UNIVERSITE CATHOLIQUE DE LOUVAIN

LOUVAIN SCHOOL OF MANAGEMENT

Étude de deux mesures de risque systémique (*MES* et *ΔCoVaR*) appliquées aux entreprises participant au marché de l'énergie en Belgique

Promoteur : **Prof. Sophie Béreau**

Mémoire-recherche présenté par **Jérôme Wery**

en vue de l'obtention du titre de
Master en ingénieur de gestion

ANNEE ACADEMIQUE 2014-2015

« Les batailles de la vie ne sont pas gagnées par les plus forts ni par les plus rapides, mais par ceux qui n'abandonnent jamais »

Feu Hassan II

REMERCIEMENTS

Je voudrais remercier toutes les personnes qui m'ont encouragé et soutenu tout au long de la réalisation de ce mémoire de par leur expertise, leurs conseils et leur soutien.

Merci,

À ma promotrice, Madame Sophie Béreau, pour ses commentaires éclairés sur mon travail de recherche et ses encouragements répétés lors de nos différentes rencontres.

À l'ensemble des professeurs et assistants qui m'ont enseigné leur savoir-faire tout au long de ces cinq années d'études, et un remerciement particulier à Monsieur Zountcheme, assistant à la Louvain School of Management, pour son aide précieuse pour le codage de mes données.

À Monsieur Grégory Guilmin, doctorant au Center for Research in Finance and Management (CeReFiM) et à Madame Diane Pierret, professeur de finance à l'université d'HEC en Suisse, pour le partage de leurs codes informatiques concernant leur recherche sur le sujet.

À Madame Chantal de Moerloose pour ses conseils et son expertise en ce qui concerne la rédaction du mémoire.

À ma famille et amis qui m'ont accompagné et encouragé lors de la réalisation de ce travail qui concrétise mon apprentissage universitaire.

II.

Résumé

La problématique de ce travail de recherche était d'étudier deux mesures de risque systémique en ce qui concerne les entreprises énergétiques qui participent au marché de l'énergie en Belgique. Ainsi, le but de ce mémoire était de se demander si les différentes entreprises qui participent à ce marché sont systémiques ou non au travers d'une étude relative de deux mesures de marché de risque systémique que sont la *Marginal Expected Shortfall* (*MES*) et la *Conditional Value-at-Risk* (*ΔCoVaR*). Notre méthodologie consistait à estimer empiriquement sur données réelles ces deux mesures de risque systémique ; nous avons donc appliqué une méthodologie existante à un domaine nouveau (la Belgique). Les entreprises choisies ont été divisées en trois catégories distinctes : les entreprises belges de transport et de gestion d'énergie, les entreprises électriques et gazières mondiales et les entreprises pétrolières mondiales. Cette étude aura révélé que les entreprises du marché belge sont moins systémiques que les entreprises électriques et gazières mondiales et les entreprises pétrolières mondiales. De plus, ces deux derniers types d'entreprises sont presque aussi systémiques l'un que l'autre, c'est pourquoi les étudier conjointement reste essentiel de nos jours. Par ailleurs, les deux entreprises les plus systémiques de la recherche étaient ENI et Total. Nous avons également repéré trois périodes distinctes lors de nos analyses (la période avant crise, celle pendant la crise des *subprimes* et celle après crise), ainsi que trois types d'évènements systémiques : ceux relatifs à la crise des *subprimes,* ceux relatifs à la crise de la dette en Europe et ceux concernant les inquiétudes sur les marchés américains en 2011 avec des indicateurs économiques au plus bas et la crainte d'une nouvelle période de récession.

IV.

Table des matières

Table des matières ____ V

Introduction générale ____ 1

Partie 1 - Revue de littérature ____ 5

Chapitre 1 : Partie conceptuelle ____ 5

Section 1 : Définition du risque systémique ____ 5

Section 2 : Utilisation du risque systémique dans le marché de l'énergie ____ 7

Paragraphe 1 : Comment définir le(s) marché(s) de l'énergie ? ____ 8

Paragraphe 2 : Quels sont les acteurs du marché de l'énergie ? ____ 11

Section 3 : Sources et impacts du risque systémique dans le marché de l'énergie ____ 11

Paragraphe 1 : Quelles sont les sources du risque systémique dans le marché de l'énergie ? ____ 12

Paragraphe 2 : Quels sont les impacts d'une crise énergétique dans le marché de l'énergie ? ____ 14

Section 4 : Mesures de risque systémique utilisées ____ 17

Paragraphe 1 : *Marginal Expected Shortfall (MES)* ____ 18

Paragraphe 2 : *Conditional Value-at-Risk (ΔCoVaR)* ____ 21

Partie 2 - Application empirique ____ 27

Chapitre 2 : Données utilisées pour l'application empirique ____ 27

Section 1 : Choix des entreprises ____ 27

Paragraphe 1 : Entreprises de transport et de gestion d'énergie ____ 29

Paragraphe 2 : Entreprises électriques et gazières ____ 30

Paragraphe 3 : Entreprises pétrolières ____ 32

Section 2 : Données concernant la *MES* ____ 33

Section 3 : Données concernant la *ΔCoVaR* ____ 34

Chapitre 3 : Résultats de l'application empirique ____ 37

Section 1 : Tendances dans les rendements du système ____ 37

Section 2 : Résultats concernant la *MES* ____ 42

Paragraphe 1 : Entreprises de transport et de gestion d'énergie ____ 43

Paragraphe 2 : Entreprises électriques et gazières ____ 45

Paragraphe 3 : Entreprises pétrolières ____ 48

Paragraphe 4 : Comparaison des résultats ____ 51

Section 3 : Résultats concernant la *ΔCoVaR* ____ 54

Paragraphe 1 : Entreprises de transport et de gestion d'énergie ____ 55

Paragraphe 2 : Entreprises électriques et gazières ____ 57

Paragraphe 3 : Entreprises pétrolières ____ 59

Paragraphe 4 : Comparaison des résultats ____ 62

Section 4 : Comparaison des résultats des mesures de risque systémique ____ 64

Chapitre 4 : Discussions ____ 69

Section 1 : Résumé des principaux résultats ____ 69

Section 2 : Contribution du travail à la recherche ____ 70

Section 3 : Limites et extensions ____ 71

Conclusion générale ____ 75

Bibliographie 79

Annexes 93

Annexe 1 : Régression EUROPO - LIBOR 93

Annexe 2 : Tendances dans les rendements du système 94

Annexe 3 : Données concernant la *MES* 95

Annexe 3.1 : Codage de la *MES* 95

Annexe 3.2 : Résultats entreprise par entreprise des *MES* 97

Annexe 3.2.1 : Élia 97

Annexe 3.2.2 : Exmar 100

Annexe 3.2.3 : Fluxys Belgium 103

Annexe 3.2.4 : Hamon Group 106

Annexe 3.2.5 : Engie 109

Annexe 3.2.6 : EDF 112

Annexe 3.2.7 : Direct Énergie 115

Annexe 3.2.8 : ENI 118

Annexe 3.2.9 : RWE 121

Annexe 3.2.10 : General Electric 124

Annexe 3.2.11 : Total FP 127

Annexe 3.2.12 : Shell 130

Annexe 3.2.13 : BP 133

Annexe 3.2.14 : Exxon Mobil 136

Annexe 4 : Données concernant la *ΔCoVaR* 138

Annexe 4.1 : Codage de la *ΔCoVaR* 138

Annexe 4.2 : Résultats catégorie par catégorie des *ΔCoVaR* 141

Annexe 4.2.1 : Entreprises de transport et de gestion d'énergie 141

Annexe 4.2.2 : Entreprises électriques et gazières 142

Annexe 4.2.3 : Entreprises pétrolières 143

Introduction générale

Depuis la **crise financière des *subprimes* de 2007-2008**, l'étude du **risque systémique** est devenue importante**.** L'effet ricochet de cette dernière sur le système financier a en effet souligné la nécessité de comprendre ce type de risque en prenant en compte ses externalités : celles imposées par une institution sur les autres et sur le système financier en entier, et à l'inverse celles imposées par le système sur les institutions (Pierret, 2013, p. 2 ; Tieben et al., 2011, p. 1). Naturellement, le risque systémique fut d'abord étudié dans le **monde de la finance,** suite à la crise financière entrainée par la faillite de la banque Lehman Brothers. Ce monde présente en effet un lien très fort avec la création du risque systémique : les banques et plus globalement tous les intermédiaires financiers sont des acteurs clés du système économique car ils financent la consommation et les investissements de la plupart des autres acteurs de ce système (Tieben et al., 2011, p.7).

Jusqu'il y a peu, l'impact des secteurs autres que celui de la finance sur l'économie réelle était surtout abordé au travers de leur contagion *via* le secteur financier. Cependant, depuis 2012, l'étude du risque systémique devint plus générale et celle-ci s'est naturellement tournée vers le **marché de l'énergie** qui, comme Pierret le souligne (2013, p. 2), présente une analogie marquée avec le monde de la finance : ces deux secteurs sont indispensables à tous ceux du système économique et la pénurie de l'un ou l'autre peut engendrer de sérieux dommages sur l'économie réelle. Dès lors, nous avons décidé, en accord avec ma directrice de mémoire, d'étudier le risque systémique dans le marché de l'énergie en Belgique. Ce marché belge est composé de peu d'entreprises cotées en bourse à Bruxelles et qui ont leur siège en Belgique. En effet, nous n'avons recensé que quatre entreprises actives comme gestionnaires ou transporteurs d'énergie ; la plupart des autres entreprises présentes sur le territoire belge font partie de magnats énergétiques (pétroliers ou électriques et gaziers) actifs dans le monde entier. Ainsi, nous avons élargi la recherche en termes de nombre d'entreprises étudiées pour en arriver à : « **l'étude de deux mesures de risque systémique (*MES* et *ΔCoVaR*) appliquées aux entreprises participant au marché de l'énergie en Belgique** ». Ces mesures de risque systémique sont des mesures de marché qui tentent de calculer quels auraient été les impacts sur chaque entreprise si le système avait été « en crise » (au sens de la *MES*) et quelle serait la contribution marginale de chaque entreprise « en détresse » aux rendements du système (*ΔCoVaR*).

Jusqu'à présent, aucune étude traitant de l'application de mesures de risque systémique dans le marché de l'énergie en Belgique n'a été réalisée. En retirant cette composante belge, ce type de recherche reste néanmoins **limité** : seules celles de Lautier et Raynaud en 2012, Pierret en 2013 et Kerste et al. en 2014 ont explicitement fait référence à ce sujet.

La première recherche s'est concentrée sur l'étude de **l'intégration** dans les marchés des dérivés de l'énergie à travers une étude tridimensionnelle (spatiale, temporelle et dans les maturités) des prix futurs. Lautier et Raynaud (2012) ont montré que les marchés des dérivés de l'énergie sont de plus en plus intégrés, que ce soit par rapport à ceux des autres matières premières énergétiques ou par rapport à ceux des autres marchés (financier et agricole), et cette intégration est d'autant plus forte durant les crises.

La deuxième recherche a eu pour but de quantifier en valeur le **risque systémique dans le marché de l'énergie** à travers les mesures de ***MES*** et de ***SRISK***. Pierret (2013) a observé lors de son étude que des crises énergétiques imposeraient des couts pour l'économie réelle, même si l'application de ces mesures à l'indice du DAX allemand (pris comme *proxy* pour l'Europe) n'a révélé qu'un petit impact suite aux évènements du marché de l'énergie sur les rendements des entreprises de l'indice, accompagnée d'une faible baisse de la production industrielle.

La troisième recherche a, elle, eu pour objectif de mesurer le **risque systémique dans les marchés de l'énergie en termes de chance** avec la mesure d'***EAF***, définie comme la fraction additionnelle d'entreprises en faillite qui est attendue en cas d'effondrement d'une firme énergétique. Kerste et al. (2014) ont observé que le risque de contagion des marchés de l'énergie à celui de la banque était faible comparé à la contagion des marchés de l'énergie à travers les autres secteurs non financiers, comme les marchés de la construction, de l'alimentaire et des assurances notamment.

Concernant les **intérêts pour ce sujet de mémoire**, nous pouvons tout d'abord mentionner **l'aspect de crise et de prudence financière** qui ont caractérisé jusqu'à aujourd'hui les comportements sur les marchés boursiers depuis les crises financières récentes (crise des *subprimes* et crise de la dette). Dès lors, il est utile **d'élargir l'étude du risque systémique** – la plupart du temps cantonnée au monde financier – pour identifier si un autre secteur pourrait avoir des répercussions sur le système ou sur les entreprises le composant. Le choix de marché de l'énergie s'est basé sur les suggestions qu'ont faites plusieurs auteurs par rapport à celui-ci pour légitimer leurs recherches (voir *infra*, Chapitre 1). De plus, rajouter la

composante belge permet de faire une étude concernant le marché qui nous impacte directement et de voir comment celui-ci réagirait aux deux mesures de risque systémique.

Ainsi, le **but de ce mémoire** est de se demander si les différentes entreprises qui participent au marché de l'énergie en Belgique sont **systémiques** ou non au travers d'une étude relative de deux mesures de risque systémique de marché que sont la *Marginal Expected Shortfall* (*MES*) et la *Conditional Value-at-Risk* (*ΔCoVaR*). Notre **méthodologie** consiste à estimer empiriquement sur données réelles deux mesures de risque systémique existantes (*MES* et *ΔCoVaR*) concernant le marché de l'énergie belge. Nous appliquons donc une méthodologie existante à un domaine nouveau (la Belgique). Tentant de contribuer à l'édifice des connaissances, ce travail de recherche permettra aux futurs chercheurs dans ce domaine d'avoir une **première introduction** aux entreprises officiant dans le marché de l'énergie en Belgique et à leur niveau systémique selon les deux mesures utilisées. De plus, il leur permettra d'avoir une vue d'ensemble concernant l'étude des entreprises de toute sorte d'énergie réunies, celles-ci se faisant actuellement presque exclusivement par catégorie d'entreprises (pétrolières d'un côté et électriques et gazières de l'autre). Enfin, ce mémoire leur permettra d'avoir plusieurs idées sur l'angle de vue à adopter pour aborder cette question de recherche de manière plus précise, que ce soit par rapport à l'utilisation d'autres mesures systémiques, par rapport à une catégorie spécifique d'entreprises ou par rapport au choix des données parmi celles existantes.

Afin d'étudier le risque systémique dans le marché de l'énergie des entreprises participant au marché belge, nous avons structuré la recherche de la manière suivante. Dans le **chapitre 1**, nous détaillerons ce que représente le risque systémique dans le marché de l'énergie : sa définition, ses sources et ses impacts et nous développerons les mesures de risque systémique utilisées. Dans le **chapitre 2**, nous décrirons les données que nous avons utilisées pour l'application empirique : le choix des entreprises et celui des données concernant les deux mesures de risque systémique. Le **chapitre 3** exposera les résultats obtenus pour les deux mesures de risque systémique ainsi qu'une comparaison des résultats obtenus en termes de convergences et de divergences. Enfin, le **chapitre 4** reprendra un résumé des résultats, les contributions de ce mémoire à la recherche et les limites de celui-ci, avant d'établir une **conclusion générale** concernant cette recherche.

4.

Partie 1 - Revue de littérature

Chapitre 1 : Partie conceptuelle

Durant les crises des années 1980 et 1990 dans le secteur bancaire en Indonésie, en Argentine et en Chine, une hausse des couts de production de 50% a pu être observée dans ces pays (De Nederlandse Bank, 2004, p. 71). Selon l'International Monetary Fund et al. (2009, p. 21), la crise du crédit suite à la faillite de Lehman Brothers en 2008 avait déjà requis près de 10 milliards de dollars d'aide par les gouvernements du monde entier mi-2009, sans prendre en compte les couts macroéconomiques, comme par exemple celui de la baisse de la croissance du PIB qui a des conséquences sur le marché de l'emploi : la demande de travail des entreprises est plus faible et le taux de chômage augmente. Ces exemples mettent en lumière le fait que des difficultés rencontrées par les institutions financières peuvent avoir des conséquences sur le système financier dans son ensemble, et donc sur l'économie réelle ; ce risque est appelé dans la littérature « **risque systémique** » (Tieben et al., 2011, p. 6).

Dans ce premier chapitre, nous développerons tout d'abord la définition du **risque systémique** ainsi que ses caractéristiques principales (section 1). Ensuite, nous expliquerons pourquoi le risque systémique est étudié dans le **marché de l'énergie** ; nous définirons de manière claire ce qu'est le marché de l'énergie et quelques-uns de ses acteurs principaux (section 2). Après, nous développerons les **sources et impacts** (directs et indirects) du risque systémique dans le marché de l'énergie qui ont été déjà étudiés dans la littérature (section 3). Enfin, nous exposerons les deux mesures de risque systémique utilisées dans cette recherche (section 4) : la *Marginal Expected Shortfall* (*MES*) et la *Conditional Value-at-Risk* (*ΔCoVaR*).

