+SJ2+SJ4)				
NUM1998*(LOG(ASSETS__\$M_)+PIB_\$+CONTROL_OF_CORRUPTION__E+RULE_OF_LAW__ESTIMATE+INDIVIDUALISM+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+EU+MENA+AS+BL_RB+TR_EF+TR_IF+TR_EPWS+TR_EDPM+DOMICLE+SJ1+SJ2+SJ4)	-6.04E-14	7.31E-14	-0.825992	0.4089
NUM1999*(LOG(ASSETS__\$M_)+PIB_\$+CONTROL_OF_CORRUPTION__E+RULE_OF_LAW__ESTIMATE+INDIVIDUALISM+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+EU+MENA+AS+BL_RB+TR_EF+TR_IF+TR_EPWS+TR_EDPM+DOMICLE+SJ1+SJ2+SJ4)	-3.29E-14	7.34E-14	-0.448288	0.6540
NUM2000*(LOG(ASSETS__\$M_)+PIB_\$+CONTROL_OF_CORRUPTION__E+RULE_OF_LAW__ESTIMATE+INDIVIDUALISM+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+EU+MENA+AS+BL_RB+TR_EF+TR_IF+TR_EPWS+TR_EDPM+DOMICLE+SJ1+SJ2+SJ4)	-5.34E-14	6.61E-14	-0.807200	0.4196
NUM2001*(LOG(ASSETS__\$M_)+PIB_\$+CONTROL_OF_CORRUPTION__E+RULE_OF_LAW__ESTIMATE+INDIVIDUALISM+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+EU+MENA+AS+BL_RB+TR_EF+TR_IF+TR_EPWS+TR_EDPM+DOMICLE+SJ1+SJ2+SJ4)	-4.39E-14	6.11E-14	-0.717624	0.4730
NUM2002*(LOG(ASSETS__\$M_)+PIB_\$+CONTROL_OF_CORRUPTION__E+RULE_OF_LAW__ESTIMATE+INDIVIDUALISM+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+EU+MENA+AS+BL_RB+TR_EF+TR_IF+TR_EPWS+TR_EDPM+DOMICLE+SJ1+SJ2+SJ4)	3.20E-14	5.81E-14	0.550612	0.5819
NUM2003*(LOG(ASSETS__\$M_)+PIB_\$+CONTROL_OF_CORRUPTION__E+RULE_OF_LAW__ESTIMATE+INDIVIDUALISM+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+EU+MENA+AS+BL_RB+TR_EF+TR_IF+TR_EPWS+TR_EDPM+DOMICLE+SJ1+SJ2+SJ4)	2.27E-15	5.33E-14	0.042715	0.9659
NUM2004*(LOG(ASSETS__\$M_)+PIB_\$+CONTROL_OF_CORRUPTION__E+RULE_OF_LAW__ESTIMATE+INDIVIDUALISM+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+EU+MENA+AS+BL_RB+TR_EF+TR_IF+TR_EPWS+TR_EDPM+DOMICLE+SJ1+SJ2+SJ4)	-1.11E-13	5.47E-14	-2.026619	0.0428
NUM2005*(LOG(ASSETS__\$M_)+PIB_\$+CONTROL_OF_CORRUPTION__E+RULE_OF_LAW__ESTIMATE+INDIVIDUALISM+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+EU+MENA+AS+BL_RB+TR_EF+TR_IF+TR_EPWS+TR_EDPM+DOMICLE+SJ1+SJ2+SJ4)	-5.88E-14	5.12E-14	-1.148606	0.2508
NUM2006*(LOG(ASSETS__\$M_)+PIB_\$+CONTROL_OF_CORRUPTION__E+RULE_OF_LAW__ESTIMATE+INDIVIDUALISM+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+EU+MENA+AS+BL_RB+TR_EF+TR_IF+TR_EPWS+TR_EDPM+DOMICLE+SJ1+SJ2+SJ4)	-2.62E-14	5.02E-14	-0.522263	0.6015

NUM2007*(LOG(ASSETS__\$M_)+PIB_\$ +CONTROL_OF_CORRUPTION__E+RU LE_OF_LAW__ESTIMATE+INDIVIDUALI SM+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+EU+ MENA+AS+BL_RB+TR_EF+TR_IF+TR_ EPWS+TR_EDPM+DOMICLE+SJ1+SJ2+ SJ4)	-4.96E-14	4.92E-14	-1.006679	0.3142
NUM2008*(LOG(ASSETS__\$M_)+PIB_\$ +CONTROL_OF_CORRUPTION__E+RU LE_OF_LAW__ESTIMATE+INDIVIDUALI SM+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+EU+ MENA+AS+BL_RB+TR_EF+TR_IF+TR_ EPWS+TR_EDPM+DOMICLE+SJ1+SJ2+ SJ4)	-1.92E-14	4.91E-14	-0.390525	0.6962
NUM2009*(LOG(ASSETS__\$M_)+PIB_\$ +CONTROL_OF_CORRUPTION__E+RU LE_OF_LAW__ESTIMATE+INDIVIDUALI SM+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+EU+ MENA+AS+BL_RB+TR_EF+TR_IF+TR_ EPWS+TR_EDPM+DOMICLE+SJ1+SJ2+ SJ4)	4.05E-15	4.80E-14	0.084406	0.9327
NUM2010*(LOG(ASSETS__\$M_)+PIB_\$ +CONTROL_OF_CORRUPTION__E+RU LE_OF_LAW__ESTIMATE+INDIVIDUALI SM+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+EU+ MENA+AS+BL_RB+TR_EF+TR_IF+TR_ EPWS+TR_EDPM+DOMICLE+SJ1+SJ2+ SJ4)	-1.08E-15	4.73E-14	-0.022927	0.9817
NUM2011*(LOG(ASSETS__\$M_)+PIB_\$ +CONTROL_OF_CORRUPTION__E+RU LE_OF_LAW__ESTIMATE+INDIVIDUALI SM+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+EU+ MENA+AS+BL_RB+TR_EF+TR_IF+TR_ EPWS+TR_EDPM+DOMICLE+SJ1+SJ2+ SJ4)	5.31E-15	4.62E-14	0.115055	0.9084
NUM2012*(LOG(ASSETS__\$M_)+PIB_\$ +CONTROL_OF_CORRUPTION__E+RU LE_OF_LAW__ESTIMATE+INDIVIDUALI SM+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+EU+ MENA+AS+BL_RB+TR_EF+TR_IF+TR_ EPWS+TR_EDPM+DOMICLE+SJ1+SJ2+ SJ4)	1.02E-15	4.79E-14	0.021307	0.9830
NUM2013*(LOG(ASSETS__\$M_)+PIB_\$ +CONTROL_OF_CORRUPTION__E+RU LE_OF_LAW__ESTIMATE+INDIVIDUALI SM+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+EU+ MENA+AS+BL_RB+TR_EF+TR_IF+TR_ EPWS+TR_EDPM+DOMICLE+SJ1+SJ2+ SJ4)	-4.75E-14	4.87E-14	-0.975206	0.3295
NUM2015*(LOG(ASSETS__\$M_)+PIB_\$ +CONTROL_OF_CORRUPTION__E+RU LE_OF_LAW__ESTIMATE+INDIVIDUALI SM+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+EU+ MENA+AS+BL_RB+TR_EF+TR_IF+TR_ EPWS+TR_EDPM+DOMICLE+SJ1+SJ2+ SJ4)	2.03E-15	5.29E-14	0.038358	0.9694
NUM2016*(LOG(ASSETS__\$M_)+PIB_\$ +CONTROL_OF_CORRUPTION__E+RU LE_OF_LAW__ESTIMATE+INDIVIDUALI SM+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+EU+ MENA+AS+BL_RB+TR_EF+TR_IF+TR_ EPWS+TR_EDPM+DOMICLE+SJ1+SJ2+ SJ4)	-3.55E-17	2.64E-17	-1.344843	0.1788
R-squared	0.261503	Mean dependent var	1.026964	
Adjusted R-squared	0.247957	S.D. dependent var	2.073055	
S.E. of regression	1.797762	Akaike info criterion	4.029110	