Section 1 : Définition du risque systémique

Il existe de nombreuses définitions du risque systémique dans la littérature, mais la plupart d'entre elles font uniquement référence à son **lien avec le marché financier** (Acharya et al., 2012, p. 2 ; Adrian et Brunnermeier, 2011, p. 1 ; Eijffinger, 2010, pp. 3-4 ; International Monetary Fund et al., 2009, pp. 5-7 ; Pierret, 2013, p. 2, parmi d'autres). Il faut admettre que cela a du sens : les intermédiaires financiers, et plus particulièrement les banques, sont des acteurs clés du système économique, étant donné qu'ils financent la consommation et les investissements de nombreux acteurs économiques (Kerste et al., 2014, p. 23) ; ceux-ci sont donc **au centre de la création du risque systémique**, l'impact des autres

secteurs sur l'économie réelle étant alors surtout abordé par des effets de contagion des risques émanant du secteur financier[1]. En effet, les exemples classiques du risque systémique proviennent du secteur financier ; nous pouvons par exemple citer la Grande Dépression de 1929 ou la **récente crise du crédit** suite à la faillite de Lehman Brothers en 2008 (Tieben et al., 2011, p.7, 12).

Il existe par ailleurs d'autres **définitions plus générales** (Kerste et al. 2014, p. 22 parmi d'autres), et notamment celle d'Anabtawi et Schwarcz (2011, p. 1351) qui définissent le risque systémique comme : « le risque qu'un choc local défavorable, comme par exemple l'effondrement d'une entreprise ou d'un marché, aura des répercussions qui impacteront négativement l'économie dans son ensemble »[2]. Cette définition ne se limite pas aux institutions financières ou à un type spécifique d'entreprises, ce qui rend légitime ce travail de recherche. Cependant, comme tant d'autres, Kerste et al. (2014, p. 2) rappellent qu'il faut étudier les effets d'externalités sur l'économie réelle. Tieben et al. (2011, p. 6) et Kerste et al (2014, p. 24) ajoutent qu'il existe une asymétrie dans la distribution des conséquences du risque systémique : alors que les entreprises bénéficient entièrement des retombées positives lorsqu'elles adoptent des positions extrêmement risquées, elles ne supportent pas l'intégralité des retombées négatives quand elles apparaissent, comme par exemple lors de la faillite de Lehman Brothers, car elles sont supportées par la société dans son ensemble. Dès lors, les entreprises ont la possibilité de choisir des positions très risquées qui peuvent entrainer des couts énormes pour la société.

Au cœur de la définition du risque systémique se dégage la notion clé de **dépendance**, étudiée dans le contexte du marché de l'énergie par Pierret (2013, p. 5). Selon elle, celle-ci est présente sous deux formes dans le monde financier : celle entre les institutions financières individuelles et celle entre le secteur financier et le reste de l'économie. Cependant, elle affirme que la dépendance n'implique pas forcément l'émergence de risque systémique ; par exemple, une relation de dépendance de type linéaire dans les rendements n'explique que la composante systématique du risque[3]. Elle suggère alors d'étudier, en plus de cette composante

[1] Ce lien sera abordé dans ce chapitre, voir *infra*, Section 3, Paragraphe 2, Alinéa 2.
[2] « *the risk that a localized adverse shock, such as the collapse of a firm or market, will have repercussions that negatively impact the broader economy* » (Anabtawi et Schwarcz, 2011, p. 1351).
[3] Le risque systématique fait référence au risque du marché commun à toutes les entités présentes sur le marché à un degré divers mais de façon simultanée, alors que le risque systémique fait référence au risque de défaillances en cascades des firmes du fait de leurs interdépendances sur les marchés, et peut donc concerner en premier lieu un secteur ou une industrie particulière, puis par effet de domino, l'ensemble de l'économie toute entière (Investopedia, 2015b, étoffée par prof. S. Béreau).

systématique, les chocs, crises et autres évènements extrêmes similaires pour comprendre l'émergence du risque systémique. Selon l'auteure, **la dépendance dans le marché de l'énergie peut provenir de plusieurs horizons** : celle entre des marchés régionaux, celle entre des matières premières énergétiques, celle entre des maturités ou celle entre des parties de la chaine de valeur. Dans sa recherche, Pierret (2013, pp. 2-3) définit le risque systémique dans le marché de l'énergie comme le risque qu'une crise énergétique augmente le prix de toutes les matières premières énergétiques, avec des conséquences négatives pour l'économie réelle. Dans cette définition, la nature du risque systémique est celle des mouvements, conjoints (appelés comouvements[4]) ou non, des prix financiers des actifs énergétiques. Par ailleurs, selon Pierret (2013, p. 7), la définition du risque systémique dépend également de la position de l'agent dans la chaine de valeur ; dans sa recherche, elle se place du côté de la demande, car elle définit le risque systémique pour le secteur non énergie[5].

Enfin, il existe principalement **deux approches** dans la littérature du risque systémique selon Pierret (2013, p. 5) : d'un côté, certains auteurs le voient comme provenant d'un ou plusieurs choc(s) qui se disperse(nt) à travers un réseau de relations financières (Billio et al., 2012 ; Diebold et Yilmaz, 2011 ; Hautsch et al., 2011), alors que d'autres le voient comme résultant d'un choc agrégé de toute l'économie (Acharya et al., 2010 ; Brownlees et Engle, 2011).

Section 2 : Utilisation du risque systémique dans le marché de l'énergie

Selon Pierret (2013, p. 2), **deux raisons majeures ont questionné l'utilisation et la nature du risque systémique dans le marché de l'énergie**, alors que l'étude de celui-ci dans le marché financier fut reconnue de tous[6] : d'un côté, les régulateurs pensent que le *trading* de l'énergie engendre des risques systémiques moins importants que ceux des marchés financiers ; d'un autre côté, la hausse des prix de l'énergie peut parfois biaiser la perception du risque systémique par les investisseurs. Tieben et al. (2011, pp. 8-9) ont eux mis en avant **deux autres facteurs qu'il faut appréhender pour légitimer l'étude du risque systémique dans un autre marché que financier**. Tout d'abord, il faut savoir si ce type de risque entraine un lien entre le secteur non financier et financier (que les répercussions sur l'économie réelle

[4] Il faut cependant notifier que tous les comouvements des indices de prix ne relèvent pas tous du risque systémique.
[5] Á chaque fois que le terme « secteur non énergie » sera mentionné, il signifiera l'ensemble des secteurs du marché, excepté celui de l'énergie qui est exclu.
[6] Voir notamment les définitions très financières du risque systémique dans la Section 1 (*supra*).

soient étudiées ou non). Ensuite, il faut déterminer si la question du risque systémique est reliée, dans le cadre du secteur de l'énergie, au secteur tout entier ou à des marchés spécifiques où sont actives les entreprises énergétiques. Dans le cadre des nouvelles régulations européennes qui ont suivi la faillite de Lehman Brothers – EMIR (*European Market Infrastructure Regulation*) et CRD (*Capital Requirement Directive*) –, l'étude du risque systémique s'est faite par rapport au marché financier et à un marché spécifique dans lequel les entreprises énergétiques sont actives (les marchés des dérivés, voir *infra*, Paragraphe 1), et non par rapport au secteur tout entier (Tieben et al., 2011, p. 6, 9).

En conclusion, selon Pierret (2013, p. 2), la principale raison de mesurer le risque systémique dans le marché de l'énergie vient de l'**analogie entre le monde de l'énergie et celui de la finance** : ils sont tous deux indispensables à tous les secteurs et la pénurie de l'un ou l'autre peut engendrer de réels dommages sur l'économie réelle. Selon elle, le risque systémique du marché de l'énergie est relié, directement ou indirectement, à tous les secteurs de marché par la production ou la consommation d'énergie et par des contrats financiers. La demande en énergie est généralement inélastique, montrant la forte dépendance de l'économie aux prix de l'énergie. Plusieurs recherches, dont celle d'Hamilton en 1983, ont déjà démontré l'impact négatif d'une augmentation des prix de l'énergie sur le marché économique agrégé, mais personne n'avait étudié ce domaine avec une telle profondeur. Lautier et Raynaud (2012, p. 3) furent les premiers à étudier le risque systémique dans les marchés des dérivés, et plus particulièrement dans ceux du monde financier, énergétique et agricole. Jusqu'à présent, selon Pierret (2013, p. 2), seules ses recherches et celle de Lautier et Raynaud (2012) ont explicitement tenté de mesurer le risque systémique relatif au marché de l'énergie ; nous pouvons également rajouter l'étude récente de Kerste et al. (2014) qui fut étudiée après celle de Pierret (2013). Celles-ci furent brièvement introduites dans l'introduction générale de ce travail de recherche (voir *supra*) et seront plus largement développées dans ce chapitre.

Nous allons maintenant nous focaliser tout d'abord sur la **terminologie utilisée dans le marché de l'énergie**, car celle-ci diffère de recherche en recherche entre le(s) marché(s) énergétique(s), le(s) marché(s) des matières premières énergétiques et le(s) marché(s) des dérivés énergétiques. Ensuite, nous nous focaliserons sur les **acteurs** dans ce marché défini.

Paragraphe 1 : Comment définir le(s) marché(s) de l'énergie ?

Dans la littérature, nous avons remarqué que plusieurs notions concernant le risque systémique dans le marché de l'énergie reviennent sans cesse : **marché(s) de l'énergie,**

marché(s) des matières premières de l'énergie et marché(s) des dérivés de l'énergie. Dès lors, nous allons expliquer dans cette partie chaque terme cité ci-dessus et nous allons déterminer quelle partie de ce marché nous étudions.

Les **marchés des matières premières** ont un côté physique et un côté financier. La partie physique est l'échange de produits tels que le pétrole, le blé ou la pomme de terre. La partie financière concerne la négociation des *future and forward contracts*[7] : d'un point de vue économique, ces contrats sont des produits financiers détaillant la vente ou l'achat d'un certain volume d'une matière première physique à une date future pour un certain prix. La principale fonction des produits vendus sous la forme de commodités (ou matières premières) est de se couvrir contre les risques de variation de prix. En théorie, pour chacun de ces contrats, une position sans risque peut être trouvée : un mouvement de prix du produit physique de base sera compensé par un mouvement exact opposé. Dès lors, les sociétés énergétiques doivent être présentes dans les marchés des matières premières pour couvrir leurs risques. La plupart de ces contrats sont réalisés dans le marché de gré-à-gré, plus communément appelé en anglais l'*Over-the-Counter market*, ou *OTC market* (Tieben et al. 2011, p. 1).

Les **marchés des dérivés** qui sont des contrats financiers reposant sur des opérations dérivées d'autres opérations (Investopedia, 2015a), ont été importants dans la contagion du risque systémique lors de la récente crise de crédit (Tieben et al. 2011, p. 7). Ces dérivés sont négociés pour la plupart de gré-à-gré (*OTC*) entre les parties prenantes, parfois à l'aide d'intermédiaires mais sans véritable contrôle d'organes externes ; dès lors, la transparence de ces transactions est limitée pour le monde extérieur à ces accords, ce qui traduit la supposition d'un risque systémique (Tieben et al. 2011, p. 8). Le but des nouvelles régulations européennes EMIR et CRD est d'atténuer le risque que les interdépendances de ces contrats peuvent créer sur le marché financier en rendant celui-ci transparent au monde extérieur (Tieben et al., 2011, p. 20).

Les **marchés des dérivés des énergies** représentent principalement le *trading* des marchés grossistes du gaz et de l'électricité qui se déroule sur deux plateformes : celle de l'*Energy Exchange* et celle de gré-à-gré (*OTC*). Sur ces deux plateformes, les produits énergétiques sont négociés de deux façons différentes (Tieben et al., 2011, pp. 31-32) : d'une part, sur les

[7] *Future contracts* = contrats non optionnels entre deux parties prenantes pour la livraison à un certain prix et à une certaine date d'une matière première, standardisé en termes de qualité, quantité, date et lieu de livraison (Cinquegrana, 2008, p. 2).
Forward contracts : contrats non optionnels entre deux parties prenantes pour la livraison à un certain prix et à une certaine date d'une matière première, non standardisé (Cinquegrana, 2008, p. 2).

marchés *spot* où ils sont directement livrés physiquement après la transaction et d'autre part, sur les marchés des dérivés utilisés pour la livraison de l'énergie à une date spécifique pour un prix spécifique (voir *supra*).

Les **marchés des dérivés des énergies existent pour deux raisons**. La première est que les acteurs des marchés veulent se protéger du risque de marché, d'autant plus que les fluctuations de prix n'y sont pas prévisibles : par exemple, une météo chaude ou froide peut entrainer une baisse ou une hausse de la demande en énergie et donc une baisse ou une hausse des prix. Vu que l'énergie est largement considérée comme un bien primaire, les prix doivent cependant augmenter fortement pour influencer la demande ; on parle donc du **marché des dérivés des matières premières de l'énergie** (Tieben et al., 2011, pp. 32-33) La seconde raison est que la fixation des prix à une date future permet une meilleure vision de la production, de l'approvisionnement et des décisions de consommation du point de vue du producteur et du consommateur ; ceci est d'autant plus utile dans des marchés volatiles comme celui du gaz ou de l'électricité (Tieben et al., 2011, p. 33). Cependant, la probabilité qu'un risque systémique provienne des marchés des dérivés des matières premières de l'énergie est beaucoup plus faible que celle des marchés des dérivés financiers (Tieben et al. 2011, p. 41).

Kerste et al. (2014, p. 25) mentionnent que le secteur de l'énergie est généralement vu comme un des plus grands utilisateurs non financier du marché des dérivés négociés de gré-à-gré (*OTC*), **c'est pourquoi les recherches se focalisent généralement sur ce secteur**. Cependant, le *trading* des marchés des dérivés de l'énergie à travers le marché de gré-à-gré (*OTC*) ne représente qu'une petite part du *trading* de tous les marchés des dérivés qui se déroulent sur le marché de gré-à-gré (*OTC*) : 0,5% de tout le *trading* fin 2013 pour le marché des dérivés des matières premières (dont celui des matières premières énergétiques ne représente qu'une part minime d'environ 1%), contre 82% des dérivés du taux d'intérêt (Bank for International Settlements, 2014, pp. 6-7).

Dans le cadre de cette partie conceptuelle, nous nous concentrerons sur toutes les recherches qui ont touché au **marché de l'énergie dans sa globalité**, à savoir le marché des dérivés des matières premières de l'énergie. Cependant, dans notre partie empirique, nous nous concentrerons uniquement sur le marché des matières premières énergétiques, en étudiant les **rendements passés des institutions énergétiques cotées en bourse** et non les prix futurs de ceux-ci.

Paragraphe 2 : Quels sont les acteurs du marché de l'énergie ?

Selon Tieben et al. (2011, p. 36), les principaux acteurs du marché de l'énergie en Europe travaillent généralement à l'**international** et possèdent **plusieurs usines de production** : ils sont donc en même temps **producteurs, fournisseurs et *traders*** à des endroits spécifiques. Ils sont actifs dans **tous les types de matières premières énergétiques** (électricité, gaz, pétrole, charbon et carbone). Il existe également des centaines d'autres acteurs plus petits, actifs dans le marché européen des dérivés de l'énergie (Michetti, 2011, p. 2). Parmi eux se retrouvent des firmes énergétiques, de grands consommateurs industriels, des fournisseurs intermédiaires, des *traders* et des banques[8]. Ces dernières ne représentent que 10% des contreparties des contrats du marché des dérivés de l'énergie et ils jouent ce rôle de contrepartie aussi bien pour les vendeurs que pour les acheteurs ; les entreprises énergétiques sont majoritairement la contrepartie de l'autre dans le *trading* du marché de gré-à-gré (*OTC*). De nouveaux acteurs sont apparus récemment, sans pouvoir mesurer leur part de marché : les *Exchange Traded Funds* (ETF) qui utilisent les marchés des matières premières dans leur portefeuille pour se couvrir des risques, car les matières premières sont souvent corrélées négativement avec leurs actions et obligations (Tieben et al., 2011, p. 36).

Dans le cadre de cette recherche, et plus particulièrement lors de l'analyse empirique (voir *infra*, Partie 2), nous nous focaliserons uniquement sur les **entreprises énergétiques** (pétrole, électricité et gaz majoritairement).

Section 3 : Sources et impacts du risque systémique dans le marché de l'énergie

Dans cette section, nous développerons tout d'abord les **sources du risque systémique** dans le marché de l'énergie. Ensuite, nous exposerons les **impacts d'une crise énergétique dans le marché de l'énergie**, qu'ils soient directs sur l'économie réelle ou indirects à travers le marché financier. Dans ceux-ci, nous présenterons d'une part les sources reconnues et ensuite les sources potentielles, qu'elles soient rejetées par des études empiriques ou non étudiées ; nous ferons de même pour les impacts directs et indirects.

De manière générale, nous avons observé qu'une source de risque systémique dans le marché de l'énergie pouvait devenir un impact pour ce même marché ; similairement, nous avons

[8] Les banques les plus importantes sont JP Morgan Chase, Goldman Sachs, BNP Paribas, Deutsche Bank, Crédit Agricole, CitiGroup, Merill Lynch, Barclays, Nomura et Macquarie (Michetti, 2011, p. 2).

remarqué qu'un impact d'une crise énergétique pouvait devenir une source de risque systémique dans le marché de l'énergie. Dès lors, nous remarquons un **caractère circulaire et répétitif dans la notion de risque systémique** : une source peut devenir un impact, qui lui-même peut devenir une nouvelle source de risque systémique et ainsi de suite.