Sum squared resid	10219.43	Schwarz criterion	4.140433
Log likelihood	-6429.882	Hannan-Quinn criter.	4.069008
F-statistic	19.30461	Durbin-Watson stat	1.862251
Prob(F-statistic)	0.000000	Wald F-statistic	17.07143
Prob(Wald F-statistic)	0.000000		

- *Sous groupe : Data contenant les pays riches uniquement*

Dependent Variable: LOG(LOSS\_\_\$M\_)

Method: Least Squares

Sample: 1 3394

Included observations: 3227

HAC standard errors & covariance (Bartlett kernel, Newey-West fixed bandwidth = 9.0000)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	2.474777	0.734156	3.370914	0.0008
NUM1996	2.566835	0.636695	4.031497	0.0001
NUM1997	1.757190	0.442122	3.974444	0.0001
NUM1998	2.179081	0.588833	3.700677	0.0002
NUM1999	1.888980	0.645272	2.927418	0.0034
NUM2000	2.446519	0.603772	4.052059	0.0001
NUM2001	2.053309	0.539871	3.803334	0.0001
NUM2002	0.908681	0.501257	1.812805	0.0700
NUM2003	1.314908	0.477329	2.754720	0.0059
NUM2004	2.380667	0.478921	4.970898	0.0000
NUM2005	1.928270	0.483433	3.988704	0.0001
NUM2006	1.212724	0.450055	2.694614	0.0071
NUM2007	1.426036	0.463084	3.079434	0.0021
NUM2008	1.488771	0.463370	3.212922	0.0013
NUM2009	0.909551	0.437753	2.077773	0.0378
NUM2010	0.913095	0.430631	2.120367	0.0341
NUM2011	0.688701	0.405782	1.697218	0.0898
NUM2012	0.640098	0.409480	1.563199	0.1181
NUM2013	0.836798	0.452832	1.847922	0.0647
NUM2015	0.191125	0.572941	0.333585	0.7387
NUM2016	0.000585	0.000261	2.240653	0.0251
LOG(ASSETS__\$M_)	0.098094	0.011850	8.277921	0.0000
PIB_\$	1.06E-13	4.68E-14	2.260756	0.0238
CONTROL_OF_CORRUPTION_E	0.874712	0.325477	2.687473	0.0072
RULE_OF_LAW_ESTIMATE	-1.091451	0.413732	-2.638067	0.0084
INDIVIDUALISM	0.015932	0.006639	2.399674	0.0165
UNCERTAINTY_AVOIDANCE	-0.017524	0.005403	-3.243355	0.0012
EU	0.604227	0.187410	3.224083	0.0013
MENA	-0.158601	0.426529	-0.371842	0.7100
AS	-1.098723	0.341782	-3.214686	0.0013
BL_RB	-0.960948	0.083343	-11.53005	0.0000
TR_EF	-1.348413	0.091502	-14.73647	0.0000
TR_IF	-1.267678	0.108301	-11.70509	0.0000
TR_EPWS	-1.120891	0.233135	-4.807906	0.0000
TR_EDPM	-1.262497	0.206735	-6.106834	0.0000
DOMICLE	0.157990	0.113784	1.388508	0.1651
SJ1	-0.577214	0.204138	-2.827561	0.0047
SJ2	-0.715831	0.253279	-2.826258	0.0047
SJ4	-1.290878	0.409208	-3.154576	0.0016
NUM1996*(LOG(ASSETS__\$M_)+PIB_\$ +CONTROL_OF_CORRUPTION_E+RU LE_OF_LAW_ESTIMATE+INDIVIDUALI SM+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+EU+ MENA+AS+BL_RB+TR_EF+TR_IF+TR_ EPWS+TR_EDPM+DOMICLE+SJ1+SJ2+ SJ4)	-1.87E-14	8.89E-14	-0.210040	0.8337

NUM1997*(LOG(ASSETS__\$M_)+PIB_\$ +CONTROL_OF_CORRUPTION__E+RU LE_OF_LAW__ESTIMATE+INDIVIDUALI SM+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+EU+ MENA+AS+BL_RB+TR_EF+TR_IF+TR_ EPWS+TR_EDPM+DOMICLE+SJ1+SJ2+ SJ4)	3.78E-14	5.96E-14	0.634421	0.5259
NUM1998*(LOG(ASSETS__\$M_)+PIB_\$ +CONTROL_OF_CORRUPTION__E+RU LE_OF_LAW__ESTIMATE+INDIVIDUALI SM+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+EU+ MENA+AS+BL_RB+TR_EF+TR_IF+TR_ EPWS+TR_EDPM+DOMICLE+SJ1+SJ2+ SJ4)	-5.71E-14	7.32E-14	-0.779464	0.4358
NUM1999*(LOG(ASSETS__\$M_)+PIB_\$ +CONTROL_OF_CORRUPTION__E+RU LE_OF_LAW__ESTIMATE+INDIVIDUALI SM+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+EU+ MENA+AS+BL_RB+TR_EF+TR_IF+TR_ EPWS+TR_EDPM+DOMICLE+SJ1+SJ2+ SJ4)	-2.97E-14	7.35E-14	-0.404086	0.6862
NUM2000*(LOG(ASSETS__\$M_)+PIB_\$ +CONTROL_OF_CORRUPTION__E+RU LE_OF_LAW__ESTIMATE+INDIVIDUALI SM+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+EU+ MENA+AS+BL_RB+TR_EF+TR_IF+TR_ EPWS+TR_EDPM+DOMICLE+SJ1+SJ2+ SJ4)	-6.40E-14	6.82E-14	-0.939012	0.3478
NUM2001*(LOG(ASSETS__\$M_)+PIB_\$ +CONTROL_OF_CORRUPTION__E+RU LE_OF_LAW__ESTIMATE+INDIVIDUALI SM+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+EU+ MENA+AS+BL_RB+TR_EF+TR_IF+TR_ EPWS+TR_EDPM+DOMICLE+SJ1+SJ2+ SJ4)	-4.34E-14	6.11E-14	-0.709941	0.4778
NUM2002*(LOG(ASSETS__\$M_)+PIB_\$ +CONTROL_OF_CORRUPTION__E+RU LE_OF_LAW__ESTIMATE+INDIVIDUALI SM+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+EU+ MENA+AS+BL_RB+TR_EF+TR_IF+TR_ EPWS+TR_EDPM+DOMICLE+SJ1+SJ2+ SJ4)	2.41E-14	5.81E-14	0.414632	0.6784
NUM2003*(LOG(ASSETS__\$M_)+PIB_\$ +CONTROL_OF_CORRUPTION__E+RU LE_OF_LAW__ESTIMATE+INDIVIDUALI SM+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+EU+ MENA+AS+BL_RB+TR_EF+TR_IF+TR_ EPWS+TR_EDPM+DOMICLE+SJ1+SJ2+ SJ4)	-3.43E-15	5.31E-14	-0.064525	0.9486
NUM2004*(LOG(ASSETS__\$M_)+PIB_\$ +CONTROL_OF_CORRUPTION__E+RU LE_OF_LAW__ESTIMATE+INDIVIDUALI SM+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+EU+ MENA+AS+BL_RB+TR_EF+TR_IF+TR_ EPWS+TR_EDPM+DOMICLE+SJ1+SJ2+ SJ4)	-1.13E-13	5.48E-14	-2.067516	0.0388
NUM2005*(LOG(ASSETS__\$M_)+PIB_\$ +CONTROL_OF_CORRUPTION__E+RU LE_OF_LAW__ESTIMATE+INDIVIDUALI SM+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+EU+ MENA+AS+BL_RB+TR_EF+TR_IF+TR_ EPWS+TR_EDPM+DOMICLE+SJ1+SJ2+ SJ4)	-5.85E-14	5.10E-14	-1.147098	0.2514
NUM2006*(LOG(ASSETS__\$M_)+PIB_\$ +CONTROL_OF_CORRUPTION__E+RU LE_OF_LAW__ESTIMATE+INDIVIDUALI SM+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+EU+ MENA+AS+BL_RB+TR_EF+TR_IF+TR_ EPWS+TR_EDPM+DOMICLE+SJ1+SJ2+ SJ4)	-2.49E-14	5.01E-14	-0.496713	0.6194

MENA+AS+BL_RB+TR_EF+TR_IF+TR_EPWS+TR_EDPM+DOMICLE+SJ1+SJ2+SJ4)				
NUM2007*(LOG(ASSETS__\$M_)+PIB_\$+CONTROL_OF_CORRUPTION_E+RULE_OF_LAW__ESTIMATE+INDIVIDUALISM+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+EU+MENA+AS+BL_RB+TR_EF+TR_IF+TR_EPWS+TR_EDPM+DOMICLE+SJ1+SJ2+SJ4)	-4.67E-14	4.92E-14	-0.950489	0.3419
NUM2008*(LOG(ASSETS__\$M_)+PIB_\$+CONTROL_OF_CORRUPTION_E+RULE_OF_LAW__ESTIMATE+INDIVIDUALISM+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+EU+MENA+AS+BL_RB+TR_EF+TR_IF+TR_EPWS+TR_EDPM+DOMICLE+SJ1+SJ2+SJ4)	-1.78E-14	4.90E-14	-0.363105	0.7166
NUM2009*(LOG(ASSETS__\$M_)+PIB_\$+CONTROL_OF_CORRUPTION_E+RULE_OF_LAW__ESTIMATE+INDIVIDUALISM+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+EU+MENA+AS+BL_RB+TR_EF+TR_IF+TR_EPWS+TR_EDPM+DOMICLE+SJ1+SJ2+SJ4)	5.89E-15	4.80E-14	0.122591	0.9024
NUM2010*(LOG(ASSETS__\$M_)+PIB_\$+CONTROL_OF_CORRUPTION_E+RULE_OF_LAW__ESTIMATE+INDIVIDUALISM+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+EU+MENA+AS+BL_RB+TR_EF+TR_IF+TR_EPWS+TR_EDPM+DOMICLE+SJ1+SJ2+SJ4)	-6.58E-17	4.73E-14	-0.001390	0.9989
NUM2011*(LOG(ASSETS__\$M_)+PIB_\$+CONTROL_OF_CORRUPTION_E+RULE_OF_LAW__ESTIMATE+INDIVIDUALISM+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+EU+MENA+AS+BL_RB+TR_EF+TR_IF+TR_EPWS+TR_EDPM+DOMICLE+SJ1+SJ2+SJ4)	2.35E-15	4.62E-14	0.050942	0.9594
NUM2012*(LOG(ASSETS__\$M_)+PIB_\$+CONTROL_OF_CORRUPTION_E+RULE_OF_LAW__ESTIMATE+INDIVIDUALISM+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+EU+MENA+AS+BL_RB+TR_EF+TR_IF+TR_EPWS+TR_EDPM+DOMICLE+SJ1+SJ2+SJ4)	3.17E-16	4.77E-14	0.006635	0.9947
NUM2013*(LOG(ASSETS__\$M_)+PIB_\$+CONTROL_OF_CORRUPTION_E+RULE_OF_LAW__ESTIMATE+INDIVIDUALISM+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+EU+MENA+AS+BL_RB+TR_EF+TR_IF+TR_EPWS+TR_EDPM+DOMICLE+SJ1+SJ2+SJ4)	-4.73E-14	4.86E-14	-0.972762	0.3307
NUM2015*(LOG(ASSETS__\$M_)+PIB_\$+CONTROL_OF_CORRUPTION_E+RULE_OF_LAW__ESTIMATE+INDIVIDUALISM+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+EU+MENA+AS+BL_RB+TR_EF+TR_IF+TR_EPWS+TR_EDPM+DOMICLE+SJ1+SJ2+SJ4)	2.53E-15	5.33E-14	0.047461	0.9621
NUM2016*(LOG(ASSETS__\$M_)+PIB_\$+CONTROL_OF_CORRUPTION_E+RULE_OF_LAW__ESTIMATE+INDIVIDUALISM+UNCERTAINTY_AVOIDANCE+EU+MENA+AS+BL_RB+TR_EF+TR_IF+TR_EPWS+TR_EDPM+DOMICLE+SJ1+SJ2+SJ4)	-3.52E-17	2.64E-17	-1.333052	0.1826

R-squared	0.260612	Mean dependent var	1.037464
Adjusted R-squared	0.247075	S.D. dependent var	2.083206
S.E. of regression	1.807624	Akaike info criterion	4.040017
Sum squared resid	10351.45	Schwarz criterion	4.151167
Log likelihood	-6459.568	Hannan-Quinn criter.	4.079849
F-statistic	19.25217	Durbin-Watson stat	1.870614
Prob(F-statistic)	0.000000	Wald F-statistic	17.25426

- *La régression linéaire incluant les variables spécifiques à la banque*

Dependent Variable: LOG(LOSS\_\_\$M\_)