Paragraphe 1 : Quelles sont les sources du risque systémique dans le marché de l'énergie ?

Les sources du risque systémique sont les types d'évènements qui mènent à un risque systémique dans le marché de l'énergie. La première reprend les notions d'**intégration** et de **dépendance**. Lautier et Raynaud (2012, p. 2) ont étudié les marchés des dérivés énergétiques, financiers et agricoles à travers une étude tridimensionnelle (spatiale, temporelle et dans les maturités) des prix futurs. Ils ont montré que le marché de l'énergie est de plus en plus intégré, que ce soit par rapport à ceux des autres matières premières énergétiques ou par rapport à ceux des autres marchés et ce, d'autant plus durant une crise ; selon eux, l'intégration du marché est une condition nécessaire pour qu'un risque systémique apparaisse. Pierret (2013, p. 3) va plus loin en avançant qu'une plus forte intégration dans le marché de l'énergie couplée à une plus forte dépendance de l'économie envers l'énergie peuvent être les conditions idéales pour qu'un risque systémique apparaisse ; si un choc extrême des prix s'observe dans ces conditions, l'auteure s'attend à de lourdes conséquences dans le marché de l'énergie ainsi que sur l'économie de manière générale. Dans sa recherche, l'auteure définit que la source du risque systémique dans le marché de l'énergie provient des mouvements (conjoints – comouvements – ou non) des prix des actifs énergétiques, et donc de la dépendance entre ceux-ci ; l'intégration de ce marché ainsi que les mouvements conjoints dans les prix des énergies ont un rôle majeur dans le risque systémique car ils sont censés neutraliser les effets de substitution, supposés amener ces prix vers un nouvel équilibre *via*ble pour le reste de l'économie (Pierret, 2013, pp. 5-6). La conclusion de sa recherche montre que de nouvelles crises dans le marché de l'énergie engendreraient des couts supérieurs à l'économie réelle, bien que les précédentes n'aient eu qu'un impact marginal sur les entreprises qui consomment de l'énergie (Pierret, 2013, pp. 28-29).

La deuxième source du risque systémique dans le marché de l'énergie est celle d'un **choc extérieur au marché de l'énergie** : une catastrophe naturelle, comme l'ouragan Katrina aux USA en 2005 ; ou un évènement géopolitique, comme l'invasion du Koweït par l'Irak pour le pétrole en 1990 (Pierret, 2013, p. 7 ; Tieben et al. 2011, p. 12).

La troisième source de risque systémique est diverse et reprend l'**interaction non durable entre la croissance de la demande et les baisses de production** (Hamilton, 2011), les **lois** et l'**incertitude technologique** (Pierret, 2013, p. 7). Concernant les lois, l'étude de Tieben et al. (2011, pp. 53-59) des nouvelles régulations européennes a montré que celles-ci visaient à réduire le risque systémique dans les marchés des dérivés des matières premières énergétiques, mais qu'elles avaient des impacts conséquents sur les couts du bien-être social aux Pays-Bas et en Europe : l'analyse cout-bénéfice mentionnait un cout de 2,4 à 3 milliards d'euros pour ceux au Pays-Bas, et de 4 à 5,5 milliards pour ceux de l'Europe tout entière.

La quatrième source de risque systémique est la f**aillite d'une entreprise centrale du marché de l'énergie** (Kerste et al., 2014, p. 27). Cela ne semblait pas entrainer un choc de prix particulier suite à l'étude des faillites d'Enron en 2001, de TXU Europe en 2002 et de Lehman Brothers Commodity Services Inc. en 2007 (suite à la faillite de l'entreprise-mère[9]) : ces entreprises ne sont en effet pas celles qui couvrent le risque final. Ces faillites ont eu tout au plus un impact limité à quelques entreprises qui leur étaient liées (Tieben et al., 2011, pp. 61-64). L'étude récente de Kerste et al. (2014, p. 27) ont cependant mis en lumière que parmi tous les secteurs qu'ils ont pris en compte (bancaire, construction, énergie minière, production d'énergie, nourriture et assurances), les liens entre les sociétés qui peuvent subir une détresse suite à la faillite d'une autre - autrement définit par la chance que la faillite d'une entreprise d'un secteur se propage à l'intérieur de son secteur - sont les plus grands dans le secteur de l'énergie. Cette conclusion s'explique pour trois raisons selon les auteurs. La première est l'utilisation intensive des dérivés de l'énergie, vu que les sociétés énergétiques sont pour la plupart les contreparties[10] les unes des autres dans les contrats des dérivés (voir *supra*, Section 2, Paragraphe 2). La deuxième est le fort degré d'intégration verticale dans le secteur des énergies, dans lequel les entreprises contrôlent à la fois la production, les réseaux de transmission et la distribution d'énergie : cette intégration du marché permettant une puissante chaine de contagion financière à l'intérieur du marché. Enfin, la troisième est la forte corrélation entre les entreprises énergétiques, étant donné que leurs prix sont fortement liés au prix international du pétrole brut.

Une autre source possible aurait pu être l'**activité des spéculateurs dans les marchés des dérivés de l'énergie**, mais l'étude du rôle des *traders* dans le choc de prix du pétrole en

[9] Ce n'est pas la faillite de Lehman Brothers Commodity Services Inc. qui a causé celle de la maison mère : les activités de la première se sont arrêtées une semaine avant la faillite prononcée de Lehman Brothers qui est due à ses mécanismes financiers, et donc sans lien avec le marché de l'énergie (Tieben et al., 2014, pp. 61-64).
[10] Le risque de contrepartie sera brièvement introduit dans la Paragraphe 2, Alinéa 2.

2007-2008 par Tieben et al. (2011, pp. 13-14) a montré que les spéculateurs ne peuvent pas réellement causer un risque systémique dans les marchés de l'énergie : ces derniers sont provoqués par une mauvaise compréhension des caractéristiques de base du marché et les spéculateurs ne peuvent que l'amplifier.

Paragraphe 2 : Quels sont les impacts d'une crise énergétique dans le marché de l'énergie ?

Tous les secteurs de l'économie dépendent des prix de l'énergie (voir *supra*, Section 2). Suite à l'embargo du pétrole en 1973-74, de nombreuses études ont étudié les crises énergétiques dans le marché de l'énergie et leur impact sur l'économie, dont notamment celles d'Hamilton (1983, 2011) parmi tant d'autres. Cependant, la recherche de Tieben et al. (2011, p. iii) concernant les nouvelles régulations européennes a montré que le risque systémique ne s'observe pas sur les marchés des dérivés de l'énergie : le risque de contagion et la propagation de chocs financiers dans ce marché est beaucoup plus faible et est incomparable à celui dans les marchés financiers. Nous allons diviser cette partie en deux sous-parties : les **impacts directs** d'une crise énergétique sur l'économie réelle et **ses impacts indirects** à travers le marché financier.

Alinéa 1 : Impacts directs d'une crise énergétique sur l'économie réelle

Un premier impact direct s'opère à travers le **mécanisme des prix** dans le marché de l'énergie (Pierret, 2013, p. 6), et plus précisément à travers le risque d'un choc de prix suite à la spéculation sur le marché des dérivés de l'énergie (Tieben et al., 2011, p. 14). La demande en énergie étant très peu élastique (voir *supra*, Section 2), des prix et des volatilités très hauts produisent une hausse de l'inflation, une hausse de l'incertitude des acteurs qui utilisent les matières premières énergétiques dans leur production et une réduction des investissements, et donc une réduction de l'emploi et de la croissance économique (Hamilton, 2009). Hamilton (1983, 2011) avait déjà montré que la corrélation historique entre les crises énergétiques et les ralentissements économiques était probablement vérifiée. Cependant, en termes de mouvement de prix, le degré auquel les activités financières dans les marchés des dérivés de l'énergie peuvent causer des chocs de prix est limité, aussi bien en taille que dans le temps, étant donné la faible activité financière dans ceux-ci (Tieben et al., 2011, p. 14).

Un deuxième impact direct des crises énergétiques sur l'économie réelle a été exposé dans la recherche de Pierret (2013). Celle-ci confirme l'**augmentation de l'intégration du**

marché par l'observation de plusieurs évènements dans le marché de l'énergie : la crise pétrolière en 2007-2008, le conflit commercial du gaz entre l'Ukraine et la Russie en 2008, l'explosion pétrolière de BP en 2010 ou encore la panne de l'usine de Fukushima en 2011 (Pierret, 2013, pp. 22-24). Elle confirme également que le marché est plus intégré en période de crise (voir *supra*, Paragraphe 1). Enfin, elle suppose que de nouvelles crises pourraient engendrer des couts supérieurs sur l'économie réelle, même si seule une petite diminution de la productivité industrielle du DAX a été vérifiée depuis les récentes crises dans le marché de l'énergie (voir *supra*, Paragraphe 1).

Un autre impact direct potentiel aurait pu apparaitre suite à la **faillite de grandes entreprises dans le marché de l'énergie**. Cet impact agirait, à nouveau, à travers le mécanisme de prix : les faillites pourraient causer des hausses de prix pour l'énergie ainsi qu'augmenter leur volatilité (Kerste et al., 2014, p. 27). En réaction à la faillite d'Enron en 2001, plusieurs études dont celle de Pindyck (2004) ont cependant exposé qu'il n'y a eu aucun effet suite à cette faillite : ni sur la volatilité des prix du gaz naturel et du pétrole, ni sur les niveaux de prix pratiqués dans les marchés de l'énergie. Ce constat est le même pour les faillites en chaines d'autres entreprises, comme TXU Europe et Lehman Brothers Commodity Services Inc. : celles-ci ont uniquement obligé leurs créanciers à reporter de lourdes dettes dans leurs comptes (Tieben et al., 2011, pp. 61-64). Cependant, l'industrie du *trading* de l'énergie, elle, fut impactée, avec comme conséquence un abaissement des notations financières des *traders* en énergie ; dès lors, certaines sociétés quittèrent le marché (Brunet et Shafe, 2007, p. 683). Kerste et al. (2014, p. 27) jugent cependant qu'il ma**nque de contributions scientifiques pour complètement rejeter cet impact**. Selon eux, l'impact direct sera surtout problématique pour le secteur de l'énergie lui-même (voir *supra*), alors qu'il n'existe pas d'évidence empirique concernant une externalité directe négative sur l'économie réelle (Kerste et al., 2014, p. 28).

Alinéa 2 : Impacts indirects d'une crise énergétique à travers le marché financier

Concernant les impacts indirects, ceux-ci font **référence aux chaines de contagion (ou intégration) des dérivés de l'énergie sur l'économie réelle** *via* le secteur financier ou les autres marchés des dérivés, dans le cas d'une faillite d'entreprise énergétique ou d'un fort ralentissement du marché (Tieben et al., 2011, p. 12 ; Hamilton, 2009).

Selon Tieben et al. (2011, pp. 14-15), l'impact indirect peut s'étudier sous deux aspects. Le premier concerne le risque de crédit et le risque d'action : les institutions financières sont en relation avec les participants du marché des dérivés des matières premières en leur fournissant des crédits ou des actions. Le deuxième concerne le risque de contrepartie, qui peut avoir une exposition directe et indirecte. L'exposition directe fait référence aux institutions financières qui participent au marché de gré-à-gré (*OTC*) des dérivés des matières premières : ils ont des positions dans lesquelles ils prennent le risque qu'une contrepartie ne puisse pas assurer une transaction (suite à une faillite). L'exposition indirecte fait référence à la faillite d'acteurs dans le marché des dérivés des matières premières de l'énergie, qui pourrait entrainer des mouvements des prix et volatilités, et donc impacter les institutions financières qui ont investi dans ces marchés. Pour des raisons de synthèse, les précisions concernant ces deux aspects ne sont pas développées ici mais leur conclusion se retrouve à la fin du paragraphe suivant.

En 1995, Benink avait déjà indiqué que la croissance des marchés des dérivés avait augmenté le risque systémique par l'extension des liens à travers les marchés et les institutions financières. Une plus forte intégration du marché de l'énergie avec d'autres secteurs est aussi attendue car la liquidité de ces dérivés augmente et attire des investisseurs en dehors du marché de l'énergie. Lautier et Raynaud (2012, p. 2) ont, quant à eux, étudié les liens entre les marchés des dérivés des matières premières de base, de l'énergie et des marchés financiers avec la méthodologie du *minimum spanning trees*, outil spécifique de la théorie des graphes pour la transmission de chocs de prix, et ont conclu que les liens entre les secteurs sont assurés par les actifs énergétiques (Lautier et Raynaud, 2012, pp. 11-14). Tieben et al. (2011, pp. 14-17) et Kerste et al. (2014, p. 28) ont cependant trouvé un petit effet indirect par rapport à la contagion et la propagation de chocs financiers dans le marché des dérivés de l'énergie par rapport à d'autres secteurs car les institutions financières possèdent des positions relativement peu importantes dans ces marchés (voir *supra*, Section 2, Paragraphe 2) : ils ne sont pas impliqués dans la production physique et l'approvisionnement en énergie. Si un risque systémique apparait, il se retrouvera au niveau de l'institution elle-même et non à celui du marché de l'énergie (Tieben et al., 2011, p. 15). Kerste et al. (2014, p. 29) ont même mesuré que, **de manière générale, le risque de contagion va du secteur bancaire au secteur énergétique**, et non l'inverse comme attendu dans cette partie.

Section 4 : Mesures de risque systémique utilisées

La recherche de Bisias et al. (2012) fournit une large revue de littérature des mesures de risque systémique qui sont utilisées dans la recherche de manière générale. Parmi celles-ci, nous avons choisi de prendre **deux mesures de marché transversales et complémentaires** (Adrian et Brunnermeier, 2011, p. 5) : la mesure du *Marginal Expected Shortfall* (*MES*) d'Acharya et al. (2010) et celle de la *Conditional Value-at-Risk* (*CoVaR*) d'Adrian et Brunnermeier (2011). Ces mesures prennent en compte la dépendance dans les queues de la distribution entre les rendements de l'institution financière et du marché et font appel à la régression quantile (Pierret, 2013, p. 5). Alors que la ***MES*** se définit comme les pertes attendues d'une firme dans les queues de la distribution lors d'un choc de marché agrégé (lorsque le système est « en crise »), la *CoVaR* peut être obtenue en renversant cette condition et se définit comme la *Value-at-Risk* du marché financier conditionnelle à la « détresse » d'une (des) institution(s), c'est-à-dire lorsque l'institution en question atteint son niveau de *VaR* (Pierret, 2013, p. 5), ou autrement dit son niveau de perte extrême. La ***ΔCoVaR***, elle, permet de mesurer la contribution d'une entreprise à la crise du système en faisant la différence entre la *VaR* du système quand une entreprise est en « détresse » et celle du système quand la même entreprise est dans un état « normal » (Bernal et al., 2014, p. 5).

L'utilisation de ces mesures fait sens dans ce travail de recherche. Les mesures *MES* et *EnSysRISK* de Pierret (2013) – cette dernière découlant du *SRISK* de Brownlees et Engle (2011) (voir *infra*) – sont basées sur le marché : elles peuvent être vues comme des **mesures ascendantes** (*top-down*) car leur but est de déterminer l'impact d'une détresse au niveau du système financier sur une institution financière individuelle. Au contraire, la mesure de la *ΔCoVaR* peut être considérée comme une **mesure descendante** (*bottom-up*) car elle permet d'évaluer l'impact d'une détresse au niveau d'une institution financière individuelle et de la transmission du risque associé au système financier entier[11] (Bernal et al., 2014, p. 3). De plus, Tieben et al. (2011, p. 11) ajoutent que mesurer la *ΔCoVaR* pourrait permettre de comprendre comment des sociétés ne provenant pas du monde financier, comme les sociétés énergétiques, contribueraient au risque systémique. Cependant, Acharya et al. (2012, p. 8) avancent une lacune dans la mesure de la *CoVaR* : elle ne dépend que des corrélations avec le marché et pas de la volatilité de l'institution financière ; dès lors, deux institutions peuvent avoir la même corrélation de marché (et donc la même valeur de *CoVaR*) mais avec des

[11] Cependant, il faut noter que la mesure de la *ΔCoVaR* peut également être utilisée dans l'autre sens, à savoir comme une mesure ascendante (*top-down*) mais cela ne fait pas l'objet de cette recherche.

volatilités différentes. Dès lors, une entreprise qui a une volatilité presque nulle et qui est essentiellement sans risque sera jugée de la même façon qu'une entreprise plus volatile, et donc plus risquée (Acharya et al., 2012, p. 8).

Paragraphe 1 : *Marginal Expected Shortfall (MES)*

Parmi la littérature existante, **seule la recherche de Pierret (2013) utilise cette mesure en l'appliquant spécifiquement au marché de l'énergie**, c'est pourquoi cette recherche est largement développée dans celle-ci, d'autant plus qu'elle servira de base à la partie empirique.