Method: Least Squares

Sample (adjusted): 1 4327

Included observations: 4276 after adjustments

HAC standard errors & covariance (Bartlett kernel, Newey-West fixed bandwidth = 10.0000)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.097559	0.897028	-0.108758	0.9134
NUM1996	2.493807	1.370649	1.819435	0.0689
NUM1997	2.454965	1.095070	2.241834	0.0250
NUM1998	1.507367	1.064742	1.415711	0.1569
NUM1999	1.346864	1.052719	1.279415	0.2008
NUM2000	2.895079	1.229646	2.354401	0.0186
NUM2001	2.579206	1.077317	2.394102	0.0167
NUM2002	1.694909	0.999362	1.695990	0.0900
NUM2003	2.554601	0.992959	2.572715	0.0101
NUM2004	2.078540	0.957490	2.170821	0.0300
NUM2005	2.026217	0.943007	2.148677	0.0317
NUM2006	0.779187	0.933204	0.834959	0.4038
NUM2007	1.478083	0.935211	1.580481	0.1141
NUM2008	2.292887	0.948585	2.417166	0.0157
NUM2009	1.957996	0.947351	2.066812	0.0388
NUM2010	1.530692	0.912061	1.678278	0.0934
NUM2011	1.665893	0.918782	1.813154	0.0699
NUM2012	1.320748	0.942103	1.401914	0.1610
NUM2013	2.188538	0.966882	2.263500	0.0237
NUM2015	1.409538	1.285571	1.096430	0.2730
NUM2016	0.000858	0.000520	1.649933	0.0990
LOG(ASSETS__\$M_)	0.144831	0.073542	1.969350	0.0490
BL_RB	-1.225296	0.207118	-5.915917	0.0000
BLCB	-0.207470	0.213364	-0.972378	0.3309
TR_BDSF	0.126320	0.648571	0.194766	0.8456
TR_EDPM	-1.137398	0.203696	-5.583799	0.0000
TR_EF	-1.069455	0.122773	-8.710858	0.0000
TR_EPWS	-0.754401	0.223616	-3.373638	0.0007
TR_IF	-0.870234	0.131450	-6.620291	0.0000
TR_DPA	0.215697	0.322989	0.667815	0.5043
INTER	0.379798	0.172577	2.200749	0.0278
NUM1996*(LOG(ASSETS__\$M_)+BL_RB +BLCB+TR_BDSF+TR_EDPM+TR_EF+T R_EPWS+TR_IF+TR_DPA+INTER)	-0.000919	0.116384	-0.007892	0.9937
NUM1997*(LOG(ASSETS__\$M_)+BL_RB +BLCB+TR_BDSF+TR_EDPM+TR_EF+T R_EPWS+TR_IF+TR_DPA+INTER)	-0.072978	0.093990	-0.776441	0.4375
NUM1998*(LOG(ASSETS__\$M_)+BL_RB +BLCB+TR_BDSF+TR_EDPM+TR_EF+T R_EPWS+TR_IF+TR_DPA+INTER)	0.015963	0.093620	0.170510	0.8646
NUM1999*(LOG(ASSETS__\$M_)+BL_RB +BLCB+TR_BDSF+TR_EDPM+TR_EF+T R_EPWS+TR_IF+TR_DPA+INTER)	0.035847	0.090386	0.396594	0.6917

NUM2000*(LOG(ASSETS__\$M_)+BL_RB +BLCB+TR_BDSF+TR_EDPM+TR_EF+T R_EPWS+TR_IF+TR_DPA+INTER)	-0.078594	0.101806	-0.772001	0.4402
NUM2001*(LOG(ASSETS__\$M_)+BL_RB +BLCB+TR_BDSF+TR_EDPM+TR_EF+T R_EPWS+TR_IF+TR_DPA+INTER)	-0.076633	0.091094	-0.841246	0.4003
NUM2002*(LOG(ASSETS__\$M_)+BL_RB +BLCB+TR_BDSF+TR_EDPM+TR_EF+T R_EPWS+TR_IF+TR_DPA+INTER)	-0.028521	0.083551	-0.341361	0.7328
NUM2003*(LOG(ASSETS__\$M_)+BL_RB +BLCB+TR_BDSF+TR_EDPM+TR_EF+T R_EPWS+TR_IF+TR_DPA+INTER)	-0.100226	0.083636	-1.198365	0.2308
NUM2004*(LOG(ASSETS__\$M_)+BL_RB +BLCB+TR_BDSF+TR_EDPM+TR_EF+T R_EPWS+TR_IF+TR_DPA+INTER)	-0.041114	0.081310	-0.505641	0.6131
NUM2005*(LOG(ASSETS__\$M_)+BL_RB +BLCB+TR_BDSF+TR_EDPM+TR_EF+T R_EPWS+TR_IF+TR_DPA+INTER)	-0.026836	0.080181	-0.334693	0.7379
NUM2006*(LOG(ASSETS__\$M_)+BL_RB +BLCB+TR_BDSF+TR_EDPM+TR_EF+T R_EPWS+TR_IF+TR_DPA+INTER)	0.012480	0.078309	0.159376	0.8734
NUM2007*(LOG(ASSETS__\$M_)+BL_RB +BLCB+TR_BDSF+TR_EDPM+TR_EF+T R_EPWS+TR_IF+TR_DPA+INTER)	-0.029943	0.079258	-0.377791	0.7056
NUM2008*(LOG(ASSETS__\$M_)+BL_RB +BLCB+TR_BDSF+TR_EDPM+TR_EF+T R_EPWS+TR_IF+TR_DPA+INTER)	-0.085907	0.079424	-1.081616	0.2795
NUM2009*(LOG(ASSETS__\$M_)+BL_RB +BLCB+TR_BDSF+TR_EDPM+TR_EF+T R_EPWS+TR_IF+TR_DPA+INTER)	-0.082456	0.079988	-1.030856	0.3027
NUM2010*(LOG(ASSETS__\$M_)+BL_RB +BLCB+TR_BDSF+TR_EDPM+TR_EF+T R_EPWS+TR_IF+TR_DPA+INTER)	-0.064458	0.076499	-0.842592	0.3995
NUM2011*(LOG(ASSETS__\$M_)+BL_RB +BLCB+TR_BDSF+TR_EDPM+TR_EF+T R_EPWS+TR_IF+TR_DPA+INTER)	-0.078197	0.077760	-1.005616	0.3147
NUM2012*(LOG(ASSETS__\$M_)+BL_RB +BLCB+TR_BDSF+TR_EDPM+TR_EF+T R_EPWS+TR_IF+TR_DPA+INTER)	-0.045144	0.080549	-0.560452	0.5752
NUM2013*(LOG(ASSETS__\$M_)+BL_RB +BLCB+TR_BDSF+TR_EDPM+TR_EF+T R_EPWS+TR_IF+TR_DPA+INTER)	-0.144194	0.078551	-1.835665	0.0665
NUM2015*(LOG(ASSETS__\$M_)+BL_RB +BLCB+TR_BDSF+TR_EDPM+TR_EF+T R_EPWS+TR_IF+TR_DPA+INTER)	-0.084562	0.108192	-0.781597	0.4345
NUM2016*(LOG(ASSETS__\$M_)+BL_RB +BLCB+TR_BDSF+TR_EDPM+TR_EF+T R_EPWS+TR_IF+TR_DPA+INTER)	-6.03E-05	4.24E-05	-1.422587	0.1549
R-squared	0.171814	Mean dependent var	0.974108	
Adjusted R-squared	0.162723	S.D. dependent var	2.126676	
S.E. of regression	1.874948	Akaike info criterion	4.106894	
Sum squared resid	14852.69	Schwarz criterion	4.182759	
Log likelihood	-8729.540	Hannan-Quinn criter.	4.133695	
F-statistic	25.49945	Durbin-Watson stat	1.805830	
Prob(F-statistic)	0.000000	Wald F-statistic	23.12562	
Prob(Wald F-statistic)	0.000000			

## Annexe n°6 : Résultats de l'estimation des coefficients dans le modèle de la fréquence

### *Estimation du modèle Poisson tronqué avec composante de régression*

Truncated Poisson regression	Number of obs	=	4,133
Truncation point: 0	LR chi2(35)	=	4329.34
	Prob > chi2	=	0.0000
Log likelihood = -1494.0555	Pseudo R2	=	0.5916

NombredeLossAmountM	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
individualism	-.0018937	.0034118	-0.56	0.579	-.0085808	.0047934
F	-.8260435	.6567095	-1.26	0.208	-2.11317	.4610834
G	-.4894215	.4684385	-1.04	0.296	-1.407544	.4287012
H	-.7801584	.5444115	-1.43	0.152	-1.847185	.2868686
I	-.788677	.483497	-1.63	0.103	-1.736314	.1589597
J	-.5826906	.4384174	-1.33	0.184	-1.441973	.2765918
K	-.7960427	.4867695	-1.64	0.102	-1.750093	.158008
L	-.4300208	.3954092	-1.09	0.277	-1.205009	.344967
M	-.4907161	.3960387	-1.24	0.215	-1.266938	.2855054
N	-.3626405	.3747464	-0.97	0.333	-1.09713	.371849
O	-.4776744	.3822211	-1.25	0.211	-1.226814	.2714651
P	-.1493607	.3694569	-0.40	0.686	-.873483	.5747616
Q	-.1887222	.3669036	-0.51	0.607	-.9078402	.5303957
R	.0492846	.3542638	0.14	0.889	-.6450597	.743629
S	-.1579385	.355751	-0.44	0.657	-.8551977	.5393207
T	-.2210689	.3560955	-0.62	0.535	-.9190032	.4768655
U	-.2187445	.3549655	-0.62	0.538	-.9144642	.4769751
V	-.3757495	.3599473	-1.04	0.297	-1.081233	.3297343
W	-.4026551	.3701924	-1.09	0.277	-1.128219	.3229087
Y	-.9211735	.4972746	-1.85	0.064	-1.895814	.0534667
Z	-.0002122	.0001903	-1.12	0.265	-.0005851	.0001606
SA	-1.729942	1.001535	-1.73	0.084	-3.692915	.2330315
BLRB	-.4392278	.0693226	-6.34	0.000	-.5750976	-.3033579
BLCB	-.9021771	.1415772	-6.37	0.000	-1.179663	-.6246909
TRIF	-1.973211	.14496	-13.61	0.000	-2.257328	-1.689095
TREF	-1.293145	.0905394	-14.28	0.000	-1.470599	-1.115691
TREPWS	-2.269802	.7055061	-3.22	0.001	-3.652569	-.8870354
TRCPBP	-1.635059	.1324695	-12.34	0.000	-1.894694	-1.375423
TRDPA	-2.948046	.9985492	-2.95	0.003	-4.905166	-.9909255
TRBDSF	-2.522151	.9946116	-2.54	0.011	-4.471554	-.5727478
TREDPM	-2.061781	.5018136	-4.11	0.000	-3.045318	-1.078244
SJ2	.3661276	.1074833	3.41	0.001	.1554643	.576791
logrevenue	.6811695	.0398138	17.11	0.000	.6031359	.7592031
PIB	1.74e-14	6.23e-15	2.80	0.005	5.21e-15	2.96e-14
RuleofLawEstimate	-.2803158	.0848289	-3.30	0.001	-.4465775	-.1140542
HORSdomicile	-.7903827	.1234664	-6.40	0.000	-1.032372	-.548393
_cons	-1.658762	.4232948	-3.92	0.000	-2.488405	-.8291196

### *Estimation du modèle binomial négatif avec composante de régression*

Truncated negative binomial regression	Number of obs	=	4,133
Truncation point: 0	LR chi2(16)	=	1945.31
Dispersion = mean	Prob > chi2	=	0.0000
Log likelihood = -1536.9803	Pseudo R2	=	0.3876

NombredeLossAmountM	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
AS	.5599949	.1846059	3.03	0.002	.1981739	.9218158
MENA	.0529472	.4970419	0.11	0.915	-.921237	1.027131
USA	.0376865	.2419629	0.16	0.876	-.436552	.5119251
BLRB	-.4840609	.0680463	-7.11	0.000	-.6174293	-.3506926
BLCB	-1.041199	.1394266	-7.47	0.000	-1.314471	-.7679284
TRIF	-1.837697	.1430119	-12.85	0.000	-2.117996	-1.557399
TREF	-1.180172	.0879134	-13.42	0.000	-1.35248	-1.007865
TREPWS	-2.280778	.704362	-3.24	0.001	-3.661302	-.9002541
TRCPBP	-1.582972	.1305017	-12.13	0.000	-1.838751	-1.327194
TREDPM	-2.002611	.5006141	-4.00	0.000	-2.983797	-1.021426
DOMICLE	-.3462004	.1439068	-2.41	0.016	-.6282526	-.0641482
HORSdomicile	-1.077834	.1831535	-5.88	0.000	-1.436808	-.7188597
SJ2	.5026617	.1644317	3.06	0.002	.1803815	.8249419
logrevenue	.7254001	.0404165	17.95	0.000	.6461851	.804615
PIB	2.06e-14	1.79e-14	1.15	0.249	-1.45e-14	5.57e-14
RuleofLawEstimate	-.2592688	.0858887	-3.02	0.003	-.4276076	-.0909299
individualism	.0063922	.004963	1.29	0.198	-.0033352	.0161196
uncertaintyavoidance	.0081796	.0031411	2.60	0.009	.0020231	.014336
_cons	-3.166077	.442457	-7.16	0.000	-4.033277	-2.298878
/lnalpha	-98.63101	.			.	.
alpha	1.46e-43	.			.	.

LR test of alpha=0: chibar2(01) = 0.00

Prob &gt;= chibar2 = 1.000

## Annexe n°7 : L'intervalle de temps entre la découverte et la reconnaissance des pertes opérationnelles

### - Modèle poisson : Base de données interne de la banque Marocaine X

Iteration 0: log likelihood = -76213.451  
 Iteration 1: log likelihood = -76196.968  
 Iteration 2: log likelihood = -76196.963

Poisson regression	Number of obs	=	205
	LR chi2(5)	=	50672.73
	Prob > chi2	=	0.0000
Log likelihood = -76196.963	Pseudo R2	=	0.2495

IDR	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
TREF	-.4264791	.0083299	-51.20	0.000	-.4428055	-.4101528
TRIF	-.9905394	.0191495	-51.73	0.000	-1.028072	-.9530071
TRCPBP	-1.651134	.0100519	-164.26	0.000	-1.670835	-1.631432
TREDPM	-.1452296	.0079179	-18.34	0.000	-.1607484	-.1297108
Lossdh	5.18e-08	4.58e-10	113.05	0.000	5.09e-08	5.27e-08
_cons	7.072978	.0068335	1035.05	0.000	7.059584	7.086371