Dans le contexte des marchés de l'énergie, le *MES* conditionnel (Acharya et al., 2010 ; Brownless et Engle, 2011) d'un actif énergétique se définit par :

$$MES_{it} = E_{t-1}\,(r_{it}|energy\ crisis). \tag{1}$$

Cette quantité représente le **rendement journalier espéré** r_{it} d'un actif énergétique *i* au temps *t* **conditionnel à une crise énergétique** et à l'information passée jusqu'au temps *t-1*, avec $i = 1,2,...,n$ et $t = 1,2,...,T$; cette crise énergétique traduit les 1 (ou 5) % jours les pires pour le marché. À partir de cette *MES* conditionnelle et des niveaux de prix passés, Pierret (2013, p. 8) a calculé une mesure de *SRISK* pour le marché de l'énergie, à savoir :

$$EnSySRISK_{\ it} = [p_{it-1} * \exp(MES_{it})] * w_{it}, \tag{2}$$

où w_{it} est le *quantity exposure*[12] de l'économie de l'actif *i* au temps *t*, celui-ci définissant le nombre attendu d'énergie physiquement délivrée dans le marché non énergie avec des contrats futurs d'une certaine maturité et avec une certaine période de livraison. Dès lors, la mesure *EnSysRISK* correspond au cout total en millions d'euros de chaque matière première énergétique sur le reste de l'économie durant une crise énergétique potentielle (Pierret, 2013, p. 9).

Afin de **définir le *SRISK*** de manière plus formelle, il faut retourner à la recherche d'Acharya et al. (2012), dérivée de celle de Brownlees et Engle (2011). Tout d'abord, il faut définir l'*expected capital shortfall* qui est une mesure du déficit de capital attendu conditionnelle à une crise : elle reprend de nombreuses caractéristiques importantes pour le risque systémique

[12] Le détail de cette *quantity exposure* se retrouve en détails dans la recherche de Pierret (2013, p. 8) mais n'est pas développée ici car la partie empirique n'utilisera pas de mesure de *SRISK*.

comme la taille, le niveau de dettes et l'interconnection entre les entreprises. Ces dernières caractéristiques tendent à augmenter le déficit du capital d'une firme lorsqu'il y a de larges pertes dans le marché financier. De plus, l'*expected capital shortfall* d'une entreprise fournit également les comouvements des actifs de la firme financière avec le secteur financier agrégé lors d'une crise. Dès lors, pour calculer le *SRISK*, les auteurs utilisent la formule suivante :

$$SRISK_{it} = E_{t-1}\left(Capital\ Shortfall_i | Crisis\right)^{13} \quad (3)$$

pour l'actif énergétique *i* au temps *t*, avec *i* = 1,2,...,*n* et *t* = 1,2,...,*T*.

Pour en revenir à la mesure de Pierret (2013), le terme de « crise énergétique » reste sujet à discussion selon l'auteure. Dans sa recherche, Pierret la définit par une augmentation anormale des prix de l'énergie (équivalente à des rendements positifs extrêmes), étant donné que le risque systémique est défini pour le secteur non énergie. Il a déjà été montré que des rendements positifs sur des actifs énergétiques engendrent plus de pression dans les marchés de l'énergie que des rendements négatifs (Carpantier, 2010 ; Knittel et Roberts, 2005) et qu'ils ont plus d'impacts négatifs sur l'économie (Hamilton, 2003). Cependant, des hausses des prix de l'énergie peuvent aussi être dues à une forte hausse de la demande lors des étapes les plus avancées de l'expansion du cycle économique (Hamilton, 2011, p. 26) ; c'est pourquoi Pierret a décidé, afin d'éviter ce phénomène, de ne considérer que les hausses de prix de l'énergie lorsque le reste de l'économie ralentit (Pierret, 2013, p. 9). Dès lors, la *MES* conditionnelle à une crise énergétique est définie par :

$$MES_{it}\left(C, D\right) = E_{t-1}(r_{it} | r_{EnMt} > C, r_{Mt} < D) \quad (4)$$

où r_{EnMt} est le rendement du marché de l'énergie, r_{Mt} est le rendement du secteur non énergie, r_{it} le rendement journalier attendu d'un actif énergétique *i* au temps *t* avec *i* = 1,2,...,*n* et *t* = 1,2,...,*T*, *C* représente le $(1-\alpha)$ quantile de r_{EnMt} et D la médiane de r_{Mt}. Le choix de la médiane comme valeur de référence pour les rendements de marché relève du fait que cela permet à l'auteure d'obtenir les rendements de celui-ci lors de son état « normal ».

Ensuite, Pierret (2013, pp. 9-10) définit une mesure de l'**impact net d'une crise énergétique sur le secteur non énergie** par :

$$\Delta\, MES_{Mt}\left(C, D\right) = MES_{Mt}(C, D) - MES_{Mt}\left(q_{EnMt,0,5}, D\right) \quad (5)$$

[13] À nouveau, le développement de cette mesure est disponible dans la recherche d'Acharya et al. (2012, pp. 4-7) mais ne fait pas l'objet d'une étude approfondie dans cette recherche car elle n'est pas utilisée.

où $MES_{Mt}(C, D)$ est le *MES* conditionnel du secteur non énergie ($r_{M,t}$) conditionnel à une crise énergétique et $q_{EnMt,0,5}$ est la médiane des rendements du marché de l'énergie (r_{EnMt}). Cette mesure est inspirée de celle la *ΔCoVaR* d'Adrian et Brunnermeier (2011, voir *infra*, Paragraphe 2) et est calculée par la différence entre le rendement attendu pour l'indice de marché pour le secteur non énergie lors d'une crise énergétique et celui en temps « normal ». Cette seconde mesure devrait être négative car une crise énergétique devrait avoir un impact négatif net sur l'économie (Pierret, 2013, pp. 9-10)[14].

Dans la recherche de Pierret (2013, pp. 10-11), les relations causales dans les moyennes et les variances conditionnelles permettent de capturer l'interdépendance du marché de l'énergie entre les rendements des énergies dans le marché de base et les effets d'externalités présents dans tous les états du monde. Cependant, celles-ci ne dispersent simplement que les chocs à travers les actifs énergétiques, alors que Pierret suspecte également la présence de facteurs communs de risque. Dès lors, elle adapte la mesure de *SRISK* de Brownless et Engle (2011) en retirant les relations causales des rendements pour se concentrer uniquement sur le phénomène de contagion, représenté par une hausse des corrélations durant une crise (Billio et Caporain, 2010 ; Forbes et Rigobon, 2002). Ce phénomène décrit l'exposition dynamique des actifs énergétiques aux crises énergétiques par la dépendance dans les queues entre l'actif énergétique et des facteurs communs latents (Pierret, 2013, pp. 3-4). De tels facteurs peuvent être utilisés dans de tels marchés lorsque les sources de risque (environnemental, politique, et technologique) sont cachées ou difficiles à quantifier (Pierret, 2013, p. 13). Ces facteurs sont alors estimés pour le marché de l'énergie par des analyses en composante principale (ACP) sur des matrices de corrélation variant dans le temps avec le modèle *Dynamic Conditional Correlation* (DCC) d'Engle (2002). De manière concrète, Pierret utilise le *MES* qui étudie (a) pour les moyennes, les comouvements avec des modèles de cointégration et de causalité corrigés avec des termes d'erreur ; (b) pour la variance, les comouvements avec des modèles de volatilité multivariés *GARCH* où un composant du modèle *GARCH* est multiplié par un composant d'interaction qui explique la causalité non linéaire dans les variances (Pierret, 2013, p. 3) ; et (c) pour les queues, les

[14] La $\Delta\, MES$ ne sera pas calculée lors notre étude empirique car nous n'avons pas choisi un système énergétique pour représenter le système mais un système financier (voir *infra*, Chapitre 2, Section 2).

comouvements avec des facteurs latents communs du marché de l'énergie pour capturer la sensitivité à des évènements extrêmes[15] (Pierret, 2013, p. 16).

Paragraphe 2 : *Conditional Value-at-Risk (ΔCoVaR)*

Parmi la littérature existante sur la *ΔCoVaR*, nous avons décidé de nous focaliser sur la **recherche de Bernal et al. (2014)** qui sera largement reprise dans la partie empirique pour étudier la *ΔCoVaR* dans le marché de l'énergie en Belgique. Pour des raisons de synthèse, nous ne développons pas ici l'ensemble des recherches faites sur la *ΔCoVaR* car celles-ci sont uniquement relatives au marché financier (Bernal et al., 2014, p. 3). Le but principal de la recherche de Bernal et al. (2014) est de mieux appréhender la contribution au risque systémique par rapport à l'économie réelle des différents secteurs qui forment le système financier, aussi bien en Europe qu'aux États-Unis entre 2004 et 2012 : le monde bancaire, celui des assurances et celui des autres services financiers (comprenant entre autres les courtiers, les *hedge funds* et les sociétés de *holding*). Bernal et al. (2014) veulent prendre en compte les agents économiques qui sont de plus en plus interconnectés dans une économie globale et financière ; les chocs de prix qui s'observent dans un ou plusieurs des secteurs financiers peuvent s'étendre non seulement à l'ensemble du système financier, mais aussi à l'économie réelle, comme lors de la crise des *subprimes* (Bernal et al., 2014, p. 2).

Avant d'étudier la *ΔCoVaR*, il est utile de rappeler la **définition de la régression quantile**, régression analogue à la méthode des moindres carrés plus générale. De manière précise, la régression quantile fournit par approximation le quantile demandé (généralement la médiane – 50% – ou une extrémité – 1% – pour la variable réponse (Koenker et Bassett, 1978).

La *ΔCoVaR* est une mesure de risque systémique introduite par Adrian et Brunnermeier en 2011. Cette approche utilise les régressions quantiles traditionnelles pour estimer les modèles conditionnels permettant d'estimer le lien entre un ensemble de variables indépendantes et des quantiles spécifiques de la variable dépendante ; les auteurs prennent comme variable dépendante les valeurs boursières des indices des secteurs financiers cités ci-dessus qu'ils transforment afin d'obtenir les rendements hebdomadaires (Bernal et al., 2014, p. 3, 5), alors que les variables indépendantes sont des variables d'état (Koenker et Bassett, 1978), développées dans le Chapitre 2, Section 3. Le but initial de cette mesure est

[15] Á nouveau, le développement économétrique n'est pas développé dans la revue de littérature pour des raisons de synthèse car un modèle simplifié non paramétrique sera utilisé et expliqué dans la partie empirique (voir *infra*, Chapitre 2, Section 2).

d'**analyser la transmission du risque d'une institution financière individuelle à une autre ou au système financier en entier**.

Ce concept est basé sur celui de la ***Value-at-Risk***, notée *VaR*(α), qui est la mesure de risque la plus utilisée par les professionnels pour évaluer le risque de marché d'une institution isolée (Adrian et Brunnermeier, 2011, p. 1). Intuitivement, la *VaR*(α) représente la pire perte possible sur un horizon fixé qui ne sera pas excédée pour un certain niveau de confiance (1-α) ; statistiquement, la *VaR*(α), définie pour un niveau de confiance (1-α), correspond au quantile α de la distribution projetée des gains et des pertes sur un horizon fixé (Bernal et al., 2014, p. 4). Il est utile de rappeler la définition mathématique de la VaR_q^i, implicitement définie pour le q^{ème} quantile de l'instituion *i* (Adrian et Brunnermeier, 2011, p. 7) :

$$\Pr\left(X^i \leq VaR_q^i\right) = q \tag{6}$$

où X^i est le rendement de l'institution *i* pour laquelle la VaR_q^i est définie.

L'utilisation de la *ΔCoVaR* dans cette étude est double : premièrement, la mesure repose sur une grande fréquence de données boursières et est donc une mesure de risque systémique très réactive ; deuxièmement, cette mesure permet de bien analyser jusqu'où une détresse dans un secteur financier est transmise à l'économie réelle de la zone Euro et des États-Unis (Bernal et al. 2014, p. 3). L'approche de la *CoVaR* permet une flexibilité élargie pour décrire le risque d'externalités entre les institutions individuelles ou un groupe d'institutions et apparait être particulièrement adaptée pour identifier les facteurs qui contribuent au risque systémique (Bernal et al., 2014, p. 4).

De manière mathématique, la $CoVaR_q^{j|i}$ est définie par Adrian et Brunnermeier (2011, p. 7) comme la VaR_q^j d'une institution *j* (ou le système financier) conditionnelle à un évènement C(X^i) affectant l'institution *i*. Cet évènement est matérialisé par le rendement de cette institution (X^i), lui-même égal à son niveau de *VaR* pour le q^{ème} quantile ($X^i = Var_q^i$.). La $CoVaR_q^{j|i}$ est donc définie par le q^{ème} quantile de la distribution de probabilité conditionnelle aux rendements de j :

$$\Pr(X^j \leq CoVaR_q^{j|i} \mid C(X^i)) = q. \tag{7}$$

Maintenant, nous pouvons passer à la **définition mathématique de la *ΔCoVaR*.** Autrement appelée contribution de l'institution *i* au risque systémique, la *ΔCoVaR* est définie

par Adrian et Brunnermeier (2011, p. 7) comme la différence entre la *CoVaR* du système financier *j* lorsqu'une institution financière *i* est en « détresse » – quand elle atteint un niveau critique de *VaR*, comme 1% par exemple (voir formule (9) ci-dessous) – et la Co*VaR* du même système financier conditionnel à la même institution *i* dans un état « normal » cette fois-ci – sans détresse, quand elle atteint un niveau de *VaR* de 50% par exemple, appelé la médiane (voir *supra*, Paragraphe 1) – :

$$\Delta\, CoVaR_q^{j|i} = CoVaR_q^{j|X^i=VaR_q^i} - CoVaR_q^{j|X^i=Mediane^i} \tag{8}$$

où $CoVaR_q^{j|X^i=VaR_q^i}$ se définit de manière mathématique par :

$$CoVaR_q^{j|X^i=VaR_q^i} = VaR_S(1\%)|Var_i\,(1\%) \tag{9}$$

où $VaR_S(1\%)$ est la *Value-at-Risk* du système à 1%.

Cela donne donc, dans le cas de la $\Delta CoVaR_q^{j|i}$, la contribution marginale au risque systémique d'une institution financière qui fait face à une situation de « détresse » par rapport à une situation « normale » (Bernal et al., 2014, p. 5).

Il existe ensuite une **procédure en six étapes** utilisée dans cette recherche pour estimer la contribution relative et absolue des trois secteurs du marché financier au risque systémique (Bernal et al., 2014, pp. 5-6). Les cinq premières seront développées dans cette partie conceptuelle de manière synthétique, puisque nous n'apportons aucune innovation économétrique, afin de démontrer comment se déroulera, lors de la partie empirique, le calcul des rendements de l'institution « en crise » et celui de sa contribution relative au système à l'aide des régressions quantiles définies (voir *supra*).

La <u>première étape</u> consiste à calculer les rendements de marché journaliers de chacune des entreprises *i* (notés $X_t^i\,(q)$) qui sont estimés en utilisant la régression du q^{ème} quantile (1% pour la « crise » de l'entreprise et 50% pour la médiane, à savoir l'état « normal ») par :

$$X_t^i(q) = \alpha_q^i + \gamma_q^i M_t + \varepsilon_t^i \tag{10}$$

où α_q^i est une constante et M_t représente un vecteur de variables d'état contemporaines (voir *infra*, Chapitre 2, Section 3). Le terme d'erreur ε_t est considéré comme i.i.d.

(indépendant et identiquement distribué) avec une moyenne centrée en 0 et une variance unitaire ; il est également indépendant de M_t.

La deuxième étape consiste à calculer la *Value-at-Risk* prédite pour ce même q[ème] quantile pour chaque institution *i* en utilisant toutes les variables de l'étape précédente :

$$\widehat{VaR_t^i}(q) = \widehat{\alpha_q^i} + \widehat{\gamma_q^i} M_t \tag{11}$$

où $\widehat{\alpha_q^i}$ et $\widehat{\gamma_q^i}$ sont obtenus lors du calcul de l'équation (10).

La troisième étape consiste au calcul des rendements du système pour le q[ème] quantile :

$$X_t^S(q) = \alpha_q^{S|i} + \beta_{qt}^{S|i} X_t^i + \gamma_q^{S|i} M_t^S + \epsilon_t^{S|i} \tag{12}$$

où $\alpha_q^{S|i}$ est une constante, X_t^i est le rendement de l'entreprise *i* choisie et $\epsilon_t^{S|i}$ est le terme d'erreur. M_t^S est le même vecteur de variables d'état contemporaines que celles dans l'équation (10) mais il exclut les rendements de l'indice EURO STOXX 50. X_t^S représente une approximation des dynamiques macroéconomiques en utilisant les rendements de l'indice du système.