- **Modèle Poisson : base de données SAS OpRisk**

```
Iteration 0: log likelihood = -1.202e+08
Iteration 1: log likelihood = -1.173e+08 (backed up)
Iteration 2: log likelihood = -41794354 (backed up)
Iteration 3: log likelihood = -11169847
Iteration 4: log likelihood = -5004240.4
Iteration 5: log likelihood = -3443069.1
Iteration 6: log likelihood = -3367847.4
Iteration 7: log likelihood = -3366422.5
Iteration 8: log likelihood = -3366420.4
Iteration 9: log likelihood = -3366420.4
```

```
Poisson regression                               Number of obs   =      3,161
                                                  LR chi2(10)     = 6980735.40
                                                  Prob > chi2     =      0.0000
Log likelihood = -3366420.4                    Pseudo R2      =      0.5090
```

IDR	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
LossM	.0000802	1.18e-07	678.37	0.000	.000008 .0000804
EU	.0953366	.000273	349.20	0.000	.0948015 .0958718
USA	.1517626	.0001645	922.82	0.000	.1514403 .1520849
AF	.0424924	.0012047	35.27	0.000	.0401312 .0448536
SA	.7288049	.0015153	480.95	0.000	.7258349 .7317749
EASTEU	.1663472	.0008369	198.78	0.000	.164707 .1679874
AS	.1438001	.0001458	986.11	0.000	.1435143 .144086
TREPWS	.6413091	.0010055	637.81	0.000	.6393384 .6432798
TREDEPM	.4560068	.0007974	571.84	0.000	.4544439 .4575698
TRCPBP	.0612299	.0003478	176.04	0.000	.0605482 .0619116
_cons	7.369738	.0004506	1.6e+04	0.000	7.368855 7.370621

```
. poisgof
```

```
Deviance goodness-of-fit = 6704770
Prob > chi2(3150) = 0.0000
```

```
Pearson goodness-of-fit = 9094839
Prob > chi2(3150) = 0.0000
```

```
. estat gof
```

```
Deviance goodness-of-fit = 6704770
Prob > chi2(3150) = 0.0000
```

```
Pearson goodness-of-fit = 9094839
Prob > chi2(3150) = 0.0000
```

- **Modèle BN avec composante de régression : Base de données interne de la banque  
Marocaine X**

Fitting full model:

Iteration 0: log likelihood = -1488.3694  
 Iteration 1: log likelihood = -1485.7954  
 Iteration 2: log likelihood = -1485.5611  
 Iteration 3: log likelihood = -1485.5603  
 Iteration 4: log likelihood = -1485.5603

Negative binomial regression	Number of obs	=	205
	LR chi2(4)	=	36.44
Dispersion = mean	Prob > chi2	=	0.0000
Log likelihood = -1485.5603	Pseudo R2	=	0.0121

IDR	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
TREPWS	.4964727	.383738	1.29	0.196	-.2556399	1.248585
TREDPM	.3859997	.2664304	1.45	0.147	-.1361943	.9081937
TRCPBP	-.9970992	.2475162	-4.03	0.000	-1.482222	-.5119763
Lossdh	5.53e-08	3.20e-08	1.73	0.084	-7.50e-09	1.18e-07
_cons	6.525608	.2082379	31.34	0.000	6.117469	6.933747
/lnalpha	.6512009	.0840674			.4864318	.81597
alpha	1.917843	.161228			1.626502	2.261368

LR test of alpha=0: chibar2(01) = 1.5e+05

Prob >= chibar2 = 0.000

- **Modèle BN avec composante de régression : Base de données externe SAS OpRisk**

Fitting full model:

Iteration 0: log likelihood = -27370.091  
 Iteration 1: log likelihood = -27048.354  
 Iteration 2: log likelihood = -27030.044  
 Iteration 3: log likelihood = -27029.846  
 Iteration 4: log likelihood = -27029.846

Negative binomial regression	Number of obs	=	3,161
	LR chi2(10)	=	1737.49
Dispersion = mean	Prob > chi2	=	0.0000
Log likelihood = -27029.846	Pseudo R2	=	0.0311

IDR	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
LossM	.000116	.0000272	4.27	0.000	.0000628	.0001693
EU	.2963761	.0312054	9.50	0.000	.2352146	.3575376
USA	.2715091	.0159575	17.01	0.000	.240233	.3027852
AF	.0448522	.0480128	0.93	0.350	-.0492511	.1389555
SA	.3617226	.1043382	3.47	0.001	.1572235	.5662217
EASTEU	.1608458	.0431348	3.73	0.000	.0763032	.2453884
AS	.2902768	.0203548	14.26	0.000	.2503822	.3301714
TREPWS	.4128408	.0903463	4.57	0.000	.2357654	.5899163
TREDPM	.4527394	.0766151	5.91	0.000	.3025765	.6029023
TRCPBP	.287091	.0266588	10.77	0.000	.2348407	.3393413
_cons	6.982929	.0267376	261.17	0.000	6.930525	7.035334
/lnalpha	-.1156624	.0225278			-.159816	-.0715087
alpha	.8907759	.0200672			.8523006	.9309882

LR test of alpha=0: chibar2(01) = 6.7e+06

Prob >= chibar2 = 0.000

## IDR

---

	Percentiles	Smallest		
1%	1	0		
5%	1	0		
10%	1	1	Obs	205
25%	44	1	Sum of Wgt.	205
50%	394		Mean	736.0537
		Largest	Std. Dev.	900.7152
75%	949	3232		
90%	2148	3469	Variance	811287.9
95%	2899	3821	Skewness	1.52368
99%	3469	3821	Kurtosis	4.63409

## Table des matières

Résumé .....	i
Abstract .....	ii
Sommaire .....	iii
Liste des Abréviations et des Acronymes .....	vii
Introduction générale.....	1
1. Présentation du contexte général de la thèse .....	3
2. Problématique et objectifs de la recherche.....	5
3. Positionnement épistémologique.....	8
4. Intérêt et déroulement de la recherche .....	11
5. Organisation de la thèse .....	12
Chapitre I : Cadre théorique de la recherche sur le risque opérationnel bancaire.....	18
Introduction du premier chapitre .....	20
1. Étymologie et terminologie liées au risque et au risque opérationnel.....	22
1.1. La notion du risque : une origine floue et une étymologie controversée.....	22
1.2. Comprendre la notion de risque au travers de son réseau de corrélats .....	24
1.3. Les risques en entreprise .....	28
1.4. Le Risque Opérationnel : un risque par nature multiforme .....	31
2. Cadre réglementaire et risque opérationnel.....	34
2.1. La Singularité du système bancaire .....	35
2.2. Le Risque Opérationnel : grand absent du premier comité de Bâle.....	37
2.3. La définition du risque opérationnel proposée par la réglementation bancaire : définition jugée incomplète.....	38
2.4. L'apport du comité de Bâle concernant le risque opérationnel .....	42
2.4.1. Les lignes métiers du risque opérationnel définis par Bâle II .....	43
2.4.2. La typologie des risques opérationnels selon le comité de Bâle .....	43
3. Scandales financiers liés aux risques opérationnels .....	46
3.1. La Barings Banks et les leçons du risque opérationnel.....	47
3.2. La crise des Subprimes .....	49
3.3. L'affaire Kerviel .....	51

Schéma récapitulatif du premier chapitre .....	52
Conclusion du premier chapitre.....	53
Chapitre II : Quantification du risque opérationnel des institutions bancaires .....	55
Introduction du chapitre II.....	57
1. Approches de quantification du risque opérationnel proposées par le comité de Bâle .	59
1.1. L'importance d'une bonne quantification dans le processus de gestion du risque opérationnel.....	59
1.2. Les travaux de Bâle : les trois Piliers.....	64
1.2.1. Pilier I : l'exigence de fonds propres consacrée aux risques opérationnels ...	64
1.2.1.1. La Méthode de Base : L'indicateur de base (BIA) .....	65
1.2.1.2. <i>L'approche Standard</i> .....	66
1.2.1.3. <i>Les Approches de Mesures Avancées (AMA)</i> .....	67
1.2.1.4. <i>Les propositions du nouveau comité de Bâle : la méthode SMA</i> .....	69
1.2.2. Pilier II : la procédure de surveillance prudentielle.....	70
1.2.3. Pilier III : la discipline de marché .....	71
1.3. L'évolution du cadre réglementaire de Bâle et l'impact sur le risque opérationnel ..	71
2. Éléments nécessaires pour une meilleure quantification du risque opérationnel .....	74
2.1. Data interne à la banque.....	78
2.1.1. Les critères des données internes .....	78
2.1.2. Les lacunes des données internes à la banque.....	79
2.2. Données externes : sources et biais.....	80
2.2.1. Les sources de données externes .....	81
2.2.2. Les biais potentiels des données externes.....	84
2.3. La mise à échelle de la sévérité et la fréquence des pertes opérationnelles provenant de la base de données externes.....	86
2.3.1. Le jumelage des deux bases de données interne et externe .....	86
2.3.2. L'utilisation des données externes pour le développement des approches par scénarios sous-tendant la simulation de crise.....	89
2.3.2.1. <i>L'analyse de sensibilité (« Sensitivity Analysis »)</i> .....	90
2.3.2.2. <i>L'analyse de scénario (« Scenario Analysis »)</i> .....	90
2.3.2.3. <i>La simulation de crise inversée (« Reverse Stress Testing »)</i> .....	91
2.4. Schéma récapitulatif.....	92
3. Réglementation bancaire marocaine et risque opérationnel.....	93

4. État de l'art des travaux empiriques sur les pertes opérationnelles dans le cadre de Bâle	97
Conclusion du chapitre II .....	101
Chapitre III : Facteurs déterminants du risque opérationnel bancaire.....	103
Introduction du chapitre III .....	105
1. Environnement de l'institution financière : source du risque bancaire .....	106
1.1. Notion de l'environnement et ses variantes .....	106
1.2. Analyse de l'environnement interne et externe d'une banque.....	108
2. Revue de la littérature sur les facteurs déterminants du risque opérationnel .....	111
2.1. Facteurs spécifiques à la banque .....	113
2.1.1. La taille comme déterminant du risque opérationnel .....	113
2.1.2. Les lignes d'affaires comme facteurs du risque opérationnel .....	115
2.1.3. Les types de risques comme déterminants du risque opérationnel.....	116
2.1.4. Synthèse et formulation des hypothèses .....	117
2.1.4.1. <i>La taille</i> .....	117
2.1.4.2. <i>Les lignes d'affaires</i> .....	118
2.1.4.3. <i>Les types de risques</i> .....	119
2.2. Déterminants macro-environnementaux des pertes opérationnelles.....	119
2.2.1. Le lieu géographique comme déterminant du risque opérationnel.....	121
2.2.2. Facteurs environnementaux à caractère économique .....	123
2.2.2.1. <i>Comportement cyclique hypothétique des pertes opérationnelles</i> .....	123
2.2.2.2. <i>Le taux de chômage autant que déterminant des pertes opérationnelles</i> .	126
2.2.2.3. <i>Autres facteurs macroéconomiques comme déterminant du risque</i>	
<i>opérationnel</i> .....	127
2.2.3. Le système juridique comme déterminant du risque opérationnel .....	127
2.2.3.1. <i>L'origine du système juridique</i> .....	128
2.2.3.2. <i>La qualité et le degré d'application de la loi</i> .....	130
2.2.3.3. <i>La relation Loi/Finance, Loi /Risque Opérationnel</i> .....	130
2.2.4. Synthèse et formulation des hypothèses .....	133
2.2.4.1. <i>Le lieu géographique</i> .....	133
2.2.4.2. <i>Les facteurs macroéconomiques</i> .....	134
2.2.4.3. <i>L'origine du système juridique</i> .....	135
2.3. Gouvernance comme facteur du risque opérationnel.....	136
2.3.1. Les indicateurs de gouvernance.....	139

2.3.2.	La gouvernance d'entreprise interne .....	141
2.2.3.	Synthèse et formulation des hypothèses.....	142
3.	Facteur humain : source du risque opérationnel.....	143
3.1.	Risques opérationnels : fabriqués ou subis ? .....	144
3.1.1.	L'erreur humaine à caractère involontaire.....	144
3.1.2.	L'erreur humaine à caractère volontaire.....	145
3.2.	Développement de la créativité des experts et émergence de risques nouveaux .	147
3.2.1.	La banque aux mains des experts créatifs : d'une bureaucratie professionnelle vers une bureaucratie d'experts guidée par une créativité risquée .....	147
3.2.2.	La créativité des experts : facteur de risque et facteur de résilience .....	150
3.3.	Dimension culturelle du risque opérationnel .....	152
3.4.	Synthèse et formulation des hypothèses .....	153
	Conclusion du chapitre III.....	159
	Chapitre IV : Démarche méthodologique .....	160
	Introduction du chapitre IV .....	162
1.	Présentation du protocole et des instruments de la recherche empirique.....	164
1.1.	La voie du test.....	164
1.2.	Collecte des données.....	165
1.3.	Démarche de l'étude empirique .....	166
2.	Description de la base de données externe : SAS OPERATIONAL RISK DATA ....	168
2.1.	Les caractéristiques de la base de données SAS .....	168
2.2.	Le type des données : Pooled Cross-section Data.....	169
3.	Description et codification des variables explicatives .....	171
3.1.	Les variables dépendantes.....	171
3.1.1.	L'évolution de la fréquence des pertes opérationnelles.....	172
3.1.2.	L'évolution des montants des pertes opérationnelles .....	173
3.2.	Les variables explicatives .....	175
3.2.1.	Les variables spécifiques à la banque .....	175
3.2.1.1.	<i>La taille</i> .....	175
3.2.1.2.	<i>Les types de risques</i> .....	177
3.2.1.3.	<i>Les lignes d'affaires</i> .....	180
3.2.2.	Les variables liées à l'environnement où la banque opère .....	182
3.2.2.1.	<i>Le lieu géographique</i> .....	182
3.2.2.2.	<i>Le système juridique comme indicateur du risque opérationnel</i> .....	190