La quatrième étape consiste au calcul de la *CoVaR* prédite du système qui est la *VaR* du système conditionnelle à une entreprise « en détresse », représentée par les régressions quantiles à 1% obtenues lors des étapes précédentes. Pour réaliser cette quatrième étape, il faut insérer la $VaR_t^i(1\%)$ obtenue lors de la deuxième étape (11) dans l'équation suivante (13), tout en utilisant les variables explicatives de la troisième étape (12) :

$$\widehat{CoVaR_t^{S|i}}(q) = \alpha_q^{S|i} + \beta_{qt}^{S|i} \widehat{VaR_t^i}(q) + \gamma_q^{S|i} M_t^S. \tag{13}$$

Enfin, la cinquième étape consiste au calcul de la $\Delta CoVaR_t^{S|i}$ en procédant de la même manière qu'à l'équation (8), à savoir en calculant la différence entre la *CoVaR* prédite au quantile 1% et celle au quantile à 50%. Pour cela, il faut répéter les étapes 1 à 4 une fois avec le quantile à 1% et une fois avec le quantile à 50%.

$$\Delta CoVaR_t^{S|i}(q) = CoVaR_t^{S|i}(1\%) - CoVaR_t^{S|i}(50\%). \tag{14}$$

De plus, nous pouvons brièvement mentionner la sixième étape : pour tester si un marché est significatif et pour fournir un classement entre les différents secteurs financiers par rapport à

leur contribution au risque systémique, l'approche originale de la $\Delta CoVaR$ d'Adrian et Brunnermeier (2011) doit être étendue en incluant d'une part, le test de Kolmogorov–Smirnov, complété avec les techniques de *bootstrapping* (Abadie, 2002) pour déterminer si un secteur financier contribue significativement au risque systémique et d'autre part, un test de dominance pour savoir si un secteur financier particulier contribue plus au risque systémique qu'un autre (Bernal et al., 2014, p. 4). Cependant, cette partie ne sera pas développée en pratique pour des questions de simplicité ; néanmoins, cette étape reste indispensable pour établir un classement avéré entre entreprises ou secteurs après le calcul de leurs valeurs de $\Delta CoVaR$.

26.

Partie 2 - Application empirique

Chapitre 2 : Données utilisées pour l'application empirique

Dans ce chapitre, nous développerons l'ensemble des décisions prises pour réaliser l'application empirique de ce mémoire. Tout d'abord, nous expliquerons les **choix** que nous avons opérés parmi les **entreprises** participant au marché de l'énergie en Belgique et qui sont cotées en bourse ; chacune d'entre elles sera brièvement introduite (section 1). Ensuite, nous développerons pour chacune des deux mesures de risque systémique (*MES* et $\Delta CoVaR$) d'une part, les données choisies concernant les **variables** et d'autre part, les **adaptations apportées au codage** de l'ensemble de ces données (sections 2 et 3).

Section 1 : Choix des entreprises

Concernant le type d'entreprises, les **recherches** concernant le risque systémique dans le marché de l'énergie **ne s'accordent pas**. Alors que Lautier et Raynaud (2012, p. 12) avaient montré que le pétrole Brent était le plus systémique dans les marchés des dérivés de l'énergie, la recherche de Pierret (2013) exclut les crises énergétiques dues à un choc pétrolier car selon elle, la dépendance au pétrole est censée diminuer avec le temps et se substituer à d'autres sources énergétiques dans les économies les plus développées. Parmi les autres matières premières énergétiques, Pierret a choisi d'étudier sur un même pied d'égalité les prix futurs de l'électricité et du gaz car ceux-ci ont une forte corrélation avec les autres marchés et donc plus d'impacts potentiels concernant le risque systémique (Pierret, 2013, pp. 6-7). Tieben et al. (2011, p. 14) ajoutent qu'étudier ces deux matières premières permet d'étendre le spectre des recherches, la plupart d'entre elles s'arrêtant aux marchés des dérivés pétroliers qui n'a pas eu d'effet systémique particulier. Le rôle des entreprises financières dans les marchés des dérivés de l'électricité et du gaz est cependant plus limité que dans celui du pétrole : faire du *trading* dans ces deux marchés requiert des connaissances techniques qui freinent ces entreprises.

Dans le cadre de cette recherche, nous avons décidé de prendre en compte le marché pétrolier car les entreprises choisies permettent intuitivement de les classer en trois catégories distinctes[16] : la première est constituée des **entreprises qui transportent ou entretiennent l'énergie** et qui sont cotées en bourse à Bruxelles (voir *infra*, Paragraphe 1) ; la deuxième est

[16] Lorsque qu'une entreprise était cotée en bourse à des endroits différents, nous avons décidé de prendre la cotation en bourse sur le marché du pays initial où l'activité a débuté.

composée des **entreprises électriques et gazières** cotées en bourse à différents endroits en Europe (voir *infra*, Paragraphe 2) ; et la troisième couvre les **entreprises pétrolières** qui sont cotées en bourse mondialement (voir *infra*, Paragraphe 3)[17]. Dès lors, cette dernière catégorie peut être prise en compte et permettre une analyse complète du marché, alors que la recherche de Pierret (2013) par exemple excluait les entreprises pétrolières (voir *supra*). Cependant, nous ne calculerons pas le risque systémique pour l'ensemble des banques mentionnées dans la partie conceptuelle (voir *supra*, Chapitre 1, Section 2, Paragraphe 2) car de nombreux travaux ont déjà évoqué ce type de calcul de risque systémique dans le monde financier (Acharya et al., 2010, 2012 ; Adrian et Brunnermeier, 2011 ; Bernal et al., 2014 ; Brownlees et Engle, 2011, parmi tant d'autres).

À partir des prix boursiers à la fermeture en euros entre le 02/01/2006 et le 01/06/2015 (9 ans), nous avons calculé les **rendements logarithmiques** journaliers de ces prix, également appelés rendements géométriques (Fokou, 2006, p. 3) pour ensuite calculer les mesures de risque systémique. La formule des rendements logarithmiques est la suivante:

$$r_{it} = \ln\left(\frac{P_{it}}{P_{it-1}}\right) \tag{15}$$

où r_{it} est le rendement de l'action *i* au temps *t* et P_{it} est le prix de l'action *i* au temps *t*. Cette approche diverge de l'approche de Pierret (2013) car elle utilisait les prix futurs. Sa motivation concernant ce choix était que l'électricité et le gaz sont des marchés *spot* très volatiles (voir *supra*, Chapitre 1, Section 2, Paragraphe 1) : utiliser des prix futurs permet d'avoir un contrat d'assurance contre ces fluctuations de prix *spot*. En effet, les prix futurs sont impactés non seulement par les chocs dans les marchés *spot* physiques, mais aussi d'une part, par les évènements venant d'autres marchés comme la crise des *subprimes* et d'autre part, par ceux qui peuvent avoir des conséquences à long terme sur le marché de l'énergie comme l'annonce en mars 2011 du gouvernement allemand du retrait du nucléaire pour l'année 2025 suite à la catastrophe de Fukushima (Pierret, 2013, p. 6). L'ensemble des entreprises[18] utilisées est repris dans le **Tableau 1** ci-dessous et le choix des entreprises est détaillé durant les trois prochains Paragraphes.

[17] Pour faciliter les interprétations et reconnaitre plus facilement les entreprises selon leur catégorie tout au long de l'analyse (voir *infra*, Chapitre 3), nous avons créé un code couleur avec trois variances de gris : le gris clair correspond à la première catégorie, la deuxième nuance de gris correspond à la deuxième catégorie et le gris foncé correspond à la dernière catégorie.

[18] Dans le tableau, les entreprises entre parenthèses sont le nom des filiales des entreprises-mères actives en Belgique.

Tableau 1

Nom entier de entreprise (+ contrepartie belge)	**Lieu de cotation**	**Source**
Élia System Operator	Bruxelles	Macrobonds
Exmar NV	Bruxelles	Macrobonds
Fluxys Belgium	Bruxelles	Macrobonds
Hamon Group (International)	Bruxelles	Macrobonds
Engie (ex-GDF Suez - Electrabel)	Paris	Macrobonds
Électricité de France (EDF Belgium et EDF Luminus)	Paris	Macrobonds
Direct Énergie (Poweo)	Paris	Macrobonds
RWE Group (Essent Belgique)	Berlin	Macrobonds
ENI (ENI Belgique)	Milan	Macrobonds
General Electric (GE Belgique)	New-York	Macrobonds
Total FP (Total Belgique)	Paris	Macrobonds
Shell (Shell Belgique)	Londres	Macrobonds
British Petroleum (BP Belgique)	Londres	Macrobonds
Exxon Mobil (Exxon Mobil Belgique)	New-York	Macrobonds

Paragraphe 1 : Entreprises de transport et de gestion d'énergie

Entreprises de transport et de gestion d'énergie
Élia System Operator
Exmar NV
Fluxys Belgium
Hamon Group (International)

Les entreprises cotées en bourse à Bruxelles sont au nombre de quatre. **Élia System Operator** est le gestionnaire du réseau de transport d'électricité en Belgique et est une ancienne filiale d'Électrabel, partie de l'entreprise Engie (Élia, s.d.). **Exmar NV** est une entreprise internationale qui est spécialisée dans des activités relatives au transport du gaz liquéfié et dont le siège est en Belgique (Exmar, 2014). **Fluxys Belgium** est le gestionnaire indépendant du transport de gaz naturel en Belgique et était également une ancienne filiale d'Électrabel (Fluxys, s.d.). Enfin, **Hamon Group** (International) est un des leaders mondiaux pour l'équipement, les services et le service après-vente de cinq marchés de niche, dont les systèmes de refroidissement. Hamon Group est considéré comme entreprise participant au marché de l'énergie en Belgique car leurs principaux clients sont les centrales électriques et les industries de pétrochimie, de pétrole et de gaz (Hamon Group, s.d.). Parmi ses clients, nous retrouvons les entreprises présentes dans la deuxième catégorie d'entreprises comme EDF, Engie ou encore RWE (Hamon Group, s.d.). L'entreprise **4EnergyInvest** est, elle, active dans le secteur des énergies renouvelables en Belgique mais elle ne fut pas prise en compte dans la recherche car elle n'est cotée en bourse à Bruxelles que depuis 2008.

Nous pouvons donc conclure que les entreprises présentes dans cette première catégorie sont relatives au **transport** et à l'**entretien** des matières premières énergétiques : elles ne délivrent pas d'énergie en tant que telles.

Paragraphe 2 : Entreprises électriques et gazières

Entreprises électriques et gazières (gaz naturel)
Engie (ex-GDF Suez - Electrabel)
Électricité de France (EDF Belgium et EDF Luminus)
Direct Énergie (Poweo)
RWE Group (Essent Belgique)
ENI (ENI Belgique)
General Electric (GE Belgique)

Les entreprises cotées en bourse sur les marchés européens sont au nombre de six. Les entreprises choisies dans la recherche sont les **maisons-mères** de celles présentes en Belgique, généralement sous la forme d'une filiale ; la part des activités des maisons-mères dans le marché belge ne représente qu'une partie, souvent faible, de l'ensemble de leurs activités mais l'activité boursière qui les représente permet une analyse plus globale du marché.

Trois d'entre elles sont cotées en bourse à Paris. **Engie** (ex-GDF Suez depuis le 24 avril 2015) est un acteur mondial de l'énergie et est expert dans trois domaines : l'électricité, le gaz naturel et les services à l'énergie (Engie, 2015). L'entreprise est la maison-mère de la société énergétique belge Electrabel depuis 2003, c'est pourquoi l'action d'Engie fait notamment partie du BEL20 (Engie, 2015) et c'est ainsi la raison pour laquelle nous l'avons choisie. **Électricité De France** (EDF) est une entreprise française présente internationalement dans le marché de l'énergie et plus spécifiquement dans les marchés de l'électricité et du gaz naturel (EDF Belgique, 2015). En Belgique, l'entreprise possède plusieurs filiales. (1) EDF Belgium est une filiale de production du groupe EDF en Belgique ; elle est actionnaire à 63.5% d'EDF Luminus, deuxième fournisseur d'électricité du pays. Ils ont en outre une participation dans la centrale nucléaire de Tihange. (2) EDF Luminus, filiale du groupe EDF depuis fin 2009, est un producteur d'électricité et fournisseur d'énergie dans le marché belge, à hauteur d'environ 10% de ce marché (EDF Belgique, s.d.). La troisième entreprise fait référence à **Poweo** et **Direct Énergie**, créées en 2002 et 2003 et qui ont activement participé à l'ouverture du marché de l'électricité et du gaz en France. Leur fusion en 2012 (Poweo absorbe Direct Énergie) a donné naissance à « Direct Énergie », troisième

acteur de l'électricité et du gaz en France et acteur franco-belge de manière générale (Direct Énergie, 2015). Poweo by Direct Énergie est une entreprise filiale de Direct Énergie et est un fournisseur belge d'électricité et de gaz naturel pour les particuliers et les professionnels (Poweo, 2015). L'entreprise **Green Engy 4 seasons**, qui est une entreprise belge de panneaux photovoltaïques, ne fut elle pas prise en compte dans la recherche car elle n'est cotée en bourse à Paris que depuis 2010.

Trois d'entre elles sont cotées en bourse sur les marchés européens. La première de ces entreprises est **RWE Group** qui est l'une des cinq entreprises leader des marchés de l'électricité et du gaz naturel dans le monde ; elle est cotée en bourse à Francfort (RWE, 2015). RWE est présent sous le nom « Essent » en Belgique, fournisseur d'électricité et de gaz naturel ; Essent Belgique est une partie d'Essent Nederland, lui-même filiale du conglomérat RWE depuis 2009 (Essent, 2015). La deuxième entreprise est **ENI** qui est un groupe énergétique italien de premier plan, notamment dans la transformation et la distribution de pétrole, de gaz et d'électricité : ils sont présents dans 85 pays et nous avons choisi sa cotation en bourse à Milan. En Belgique, ENI distribue du gaz, de l'électricité et des lubrifiants depuis 2008, suite au rachat de Distrigaz (ENI, 2014b). ENI aurait pu intégrer la troisième catégorie d'entreprises étant donné son importante activité dans le pétrole qui est également son activité primaire mais nous avons décidé de la placer dans la seconde catégorie d'entreprises car d'une part, ses activités en Belgique ne font pas référence au pétrole et d'autre part, sa présence permettra une comparaison avec RWE, autre grand nom du marché de l'énergie dans le monde et qui a des activités similaires à ENI en dehors du pétrole. Enfin, **General Electric** (GE), coté en bourse à New-York, est un conglomérat énergétique américain et canadien. Ils sont présents dans de nombreux marchés, comme le marché de l'électricité en fournissant des produits et services à plus de 120 pays, le pétrole et le gaz naturel en fournissant des équipements, services et solutions complètes aux industries pétrolière et gazière entre autres. Ils sont présents depuis plus de 50 ans en Belgique dans les secteurs de la technologie, de la santé, de l'énergie, de l'eau et des services financiers (GE Belgium, 2015).

Nous pouvons donc conclure que cette deuxième catégorie d'entreprises est relativement homogène. La plupart d'entre elles sont actives dans le **monde entier** (excepté Direct Énergie) et elles sont toutes présentes dans les marchés de **l'électricité et du gaz naturel**, tout en sachant que le pétrole a une part importante dans les activités d'ENI et de GE.

Paragraphe 3 : Entreprises pétrolières

Entreprises pétrolières
Total FP (Total Belgique)
Shell (Shell Belgique)
British Petroleum (BP Belgique)
Exxon Mobil (Exxon Mobil Belgique)

Les entreprises cotées en bouse sur les marchés mondiaux sont des entreprises pétrolières et sont au nombre de quatre, même si certaines d'entre elles ont des activités importantes dans d'autres domaines énergétiques que le pétrole.

Total FP, coté en bourse à Paris, est une entreprise pétrolière française et est un acteur important du marché énergétique mondial. Ils sont présents en Belgique depuis 1920 dans les secteurs du raffinage, de la pétrochimie, des énergies nouvelles et de la commercialisation de produits pétroliers et de gaz naturel (Total, 2014). **Shell**, coté en bourse à Londres, est une entreprise britannique et hollandaise et est l'une des plus grandes sociétés énergétiques au monde. En Belgique, Shell est présent depuis près de 100 ans et exploite actuellement un réseau d'environ 240 stations de pétrole ; en plus des carburants pour voiture, ils vendent également des lubrifiants, des huiles, des graisses et du gaz butane et propane (Shell, s.d.). **BP**, coté en bourse à Londres, est une société pétrolière britannique très importante dans le marché énergétique mondial. Ils fournissent à leurs clients du carburant pour le transport et de l'énergie pour le chauffage et l'éclairage. En plus de la production et de la vente de pétrole brut et de gaz naturel, BP produit des produits chimiques avec lesquels des objets courants sont fabriqués. Ils sont présents en Belgique depuis 1909, notamment avec un centre de production chimique et deux installations de mélange pour les lubrifiants (BP Belgium, 2014). Enfin, **Exxon Mobil** est un magnat énergétique mondial. Ses activités en Belgique sont diverses : la pétrochimie, les lubrifiants et le mazout sous le nom d'Exxon Mobil, et les stations routières et le carburant sous le nom d'**Esso**, filiale d'Exxon Mobil (Exxon Mobil, s.d.). Dès lors, nous avons pris la cotation en bourse à New-York d'Exxon Mobil. Le but initial était également d'étudier l'entreprise Esso et sa cotation sur les marchés français mais l'analyse individuelle de tous les évènements relatifs à cette action étaient, pour la grande majorité, liés à sa maison-mère malgré la cotation à un endroit différent, c'est pourquoi nous ne garderons que l'analyse de la maison-mère, d'autant plus que nous nous sommes, jusqu'ici, uniquement focalisés sur les maisons-mères de chaque entreprise lors du choix de celles-ci.

En conclusion, les entreprises qui composent ce groupe sont des **entreprises pétrolières** présentes mondialement, avec pour certaines des acteurs dans d'autres secteurs énergétiques (électricité et gaz naturel).

Section 2 : Données concernant la *MES*

Concernant le modèle pour calculer les mesures de *Marginal Expected Shortfall* (*MES*), celui-ci est différent de ceux expliqués en théorie. En effet, nous utilisons une approche non paramétrique différente de la recherche de Pierret (2013) qui utilisait une approche en trois dimensions en calculant une *MES* décomposée en trois parties : la moyenne, la variance et les queues de la distribution (voir *supra*, Chapitre 1, Section 4, Paragraphe 1). Le cadre non paramétrique a été choisi car il est plus simple à implémenter dans les logiciels informatiques tels que R ou Stata pour mon niveau de connaissances, tout en sachant que ce type d'approche reste similaire à des approches paramétriques (Scaillet, 2005, p. 2). Dans ce cadre, nous pouvons reprendre la définition mathématique de base du *MES* conditionnel (1) dans laquelle nous développons maintenant la crise énergétique de la manière suivante :

$$MES_{it} = E(X_{it} | X_{St} < VaR_{St}) \tag{16}$$

où X_{it} est le rendement de l'entreprise i au temps t, X_{St} est le rendement du système S au temps t et VaR_{St} est la *Value-at-Risk* du système S au temps t. Cette formule est donc **similaire à celle qui était développée par Pierret** (4). Dans cette recherche, pour le calcul de ces mesures, comme pour celui de la $\Delta CoVaR$, le rendement du **système** est celui de l'indice **EURO STOXX 600** comme recommandé par Bernal et al. (2014, voir *infra*, Section 3). Au contraire de Pierret (2013), une mesure de ΔMES n'a pas été calculée et la *MES* sera étudiée à travers la comparaison relative entre les rendements lorsque le système est « normal » et ceux lorsque le système est « en crise » (*MES*).

Nous pouvons encore ajouter une indication supplémentaire concernant les calculs de ces valeurs de *MES* : lors de chaque calcul, celui-ci s'effectue en prenant une **fenêtre de 10 jours** pour calculer la condition, à savoir si le rendement du système est inférieur à la *VaR* des rendements du système sur les dix derniers jours. Si un des rendements du système sur les dix derniers jours répond à la condition ($X_{St} < VaR_{St}$), à savoir si le rendement du système est inférieur à sa *VaR* sur les dix derniers jours. Si le rendement du système correspond à cette condition, la date relative à cette condition sera stockée et le calcul de la variable « *MES* » récupérera le rendement de l'entreprise i à cette date précise, où le système est considéré

comme « en crise »[19]. Si le rendement du système ne répond pas à la condition, alors la variable « *MES* » récupérera le rendement de l'entreprise *i* au temps *t*. Dès lors, lorsqu'un rendement du système répond à la condition, il respectera, la plupart du temps, cette condition sur les dix jours pendant lesquels il agit dans le calcul de *MES* ; c'est pourquoi nous observons des graphiques **en forme d'échelle, avec de nombreux étages**.

Section 3 : Données concernant la $\Delta CoVaR$

Le but de la recherche étant d'étudier la contribution des entreprises énergétiques présentes dans le marché belge au risque systémique dans le marché européen, nous avons décidé de reprendre la **même méthodologie expliquée dans la partie conceptuelle**, et nous avons repris les mêmes variables qu'ont utilisées Bernal et al. (2014) ; la seule différence réside dans la récurrence des données qui sont **journalières** dans notre recherche et hebdomadaires dans celle de Bernal et al. (2014). Les données utilisées sont reprises dans le **Tableau 2** ci-dessous, et chaque terme est expliqué en-dessous de ce Tableau.

Tableau 2

Variable	Définition	Source
Variables du système et des entreprises		
rdtstoxx600	Système : EURO STOXX 600 *index* (a)	Macrobonds
+ **Tableau 1** (voir *supra*, Section 1)		
Variables d'état		
VSTOXX	VSTOXX *index* (b)	Macrobonds
rdteurostoxx50	*Equity return* : EURO STOXX 50 *index* (c)	Macrobonds
eurostoxxrer	*Real estate return*: EURO STOXX *Real estate index* (d)	Macrobonds
Euliqspd *Liquidity Spread*	Différence entre le *repo rate* de la zone euro à 3 mois (e) et le bond d'État allemand à 3 mois (f)	Macrobonds
Gerbill *3-month Gerbill Spread variation*	Différence entre le bond d'État allemand à 3 mois au temps *t* et celui au temps *t-1*	Macrobonds
Euyldspd *Yield spread change*	Différence entre le bond d'État allemand à 10 ans et celui à 3 mois	Macrobonds
Eucdtspd *Credit spread change*	Différence entre le bond d'État *corporate macrobond BBB* de la zone euro à 10 ans (g) et le bond d'État allemand à 10 ans	Macrobonds

[19] Tout au long de ce mémoire, les termes « en crise » et « normal » seront mis entre guillemets pour rappeler la définition de la crise ou de l'état normal, à savoir que la « crise » est calculée sur une période de dix jours au sens de la *MES* alors que les rendements « normaux » sont ceux lorsque l'entreprise n'est pas soumise au calcul de la *MES*.

(a) **L'indice EURO STOXX 600** reprend 600 grandes, moyennes et petites entreprises de 18 pays de la zone Euro, dont Engie, EDF, RWE Group, ENI, Total FP et BP qui sont étudiées dans cette recherche (STOXX Limited, 2015c).

(b) **L'indice VSTOXX** est celui de la volatilité implicite dans le marché boursier européen et est l'équivalent du VIX américain. Il est basé sur l'indice de l'EURO STOXX 50 et doit refléter les attentes du marché européen en termes de volatilité (STOXX Limited, 2015a). Une future recherche pourrait envisager de prendre en compte l'indice VXXLE qui est l'équivalent du VIX et du VSTOXX mais spécifique au marché de l'énergie ; néanmoins, celui-ci est uniquement disponible pour les États-Unis et n'a été créé qu'en 2011 (CBOE Holdings, 2015) : il ne permet donc pas une étude assez large pour cette étude. Par ailleurs, en calculant la corrélation entre les valeurs de l'indice VXXLE et celui du VSTOXX, nous obtenons une valeur de 0,916 : la corrélation est donc suffisamment forte avec le VSTOXX pour le prendre comme *proxy* de l'indice VXXLE.

(c) **L'indice de l'EURO STOXX 50** reprend 50 actions de 12 pays de la Zone Euro (dont Engie, ENI, RWE Group et Total FP qui sont étudiés dans cette recherche) ; il est utilisé par les institutions financières pour servir comme marché général pour de nombreux produits d'investissements, comme les *ETF*, les prix futurs et les options (STOXX Limited, 2015a).

(d) **L'indice des rendements de l'EURO STOXX *Real Estate*** reprend un sous-ensemble de 17 supersecteurs classés selon leur source primaire de revenus (STOXX Limited, 2015b).

(e) **Le *repo rate* à 3 mois de la zone Euro** est un taux d'actualisation utilisé par une banque centrale pour racheter des titres publics à des banques commerciales ; ce taux dépend du niveau d'approvisionnement d'argent que la banque centrale décide de maintenir dans le système monétaire du pays. Ce taux est augmenté si la banque centrale veut diminuer l'approvisionnement en argent et inversement (EMMI, 2014a). Le *repo rate* fut créé en mars 2002 comme repère pour les transactions d'argent sécurisées dans la zone Euro et fut arrêté fin décembre 2014 suite au départ de plusieurs banques faisant partie du panel permettant de calculer ce taux ; l'*European Money Markets Institute* (EMMI) s'attend cependant à relancer ce taux d'actualisation sous une nouvelle forme en 2015 (EMMI, 2014b). Dès lors, pour respecter les données choisies par Bernal et al. (2014), nous avons décidé d'effectuer une régression de l'EUROPO sur le LIBOR, comme suggéré par Adrian et Brunnermeier dans leur recherche (2011, p. 15) afin d'obtenir les valeurs pour 2015. Étant donné l'évolution des

données depuis la crise des *subprimes*, nous nous sommes résolus à utiliser une régression plus complexe : la régression exponentielle. En effet, celle-ci (disponible dans l'Annexe 1) suit mieux la tendance que lors d'une régression linéaire.

(f) **Les bonds d'État allemands**, avec une maturité de 3 mois et de 10 ans, sont des obligations de dettes qui sont dues au gouvernement allemand.

(g) **Le *macrobond BBB euro area corporate bond rate*** à 10 ans est un rendement composite pour le secteur privé qui a été construit par la base de données *Macrobonds*. Il mesure la rentabilité moyenne des obligations du secteur privé pour une maturité de 10 ans (Bernal et al., p. 4).

Chapitre 3 : Résultats de l'application empirique

Dans ce chapitre, nous allons **analyser les résultats** obtenus des mesures de ***MES*** (section 2) et de ***ΔCoVaR*** (section 3). Pour chaque mesure, nous allons rappeler tout d'abord leur définition et les intuitions qui en découlent, avant de faire une analyse plus précise par catégorie d'entreprises que nous avons créée au préalable (voir *supra*, Chapitre 2, Section 1). Avant d'analyser ces résultats, il est important de savoir quelles sont les **tendances dans les rendements du système** (section 1) entre 2006 et mi-2015 afin de distinguer si celles-ci, représentées dans notre analyse par des évènements, sont systémiques ou non. Enfin, nous ferons une **comparaison des résultats obtenus** (section 4) afin de conclure quelles sont les entreprises les plus systémiques.

Section 1 : Tendances dans les rendements du système

Comme mentionné dans l'introduction de ce chapitre, il est pertinent d'étudier tout d'abord l'**évolution des rendements du système** choisi – l'indice de l'EURO STOXX 600 – afin de comprendre quels sont les **évènements** qui lui sont propres. Le graphique de l'évolution des rendements du système au cours du temps se trouve dans l'**Annexe 2**. Ensuite, nous pourrons discerner si nous retrouvons les mêmes évènements aux mêmes dates lors de l'analyse catégorie par catégorie d'entreprises des valeurs de *MES* et de *ΔCoVaR* au cours du temps. Cette deuxième partie (Sections 2 et 3) sera réalisée de manière synthétique, l'analyse des tendances dans les rendements du système étant, elle, réalisée de manière plus poussée afin de discerner exactement quels types d'évènements ont marqué celui-ci ; le **Tableau récapitulatif 1** dressera l'ensemble des évènements qui affectent le système (voir *infra*).

De manière générale, la **moyenne** des rendements du système dans son état « normal » est de 0,02% entre 2006 et mi-2015 et ils **varient** en moyenne entre -2% et 2%. L'observation du graphique met en évidence **trois périodes** dans les rendements du système : la première est la période avant la crise (2006-2007) ; la deuxième est la période pendant la crise financière des *subprimes* (2008-2009) ; et la troisième est la période après la crise (2010-2015). Ensuite, nous pouvons nous concentrer sur les **valeurs extrêmes** dans les rendements du système pour tenter de les expliquer par un (ou plusieurs) évènement(s).

La première période (2006-2007) n'est pas caractérisée par des valeurs extrêmes dans les rendements du système en comparaison avec les périodes suivantes. Nous pouvons cependant observer une légère augmentation de volatilité à plusieurs dates ou durant des

intervalles de temps spécifiques. La première augmentation de volatilité s'observe sur l'intervalle de temps s'étalant de mai à juin 2006, avec jusqu'à -3% dans les rendements du système. Cet évènement s'explique par les attentes de poursuite du resserrement monétaire aux États-Unis : une hausse des taux d'intérêt pourrait freiner la croissance américaine et donc les importations, problématiques surtout pour les pays émergeants (Van Caloen, 2006). La deuxième se déroule le 27 février 2007 (-3%) et s'explique par le fort déclin soudain de la bourse de Shanghai (-8,84%) qui tire les bourses mondiales vers le bas, avec plus de 2% de repli en Europe ; ce déclin était dû à une survalorisation des actifs chinois (L'OBS Économie, 2007a). Similairement, la troisième augmentation de volatilité est une valeur de -2,5% le 14 mars 2007 : elle représente la baisse des marchés mondiaux suite à celle de la bourse américaine, en difficulté à cause du marché du crédit immobilier (L'OBS Économie, 2007b), laissant présager les prémices de la crise. La quatrième hausse est importante car elle marque le début de la crise des *subprimes* : le 26 juillet 2007 avec près de -3% dans les rendements du système, toutes les bourses mondiales ont ressenti les premiers effets de cette future nouvelle crise financière (L'OBS Économie, 2009a). La cinquième du 10 et 16 aout 2007 jusqu'à -3,5% dans les rendements du système est la suite des premiers effets de la nouvelle crise qui se profilait (L'OBS Économie, 2007d). De manière similaire, les autres rendements observés la fin du second semestre de 2007 tendent vers des valeurs négatives et sont dues à la crise financière qui commençait à se profiler dans les rendements du système.

La deuxième période (2008-2009) est, elle, clairement marquée par les effets de la crise des *subprimes* sur les bourses, notamment sur les bourses européennes d'où vient notre système choisi. Parmi les valeurs extrêmes les plus importantes de cette période, nous pouvons tout d'abord mentionner **celles se déroulant en 2008**. Celle du 21 janvier 2008 (près de -6%) représente le krach boursier de ce jour, appelé communément « *Black Monday* » : il découle de la crise financière et crée un vent de panique sur les marchés. Les cotations boursières deviennent totalement déconnectées de la réalité financière et les fonds sont obligés de vendre une partie de ce qu'ils possèdent pour avoir de la liquidité (Reynaud, 2008). Ensuite, celle du 5 février 2008 de -3% dans les rendements du système s'explique par les mêmes raisons ; cependant, nous observons entre ces deux dates plusieurs petits pics de volatilité qui s'expliquent par l'annonce du plan Bush visant une baisse des taux de la Fed et les corrections qu'essaient d'en faire les marchés boursiers (Pottier, 2008). Après, celle du 17 mars 2008 de -4,5% dans les rendements du système est toujours liée à la crise des *subprimes* : la réaction du marché est due au rachat par JP Morgan de la banque d'affaires

Bear Stearns à prix cassé et à la décision de la Fed d'ouvrir son guichet d'escompte aux courtiers de Wall Street (L'OBS Économie, 2008b). Nous continuons avec celle du 15 septembre 2008 de -3,5% dans les rendements du système qui correspond à l'annonce de la faillite de Lehman Brothers (L'OBS Économie, 2008e). La tendance s'est poursuivie pour atteindre son paroxysme le 6 octobre 2008 avec près de -8% : les craintes concernant les bourses européennes sont les plus élevées depuis le début de la crise, notamment dans notre pays concernant le cas de la banque Dexia, en faillite (Le Figaro, 2008) ; cette tendance se poursuit tout le mois d'octobre, dont le 22ème jour du mois est à nouveau marqué par une forte baisse des bourses européennes avec -5% (L'OBS Économie, 2008d). Enfin, les rendements du système perdent 5,5% le 6 novembre 2008 (L'OBS Économie, 2008f) et 6% le 1er décembre 2008 (L'OBS Économie, 2008c) pour des raisons similaires à celles exposées précédemment ; nous observons cependant une bien meilleure semaine avant celle du 1er décembre, marquée par la prise massive de bénéfices des investisseurs (L'OBS Économie, 2008c). Par ailleurs, parmi toutes ces mauvaises nouvelles pour les marchés, nous observons de nombreux rendements très positifs pour le système, allant jusqu'à +8% et +10% : ces rendements s'expliquent par le flou installé sur les marchés boursiers suite à la crise, ceux-ci étant désormais extrêmement volatiles à l'annonce d'un nouvel évènement, qu'il soit positif ou négatif.

De manière similaire, nous observons plusieurs **valeurs extrêmes** dans les rendements du système en **2009**. Le 14 janvier 2009 (-4,5%), les bourses européennes plongent dans le rouge suite à la baisse supérieure aux attentes des ventes au détail aux États-Unis et l'abaissement de la note d'endettement de la Grèce, premier pays de la Zone euro à connaitre ce sort par l'agence de notation Standard & Poor's (L'OBS Économie, 2009c). Le 2 mars 2009 (-5%) représente le plongeon des bourses asiatiques dans le sillage de Wall Street, marqué notamment par de mauvais indicateurs économiques partout dans le monde et des craintes croissantes sur l'état de santé de nombreuses banques européennes (L'OBS Économie, 2099e). Le 30 mars 2009 (-4%) évoque la forte chute des bourses mondiales plombées par la chute des valeurs automobiles (Peugeot et Renault en France et Fiat en Italie) et financières (L'OBS Économie, 2009d). Le 20 avril 2009 (-4% également) représente un net recul des bourses européennes par la prise de bénéfices suite à plusieurs semaines positives, affectant à nouveau les valeurs automobiles et financières (L'OBS Économie, 2009b). Enfin, la dernière valeur extrême et pertinente le 26 octobre 2009 s'est clôturée avec -3,5% dans les rendements

du système, marquant la dernière forte volatilité des rendements de l'année suite à la crise des *subprimes* de 2007-2008.