3.2.2.3. <i>Les variables macroéconomiques</i> .....	192
3.2.2.4. <i>Les indicateurs de gouvernance</i> .....	193
3.2.2.5. <i>Les facteurs culturels</i> .....	194
3.2.2.6. <i>Autres variables</i> .....	195
Conclusion du chapitre IV.....	197
Chapitre V : Facteurs déterminants de la sévérité des pertes opérationnelles : Évidence empirique.....	199
Introduction du chapitre V .....	201
1. Présentation de la méthode des Moindres Carrés et sa procédure d'estimation .....	203
1.1. Le modèle de Régression multiple.....	203
1.1.1. Présentation du modèle linéaire général .....	203
1.1.2. Hypothèses et propriétés d'estimateurs de la méthode des moindres carrés ordinaire	204
1.1.3. Qualité de l'ajustement .....	206
1.2. Le problème de multi-colinéarité et les techniques de sélection du modèle optimal	207
1.2.1. Problème de colinéarité .....	207
1.2.2. Sélection du modèle optimal .....	210
1.3. Les problèmes liés au non-respect des hypothèses .....	212
1.3.1. L'Auto-corrélation des erreurs .....	212
1.3.2. L'Hétéroscédasticité .....	215
2. Schématisation des étapes parcourues pour l'estimation des paramètres de la régression linéaire de la sévérité des pertes .....	218
3. Résultats de l'estimation des paramètres de la régression linéaire pour la sévérité des pertes.....	221
3.1. La régression linéaire .....	221
3.2. Test d'hétéroscédasticité .....	224
3.3. Test d'auto corrélation des erreurs.....	225
3.4. Estimation par méthode Newey West.....	227
3.5. Examen de la multi-colinéarité .....	231
4. Interprétation des résultats .....	234
4.1. Analyse statistique des résultats de l'estimation.....	234
4.1.1. Test de significativité individuelle : test de Student.....	234
4.1.2. Test de significativité globale : test de Fisher .....	239

4.1.3. Qualité d'ajustement du modèle .....	240
4.2. Analyse économique des résultats de l'estimation .....	240
5. Robustesse du modèle .....	246
Conclusion du chapitre V .....	252
Chapitre VI : Facteurs déterminants de la fréquence des pertes opérationnelles : Évidence empirique.....	255
Introduction du chapitre VI.....	257
1. Description du modèle .....	258
1.1. Justification du choix du modèle .....	258
1.2. Modèle Poisson tronqué avec composante de régression .....	261
1.3. Modèle Binomial négatif tronqué avec composante de régression.....	264
2. Présentation des résultats .....	265
3. Interprétation des résultats .....	271
3.1. Test de significativité individuelle.....	271
3.2. Analyse économique .....	275
Conclusion du chapitre VI.....	278
Chapitre VII : Amélioration de la gestion des risques opérationnels via la mise à échelle d'une base de données de pertes externe – cas d'une banque Marocaine -.....	280
Introduction du chapitre VII.....	282
1. Analyse de la base de données interne .....	285
1.1. Statistiques descriptives de la base de données .....	286
1.2. Impact du montant des pertes sur l'intervalle entre la découverte et la reconnaissance de la perte opérationnelle.....	289
1.2.1. Définition de l'intervalle entre la découverte et la reconnaissance des pertes opérationnelles .....	290
1.2.2. Description du modèle.....	292
1.2.3. Discussion des résultats .....	296
2. Application du modèle de mise à échelle de la sévérité des pertes opérationnelles ...	298
2.1. Procédure de la mise à échelle de la sévérité.....	298
2.2. Impact des variables de mise à l'échelle sur les montants des pertes .....	305
3. Application du modèle de mise à échelle de la fréquence des pertes opérationnelles	309
3.1. Étapes de la mise à échelle de la fréquence des pertes .....	309

3.2. Impact des variables prises en considération dans la mise à l'échelle sur la fréquence des pertes .....	312
Conclusion du chapitre VII .....	315
Conclusion générale .....	317
Références Bibliographiques.....	327
Ouvrages .....	328
Articles et Rapports .....	334
Thèses et Mémoires .....	345
Références électroniques .....	346
Liste des figures, tableaux, équations et encadrés.....	348
Liste des Figures .....	349
Liste des Tableaux .....	351
Liste des Équations .....	353
Liste des Encadrés .....	353
Annexes .....	354
Annexe n°1 : La typologie des risques opérationnels.....	355
Annexe n°2 : Les éléments de la base de données externe SAS OP Risk.....	356
Annexe n°3 : Les plus grandes pertes opérationnelles enregistrées .....	359
Annexe n°4 : Statistiques descriptives sur les données de la base de données externe.....	362
Annexe n°5 : Résultats de l'estimation des paramètres de la régression linéaire (Chapitre VI).....	374
<i>Estimation par moindres carrées ordinaire</i> .....	374
<i>Estimation Newey-West</i> .....	380
Test de VIF .....	390
Test de Robustesse du modèle .....	394
Annexe n°6 : Résultats de l'estimation des coefficients dans le modèle de la fréquence ..	402
<i>Estimation du modèle Poisson tronqué avec composante de régression</i> .....	402
<i>Estimation du modèle binomial négatif avec composante de régression</i> .....	403
Annexe n°7 : L'intervalle de temps entre la découverte et la reconnaissance des pertes opérationnelles.....	404



## Résumé

Suite à la réglementation bancaire établie par le comité de Bâle, les banques sont invitées à quantifier le risque opérationnel en combinant des données internes et externes de pertes. Le recours à des données de pertes externes s'avère essentiel pour compléter les données internes et surtout pour réduire l'effet « surprise ». Cependant, les données externes proviennent de banques de caractéristiques différentes d'où la nécessité d'une mise à l'échelle afin de rendre les données externes homogènes aux données internes. La présente thèse propose des solutions quant au problème d'utilisation des données externes de pertes opérationnelles qui souffre du biais de l'échelle en introduisant de nouveaux déterminants du risque opérationnel comme facteurs d'échelles.

Dans une première étape, nous mettons en place un modèle explicatif des montants de pertes incluant des facteurs spécifiques à la banque ainsi que divers indicateurs réglementaires, juridiques, géographiques économiques et culturels. Cette modélisation a été effectuée en se basant sur un échantillon de données de plus de 5000 pertes rapportées par le SAS OPRISK consortium. Les résultats de l'estimation par la méthode de Newey-West montrent que ces variables ont un pouvoir statistiquement significatif dans l'explication des montants de pertes. Dans une seconde étape, nous nous focalisons sur les facteurs déterminants de la fréquence des pertes opérationnelles afin de développer cette fois-ci, un deuxième modèle pour la mise à l'échelle des fréquences des pertes qui pourraient avoir lieu durant une période déterminée à partir des données externes. Pour la modélisation, le choix s'est porté sur le modèle de poisson tronqué avec composante de régression ainsi que le modèle binomial négatif avec composante de régression puisqu'il s'agit de données de comptage.

Finalement, les facteurs déterminants du risque opérationnel, permettant d'expliquer la sévérité et la fréquence des pertes opérationnelles, sont retenus pour le développement d'une formule de normalisation. Il est donc possible de calculer l'équivalent de la sévérité d'une perte opérationnelle observée dans l'industrie et aussi de générer les fréquences des pertes extrêmes sur un horizon déterminé, même lorsque la banque étudiée n'a pas suffisamment de données. Nous validons notre méthode à travers le cas d'une banque marocaine en démontrant la façon dont une base de données externe peut être utilisée pour développer, analyser des scénarios et prévoir d'autres événements de pertes opérationnelles susceptibles de se reproduire.

**Mots clés :** Risque opérationnel, Banque, Gestion du risque opérationnel, Accords de Bâle, Bases de données internes et externes, Pooled cross section data, Mise à l'échelle, Analyse de scénarios.