La **troisième période** (2010-2015) marque le retour à des rendements pour le système relativement stables en moyenne en comparaison avec la période précédente ; cette troisième période est toutefois plus volatile que la première. Parmi les valeurs extrêmes observées dans les rendements du système, nous pouvons commencer par celle le 7 mai 2010 (-4%), avec la dégringolade des bourses européennes – tendance qui dure depuis une semaine – atteignant un niveau de krach boursier : la crise grecque est bien installée en Europe et les agences de notation pointent la faiblesse des États européens ainsi qu'une possible aggravation de la crise espagnole et portugaise (Le Parisien, 2010). En réaction à cela, les marchés boursiers européens s'envolent le 10 mai 2010 (+7%) suite au plan d'urgence mis en place par l'Union européenne pour sauver la Zone euro (L'OBS Économie, 2010). Ensuite, le 11 aout 2011 (-5%) est une journée noire pour les bourses européennes et américaine suite à la publication des indicateurs économiques américains et l'annone d'une possible nouvelle récession (L'OBS Économie, 2011d). Peu après, le 5 septembre 2011 (-4%) représente une nouvelle chute des bourses européennes suite aux inquiétudes concernant la croissance américaine et la crise de la dette en zone euro (L'OBS Économie, 2011c). Le 22 septembre 2011 (-5%) a été caractérisé par une chute des bourses européennes suite à la dégringolade des valeurs bancaires avec la crise de la dette européenne et le discours pessimiste de la banque centrale américaine (la Fed), affectant aussi les bourses américaines (L'OBS Économie, 2011b). Enfin, le 15 octobre 2014 (-3%) représente les fortes pertes des bourses européennes suite à la publication d'indicateurs macroéconomiques américains, dont notamment une baisse des prix inattendue qui a attisé les inquiétudes sur les bourses mondiales ; ceci est venu s'ajouter aux craintes concernant la crise de la dette grecque dont le taux à 10 ans a baissé de 1% (L'OBS Économie, 2014).

Tableau récapitulatif 1

Première période : 2006-2007		
Date	*Pic*	*Évènement*
Mai – juin 2006	-3%	Resserrement monétaire aux États-Unis : hausse des taux d'intérêt
27 février 2007	-3%	Déclin de la bourse de Shanghai : survalorisation des actifs chinois --> Effets bourses mondiales
14 mars 2007	-2,5%	Baisse des marchés mondiaux (prémices de la crise)
26 juillet 2007	-3%	Début de la crise des *subprimes*
10 & 16 aout 2007 (+ fin 2007 de manière générale)	-3,5%	Premiers effets de la nouvelle crise
Deuxième période : 2008-2009		
Date	*Pic*	*Évènement*
21 janvier 2008	-6%	Krach boursier : « *Black Monday* »
5 février 2008	-3%	Krach boursier et annonce du plan Bush
17 mars 2008	-4,5%	Rachat de Bear Stearns par JP Morgan et décision de la Fed d'ouvrir un guichet d'escompte pour les courtiers de Wall Street
15 septembre 2008	-3,5%	Annonce de la faillite de Lehman Brothers
6 octobre 2008	-8%	Krach boursier suite aux craintes concernant les bourses européennes
22 octobre 2008	-5%	Suite de la baisse des bourses européennes
6 novembre 2008	-5,5%	*Idem*
1 décembre 2008	-6%	*Idem*
14 janvier 2009	-4,5%	Bourses européennes dans le rouge - Prémices de la crise de la dette en Europe
2 mars 2009	-5%	Baisse des bourses asiatiques et craintes sur les bourses européennes (état de santé des banques)
30 mars 2009	-4%	Chute des bourses mondiales suite à la chute des valeurs automobiles et financières
20 avril 2009	-4%	Recul des bourses européennes après un mois d'accalmie (prise de bénéfices)
26 octobre 2009	-3,5%	Dernier pic de volatilité suite à la crise des *subprimes*
Troisième période : 2010-mi2015		
Date	*Pic*	*Évènement*
7 mai 2010	-4%	Dégringolade des bourses européennes : crises grecque, espagnole et portugaise + « *Flash krach* »
10 mai 2010	+7%	Plan d'urgence de l'Union Européenne
11 aout 2011	-5%	Publication des indicateurs économiques américains et possibilité d'une nouvelle récession
5 septembre 2011	-4%	Inquiétudes concernant la croissance américaine et crise de la dette en zone euro
22 septembre 2011	-5%	Dégringolade des valeurs bancaires (crise de la dette)
15 octobre 2014	-3%	Publication d'indicateurs macroéconomiques américains (baisse des prix) et craintes concernant la crise de la dette grecque

Section 2 : Résultats concernant la *MES*

Pour rappel, la *MES* est définie comme les **pertes attendues d'une firme dans les queues de la distribution lors d'un choc de marché agrégé** (voir *supra*, Chapitre 1, Section 4, Paragraphe 1). En d'autres termes, ces pertes attendues sont donc les **espérances des rendements de l'entreprise lorsque le système est « en crise »** ; cette crise a été calculée dans cette recherche avec une fenêtre de dix jours afin de déterminer la période sur laquelle il faut repérer la « crise » dans le système (voir *supra*, Chapitre 2, Section 2). Dès lors, il est possible de **comparer** les mesures de *MES* **de manière relative** avec les rendements de l'entreprise lorsque le système est « normal »[20] ; cela permettra de discerner dans quelle mesure l'entreprise ressentirait les effets du système « en crise », et ainsi d'identifier si l'institution est systémique, pour ensuite classer chacune d'elles les unes par rapport aux autres à la lumière de leur valeur moyenne de *MES* – en pourcentage – sur la période de temps étudiée (à savoir entre 2006 et mi-2015). Ce **classement** sera uniquement **indicatif** du niveau auquel chaque entreprise ressentirait la « crise » du système dans ses rendements car la classification n'a pas été établie par un test d'hypothèse mais par le simple calcul d'une moyenne. Nous avons également calculé la moyenne annuelle des valeurs de *MES* au cours du temps afin d'identifier lors de quelle période l'entreprise est plus susceptible de ressentir la « crise » du système et dans le but d'identifier des périodes qui soient similaires à toutes les entreprises.

Concernant nos **intuitions** par rapport à ces mesures de *MES*, nous nous attendons de manière générale à obtenir des **valeurs inférieures à celles que fournissent les rendements logarithmiques** de chaque entreprise ; nous pensons également que les valeurs de *MES* seront pour la plupart négatives. La signification de ces deux intuitions est que l'entreprise ressentirait les effets de la « crise » du système dans ses rendements. Au contraire, si l'espérance de rentabilité de l'entreprise lorsque le système est « en crise » (ou *MES*) est supérieure à ses rendements lorsque le système est dans son état « normal », cela signifierait que l'entreprise résisterait à une situation de « détresse » au niveau de système, voire même en bénéficierait ; cela pourrait s'expliquer par des évènements qui sont propres à l'institution à la date où le système est considéré comme « en crise » sur les dix derniers jours pour le calcul de la *MES*.

[20] Pour rappel, quand le terme « normal » est utilisé dans l'analyse empirique, cela signifie que les rendements de l'entreprise sont les rendements logarithmiques de celle-ci lorsque le système n'est pas « en crise ».

L'étude des valeurs de *MES* et de leur comparaison relative avec les rendements de l'entreprise lorsque le système est « normal » se fera donc, pour chaque catégorie d'entreprises, **institution par institution** afin de pouvoir observer de manière précise le comportement de chaque entreprise face à la « crise » du système. Cette analyse se trouve dans **l'Annexe 3.2** ; en effet, nous avons privilégié, après cette analyse individuelle, de **résumer celles-ci par groupe d'entreprises** dans un but synthétique (Paragraphes 1 à 3). Concernant les analyses réalisées, nous tenterons d'identifier si les mesures de *MES* observées suivent la tendance de « crise » du système ou si elles sont influencées par des évènements propres à l'entreprise. Cette analyse se fera d'une part, par l'observation de l'évolution de valeurs de *MES* de l'entreprise et d'autre part, par l'observation de l'évolution des rendements de l'entreprise en comparaison avec ceux du système lorsque celui-ci est « normal ». Enfin, nous établirons une **conclusion générale** par rapport à l'analyse des valeurs de *MES* concernant l'ensemble des entreprises étudiées (Paragraphe 4).

Paragraphe 1 : Entreprises de transport et de gestion d'énergie

Entreprises de transport et de gestion d'énergie
Élia System Operator
Exmar NV
Fluxys Belgium
Hamon Group (International)

En termes d'**analyse groupée** pour cette catégorie d'entreprises qui sont les entreprises belges cotées en bourse à Bruxelles et qui sont des gestionnaires ou transporteurs du marché de l'énergie basés en Belgique, nous pouvons tout d'abord mentionner que, de manière générale, si les entreprises avaient vécu la période de « crise » (selon la méthode de calcul des *MES*) entre 2006 à mi-2015, elles auraient toutes subi des **pertes dans leurs rendements** à divers degrés (entre 0,24% et 1,03%). Par contre, en termes de rendements moyens lorsque le système est « normal », les entreprises ont eu un comportement similaire avec une moyenne de rentabilité quasi-nulle (de -0,01% à 0,02%) ; nous pouvons par ailleurs observer qu'en 2008, toutes les entreprises de cette catégorie ont subi des pertes dans leurs rendements lorsque le système est « normal », qui sont d'autant plus fortes dans les rendements calculés sous le système « en crise » (*MES*).

Nous pouvons observer **trois périodes** de manière plus précise : la période avant crise (2006-2007), la période relative à la crise des *subprimes* (2008-2009) et la période après crise (2010-2015). Celles-ci sont les mêmes périodes qu'observées pour les rendements du système

(voir *supra*, Section 1), comme attendu intuitivement. De manière générale, la période la plus volatile dans les calculs de *MES* est la deuxième liée à la crise des *subprimes*, ensuite vient celle de l'après crise pour enfin observer la période avant crise qui est la moins volatile de toutes. À partir de cette constatation, nous pouvons avancer que les entreprises sont influencées par le système et suivent sa tendance, bien qu'il ait été mis en avant de **nombreux évènements relatifs aux entreprises elles-mêmes** (plus de 50% des évènements l'étaient, voir les Annexes 3.2.1 à 3.2.4 pour l'analyse détaillée de chacune des entreprises de cette catégorie).

Parmi les **évènements en commun** relatifs aux entreprises de cette catégorie, nous retrouvons tout d'abord la période entre mai et juin 2006 qui correspond aux attentes de la poursuite du resserrement monétaire aux États-Unis : une hausse des taux d'intérêt pourrait freiner la croissance américaine et donc les importations (voir *supra*, Section 1). Ensuite, la période d'octobre 2008 a, elle aussi, été ressentie par toutes les entreprises de cette catégorie : elle s'explique par les craintes concernant les bourses européennes suite à la crise financière (voir *supra*, Section 1). Plus tard, les évènements en mars 2009 se ressentent également dans la majorité des rendements de chaque entreprise de cette catégorie : il correspond à la crise des *subprimes*, et plus particulièrement à la forte chute des bourses asiatiques suite aux mauvais indicateurs économiques partout dans le monde (voir *supra*, Section 1). Cependant, peu d'entreprises ressentent d'autres périodes très volatiles du système, comme par exemple celle en janvier 2008 avec le krach boursier du « *Black Monday* » (voir *supra*, Section 1).

De surcroit, au regard du **Tableau 3** ci-dessous et du graphique de l'évolution des valeurs de *MES* au cours du temps des entreprises de cette catégorie, nous pouvons classer les institutions qui sont les plus touchées lorsque le système est « en crise » ; ce classement révèle donc les **entreprises les plus systémiques** dans un ordre décroissant, relativement l'une à l'autre. Il existe deux niveaux concernant les entreprises systémiques dans cette catégorie (cités respectivement par ordre systémique) : d'une part, Exmar et Hamon Group et d'autre part, Fluxys et Élia ; les deux premières entreprises sont largement plus systémiques que les secondes au regard de leur valeur moyenne de *MES* et de la volatilité de leurs valeurs *MES*. Cela pourrait être expliqué par le périmètre géographique d'activités des entreprises, les deux premières étant plus internationales que les secondes (qui possèdent néanmoins plusieurs filiales dans le monde également).

Tableau 3

Nom	Rdt moyen situation « normale »	**Rdt moyen situation « *MES* »**	Volatilité moyenne des valeurs de *MES*	**Classement systémique**
Exmar	-0,01%	**- 1,03%**	[-5% ; +5%] avec des pics à [-22% ; +11%]	**1.**
Hamon Group	0,02%	**- 0,72%**	[-5% ; +5%] avec des pics à [-20% ; +13%]	**2.**
Élia	0,01%	**- 0,38%**	[-2% ; +2%] avec des pics à [-6% ; +4%]	**3.**
Fluxys Belgium	0,01%	**- 0,24%**	[-2% ; +2%] avec des pics à [-4% ; +4%]	**4.**

Paragraphe 2 : Entreprises électriques et gazières

Entreprises électriques et gazières (gaz naturel)
Engie (ex-GDF Suez - Electrabel)
Électricité de France (EDF Belgium et EDF Luminus)
Direct Énergie (Poweo)
RWE Group (Essent Belgique)
ENI (ENI Belgique)
General Electric (GE Belgique)

En termes d'**analyse groupée** pour cette catégorie d'entreprises qui sont les entreprises cotées en bourse en Europe et aux États-Unis vendant de l'électricité et du gaz naturel dans le monde (pour la plupart), nous pouvons tout d'abord mentionner que, de manière générale, si les entreprises avaient vécu la « crise » (selon la méthode de calcul des *MES*) entre 2006 et mi-2015, elles auraient **toutes subi des pertes dans leurs rendements** à des degrés divers (entre 0,92% et 1,89%). Par contre, en termes de rendements moyens lorsque le système est « normal », les entreprises ont eu un comportement similaire avec une moyenne de rentabilité proche de 0% (entre -0,01% et -0,04%) ; nous pouvons par ailleurs observer qu'en 2008, toutes les entreprises de cette catégorie ont subi des pertes dans leurs rendements, qui sont d'autant plus fortes dans les rendements calculés sous le système « en crise » (*MES*).

Nous pouvons observer **trois périodes** de manière plus précise : la période avant crise (2006-2007), la période relative à la crise des *subprimes* (2008-2009) et la période après crise (2010-mi-2015). Celles-ci sont les mêmes périodes qu'observées pour les rendements du système (voir *supra*, Section 1), comme attendu intuitivement. De manière générale, la période la plus volatile dans les calculs de *MES* est la deuxième période liée à la crise des

subprimes, ensuite vient celle de l'après crise pour enfin observer la période avant crise qui est la moins volatile de toutes. En effet, les entreprises suivent habituellement le comportement du système dans leurs rendements, et ce d'autant plus que les entreprises de la catégorie précédente, même si certains évènements étaient propres aux entreprises elles-mêmes (voir les Annexes 3.2.5 à 3.2.10 pour l'analyse détaillée de chacune des entreprises).

Parmi les **évènements en commun** relatifs aux entreprises de cette catégorie, nous retrouvons tout d'abord celui du 21 janvier 2008 : le krach boursier (« *Black Monday* ») qui découle de la crise financière, créant un vent de panique sur les marchés boursiers mondiaux (voir *supra*, Section 1). Ensuite, la période d'octobre 2008 est elle aussi ressentie par toutes les entreprises de cette catégorie : elle s'explique par les craintes concernant les bourses européennes suite à la crise financière (voir *supra*, Section 1). Après, l'évènement du 2 mars 2009 se ressent également dans les rendements de chaque entreprise : il correspond à la forte chute des bourses asiatiques suite aux mauvais indicateurs économiques partout dans le monde (voir *supra*, Section 1). Enfin, la période entre 2010 et 2012 sur les marchés boursiers impacte les rendements des entreprises : elle coïncide à la crise de la dette en Europe et les nombreuses chutes dans les rendements du système durant cette période, notamment dues au cas de la Grèce (voir *supra*, Section 1). Cependant, quelques évènements liés aux entreprises elles-mêmes et non au système ont également été mis en lumière, bien que cela ait été réalisé de manière beaucoup plus sporadique que la catégorie précédente.

De surcroit, au regard du **Tableau 4** ci-dessous et de l'analyse du graphique de l'évolution des valeurs de *MES* au cours du temps des entreprises de cette catégorie, nous pouvons classer les entreprises qui sont les plus touchées lorsque le système est « en crise » ; ce classement révèle donc les **entreprises les plus systémiques dans un ordre décroissant**. Il existe trois niveaux concernant les entreprises systémiques dans cette catégorie.

Le premier est composé des entreprises **Engie** et **ENI**. Au regard de leur analyse individuelle (voir Annexes 3.2.5 et 3.2.8), nous avons observé que ces entreprises dépendent fortement du système et cela se répercute dans leur classement, ENI étant même plus systémique qu'Engie. La différence de niveau entre les deux sociétés pourrait trouver son origine dans les activités d'ENI : c'est avant tout une société pétrolière qui aurait pu se trouver dans la catégorie d'entreprises suivante, à savoir celle des entreprises pétrolières (voir *infra*, Paragraphe 3) mais qui a été maintenue dans celle-ci par choix personnel afin de la comparer à RWE et GE (voir *supra*, Chapitre 2, Section 1).

Ensuite, nous retrouvons un deuxième niveau systémique avec les entreprises **EDF**, **RWE** et **GE** : celles-ci sont légèrement moins systémiques que les deux entreprises précédentes mais plus systémiques que la première catégorie d'entreprises ; ces trois entreprises suivent notamment les tendances du système citées cités ci-dessus, bien que d'une manière moins marquée lors des autres années de l'analyse alors que les deux premières entreprises (ENI et Engie) suivaient constamment les tendances du système, quelle que soit la période. À ce niveau, RWE est considéré par notre calcul de moyenne plus systémique qu'EDF, lui-même plus systémique que GE. Dans ce cas-ci, l'explication de la différence entre RWE et EDF pourrait provenir du périmètre d'activités des entreprises, RWE étant un conglomérat énergétique plus grand et plus international qu'EDF. Par contre, concernant GE, nous avons identifié lors de l'analyse individuelle de l'entreprise *via* son graphique de l'évolution des valeurs de *MES* (voir Annexe 3.2.10) qu'elle était très peu systémique en dehors des fortes crises du système, en comparaison avec les deux autres entreprises de ce niveau.

Enfin, nous retrouvons au niveau systémique le plus bas l'entreprise **Direct Énergie** : elle ressent les effets du système dans ses rendements, notamment lors de la crise des *subprimes* et lors de la crise de la dette en Europe mais sa propre situation, à savoir la fusion avec Poweo en 2012 ainsi qu'un retour aux bénéfices qui a accompagné cette fusion pour durer jusqu'à mi-2015, la rend moins systémique. De plus, l'entreprise est moins internationale que toutes les précédentes : cela pourrait aussi expliquer sa dernière position dans le classement systémique.

Cependant, en comparaison avec les niveaux systémiques des entreprises de la première catégorie d'entreprises, Direct Énergie est plus systémique que la plupart d'entre elles, sauf Exmar. Dès lors, nous pouvons conclure que **cette catégorie d'entreprises est plus systémique que la première**, ce qui était intuitivement attendu suite au caractère relativement national de la première catégorie et plus international de la seconde. Cette observation rend donc légitime le choix d'avoir scindé les entreprises entre ces deux catégories.

Tableau 4

Nom	Rdt moyen situation normale	**Rdt moyen situation « *MES* »**	Volatilité moyenne des *MES*	**Classement systémique**
ENI	-0,01%	**-1,89%**	[-4% ; +2%] avec des pics à [-10% ; +2%]	**1.**
Engie	-0,01%	**-1,76%**	[-4% ; +2%] avec des pics à [-9,5% ; +3%]	**2.**
RWE	-0,04%	**-1,62%**	[-4% ; +2%] avec des pics à [-11,5% ; +3%]	**3.**
EDF	-0,01%	**-1,48%**	[-4% ; +2%] avec des pics à [-10% ; +5%]	**4.**
GE	-0,01%	**-1,20%**	[-3% ; +2%] avec des pics à [-14% ; +13%]	**5.**
Direct Énergie	-0,01%	**-0,92%**	[-5% ; +5%] avec des pics à [-16% ; +16%]	**6.**

Paragraphe 3 : Entreprises pétrolières

Entreprises pétrolières
Total FP (Total Belgique)
Shell (Shell Belgique)
British Petroleum (BP Belgique)
Exxon Mobil (Exxon Mobil Belgique)

En termes d'**analyse groupée** pour cette catégorie d'entreprises qui sont les entreprises pétrolières cotées en bourse en Europe et aux États-Unis et présentes mondialement de par leurs activités, nous pouvons tout d'abord mentionner que de manière générale si les entreprises avaient vécu la période de 2006 à mi-2015 sous une situation de « crise » (calculée avec les valeurs *MES*), elles auraient toutes subi des **pertes dans leurs rendements**, à des degrés divers (entre 0,77% et 1,87%). Par contre, en termes de rendements moyens lorsque le système est « normal », les entreprises ont eu un comportement similaire, avec une moyenne de rentabilité autour de 0% (de -0,01% à 0,02%) ; nous pouvons par ailleurs observer qu'en 2008, toutes les entreprises de cette catégorie ont subi des pertes dans leurs rendements, qui sont d'autant plus conséquentes dans les rendements calculés sous le système « en crise » (*MES*).

Nous pouvons observer **trois périodes** de manière plus précise : la période avant crise (2006-2007), la période relative à la crise des *subprimes* (2008-2009) et la période après crise (2010-mi-2015). Celles-ci sont les mêmes périodes qu'observées pour les rendements du

système (voir *supra*, Section 1) et pour les autres catégories d'entreprises, comme attendu intuitivement. De manière générale, la période la plus volatile dans les calculs de *MES* est la deuxième période liée à la crise des *subprimes*, ensuite celle de l'après crise pour enfin observer la période avant crise qui est la moins volatile de toutes. En effet, les entreprises suivent habituellement le comportement du système dans leurs rendements, et ce d'une manière similaire aux entreprises de la catégorie précédente, même si les entreprises de cette catégorie sont influencées par un autre facteur important : **le cours du pétrole** et les activités pétrolières de chacune d'entre elles ont également des conséquences sur ces entreprises. Ces évènements spécifiques à cette catégorie ne se retrouvent pas dans les tendances des rendements du système mais uniquement au sein de celles des entreprises de cette catégorie.

Parmi les **évènements en commun** relatifs aux entreprises de cette catégorie, nous retrouvons tout d'abord durant la première période l'intervalle de temps correspondant à la deuxième moitié de l'année 2007, notamment le mois d'aout : comme le système, la majorité des entreprises de cette catégorie ressentent le début de la crise des *subprimes*. Ensuite, nous pouvons mentionner les évènements concernant la deuxième période. Celui du 21 janvier 2008 coïncide avec le krach boursier (« *Black Monday* ») vécu par le système et par les entreprises de cette catégorie suite à la crise des *subprimes* (voir *supra*, Section 1). Le suivant est celui du 8 mai 2008 : il ne suit pas la tendance du système qui est en véritable crise (voir *supra*, Section 1) mais s'explique par la hausse progressive du baril de pétrole qui avait été annoncée depuis deux ans par Goldman Sachs et est donc positif (Reuters, 2008). Ensuite, ceux d'octobre 2008, décembre 2008 et mars 2009 suivent la tendance du système qui réagit aux mauvaises perspectives sur les marchés boursiers suite à la crise des *subprimes* (voir *supra*, Section 1). Enfin, nous avons deux évènements qui caractérisent la troisième période. Le premier est celui d'aout 2011 qui suit la tendance du système : les indicateurs économiques américains étaient au plus bas, menaçant même l'économie de rentrer dans une période de récession (voir *supra*, Section 1). Le second est celui du 5 janvier 2015 qui suit la tendance du système, en difficulté avec la crise de la dette grecque (voir *supra*, Section 1) ; ce dernier évènement est également lié aux entreprises pétrolières suite à la baisse constante du cours du pétrole, présageant de mauvaises perspectives pour l'avenir dans ce domaine (Tison, 2015). Nous avions déjà observé ce dernier phénomène pour l'entreprise ENI lors de l'analyse précédente, étant donné qu'elle aurait pu faire partie de cette catégorie d'entreprises qui représente son activité primaire (voir *supra*, Chapitre 2, Section 1). Par ailleurs, nous avons également identifié quelques évènements qui sont propres aux entreprises et qui sont

définis dans l'analyse procédée entreprise par entreprise pour l'étude des valeurs de *MES* (voir les Annexes 3.2.11 à 3.2.14 pour l'analyse détaillée de chacune des entreprises).

De surcroit, au regard du **Tableau 5** ci-dessous et l'analyse du graphique de l'évolution des valeurs de *MES* au cours du temps des entreprises de cette catégorie, nous pouvons classer les entreprises qui sont les plus touchées lorsque le système est « en crise » ; ce classement révèle donc les **entreprises les plus systémiques dans un ordre décroissant**. Concernant cette catégorie, nous ne pouvons pas clairement créer deux niveaux systémiques pour scinder les entreprises, étant donné leur présence géographique mondiale similaire et de nombreuses proximités dans leurs activités primaires et secondaires ainsi qu'une caractérisation par les mêmes évènements.

En conclusion, nous remarquons que **Total** est l'entreprise la plus systémique de cette catégorie alors qu'**Exxon Mobil** est l'entreprise la moins systémique ; **Shell** et **BP** se situaient à un niveau moyen dans cette catégorie. Comme Direct Énergie, Exxon Mobil reste cependant plus systémique que les entreprises de la première catégorie (à savoir, celle des entreprises du transport et de la gestion d'énergie, voir *supra*, Paragraphe 1), sauf en comparaison avec Exmar. Dès lors, **cette catégorie d'entreprises est plus systémique que la première**, ce qui était intuitivement attendu suite au caractère relativement national de la première catégorie et celui relativement international de celle-ci. Cette observation rend donc légitime le choix d'avoir scindé les entreprises entre ces deux catégories. Concernant la différence entre la deuxième catégorie et la troisième catégorie d'entreprises, celle-ci est justifiée au vu de leurs différentes activités ; cependant, elles sont d'une manière globale aussi systémique l'une que l'autre.

Tableau 5

Nom	Rdt moyen situation normale	**Rdt moyen situation « *MES* »**	Volatilité moyenne des *MES*	**Classement systémique**
Total FP	-0,01%	**-1,87%**	[-4% ; +2%] avec des pics à [-9% ; +2,5%]	**1.**
BP	-0,01%	**-1,56%**	[-4% ; +2%] avec des pics à [-10% ; +4%]	**2.**
Shell	0%	**-1,37%**	[-4% ; +2%] avec des pics à [-10% ; +4%]	**3.**
Exxon Mobil	0,02%	**-0,77%**	[-4% ; +2%] avec des pics à [-14% ; +3%]	**4.**

Paragraphe 4 : Comparaison des résultats

Tout d'abord, nous pouvons avancer que la **division des entreprises** en trois catégories est **justifiée** et d'autant plus après leurs analyses respectives : les valeurs de *MES* varient entre ces catégories et les évènements qui expliquent les pics de volatilité observés dans les valeurs de *MES* **divergent** entre ces trois catégories.

La **première catégorie** reprend les entreprises belges cotées en bourse à Bruxelles qui sont les gestionnaires ou transporteurs d'énergie d'un point de vue local et/ou mondial. Il s'agit de la catégorie qui ressentirait le moins le système « en crise » (par lequel le calcul de la *MES* est établi) à travers l'analyse des moyennes et des valeurs extrêmes des *MES*. Cette observation est vérifiée sauf pour l'entreprise Exmar qui est plus systémique que deux entreprises des catégories suivantes (Direct Énergie et Exxon Mobil). De manière générale, l'analyse des valeurs de *MES* à travers les graphiques et données a montré que les pics de volatilité observés dans les valeurs de *MES* proviennent de deux horizons : d'une part, pour la moitié de ces pics, des tendances liées au système et plus particulièrement la période relative à la crise des *subprimes* et d'autre part, pour l'autre moitié d'entre eux, des évènements liés aux entreprises elles-mêmes. En conclusion, par la simple observation des valeurs moyennes de *MES* de chaque entreprise, nous pouvons déduire que cette catégorie d'entreprises est **la moins systémique** parmi les trois étudiées.

Ensuite, la **deuxième catégorie** reprend les entreprises cotées en bourse en Europe et aux États-Unis qui vendent de l'électricité et du gaz naturel dans le monde (pour la plupart). C'est la catégorie qui, en moyenne, ressentirait le plus le système « en crise » (par lequel le calcul de *MES* est établi) à travers l'analyse des moyennes et des valeurs extrêmes de *MES*. En effet, les entreprises de cette catégorie ont une moyenne dans leurs valeurs moyennes de *MES* comprise entre -0,92% et -1,89% alors que les entreprises de la catégorie suivante ont une moyenne comprise entre -0,77% et -1,87%. De manière générale, l'analyse des graphiques et des valeurs moyennes et extrêmes de *MES* au cours du temps a montré que les pics de volatilité suivent pour la plupart les tendances du système, particulièrement lors de la période liée à la crise des *subprimes*. Contrairement à la catégorie d'entreprises précédente, moins de valeurs extrêmes sont à expliquer par des tendances des entreprises elles-mêmes. En conclusion, par la simple observation des valeurs moyennes de *MES* de chaque entreprise, nous pouvons en déduire que cette catégorie d'entreprise est **la plus systémique** parmi les trois étudiées.

Enfin, la **dernière catégorie d'entreprises** reprend les entreprises cotées en bourse internationalement (Europe et États-Unis) qui vendent essentiellement du pétrole à travers le monde. C'est la deuxième catégorie qui ressentirait le plus le système « en crise » (par lequel le calcul de la *MES* est établi) à travers l'analyse des moyennes et des valeurs extrêmes de *MES*. De manière générale, l'analyse des graphiques et des valeurs moyennes et extrêmes de *MES* au cours du temps a montré que les pics de volatilité proviennent pour la plupart du système, non seulement et particulièrement lors de la période liée à la crise des *subprimes*, mais aussi des évènements liés au cours du pétrole. En comparaison avec les deux catégories d'entreprises précédentes, peu d'évènements qui ne sont pas liés au système ou au pétrole ont été mis en avant. En conclusion, par la simple observation des valeurs moyennes de *MES* de chaque entreprise, nous pouvons en déduire que cette catégorie d'entreprises est **la seconde catégorie la plus systémique** parmi les trois étudiées, de peu après la première.

Ensuite, nous avons observé des **points communs** à tous les groupes d'entreprises. De manière générale, les rendements de toutes les entreprises se situent autour de 0% (entre -0,04% et 0,02%) ; l'année 2008, qui est empiriquement l'année durant laquelle la crise des *subprimes* a le plus touché le système financier, est caractérisée par des rendements négatifs pour toutes les entreprises étudiées dans cette recherche. De plus, les valeurs moyennes de *MES* sont toutes négatives tout au long de la période de temps de cette recherche, signifiant que **chaque entreprise aurait perdu de la valeur dans ses rendements si le système était « en crise »** (au sens du calcul de la *MES*).

Chaque catégorie d'entreprises a révélé l'existence de **trois périodes** en termes de volatilité dans les rendements lorsque le système est « en crise » au sens du calcul de la *MES* ou lorsque le système est « normal » : la **période avant crise** (2006-2007), la **période liée à la crise des *subprimes*** (2008-2009) et la **période après crise** (2010 à 2015) ; ces périodes sont les mêmes que celles initialement repérées lors de l'analyse des rendements du système (voir *supra*, Section 1). La deuxième période est, comme intuitivement avancé, celle qui est la plus volatile dans les valeurs de *MES* observées parmi toutes les catégories d'entreprises : elle est caractérisée par le contexte de la crise financière de 2007 à 2008 dont les effets persistent jusqu'en 2009. Parmi les **évènements communs** qu'ont vécus toutes les entreprises durant cette période, nous pouvons mentionner celui du 6 octobre 2008 et celui du 2 mars 2009, caractérisés par des journées noires sur les marchés boursiers suite aux conséquences de cette crise (voir *supra*, Section 1). La *MES* étant le rendement de l'entreprise lorsque le système est

« en crise », il était logique d'obtenir les valeurs de *MES* les plus fortes en valeur absolue durant cette période : le calcul de la *MES* n'a fait qu'amplifier la crise des *subprimes*.

Enfin, nous avons réalisé un **classement** des entreprises les plus systémiques selon leur valeur moyenne de *MES*. Ce classement à titre indicatif ne s'établit pas sur base d'hypothèses statistiques mais simplement au travers l'observation des valeurs moyennes. D'après celui-ci, **les trois entreprises les plus systémiques** au sens de la mesure de *MES* sont **ENI, Total FP et Engie** (voir **Tableau récapitulatif 2** ci-dessous).

Tableau récapitulatif 2

Classement systémique	**Nom**	Rdt moyen situation normale	**Rdt moyen situation « *MES* »**	Volatilité moyenne des *MES*
1.	**ENI**	-0,01%	**-1,89%**	[-4% ; +2%] avec des pics à [-10% ; +2%]
2.	**Total FP**	-0,01%	**-1,87%**	[-4% ; +2%] avec des pics à [-9% ; +2,5%]
3.	**Engie**	-0,01%	**-1,76%**	[-4% ; +2%] avec des pics à [-9,5% ; +3%]
4.	**RWE**	-0,04 %	**-1,62%**	[-4% ; +2%] avec des pics à [-11,5% ; +3%]
5.	**BP**	-0,01%	**-1,56%**	[-4% ; +2%] avec des pics à [-10% ; +4%]
6.	**EDF**	-0,01%	**-1,48%**	[-4% ; +2%] avec des pics à [-10% ; +5%]
7.	**Shell**	0%	**-1,37%**	[-4% ; +2%] avec des pics à [-10% ; +4%]
8.	**GE**	-0,01%	**-1,20%**	[-3% ; +2%] avec des pics à [-14% ; +13%]
9.	**Exmar**	-0,01%	**- 1,03%**	[-5 % ; +5%] avec des pics à [-22% ; +11%]
10.	**Direct Énergie**	-0,01%	**-0,92%**	[-5% ; +5%] avec des pics à [-16% ; +16%]
11.	**Exxon Mobil**	0,02%	**-0,77%**	[-4% ; +2%] avec des pics à [-14% ; +3%]
12.	**Hamon Group**	0,02%	**- 0,72%**	[- 5% ; +5%] avec des pics à [-20% ; +13%]
13.	**Élia**	0,01%	**- 0,38%**	[-2% ; +2%] avec des pics à [-6% ; +4%]
14.	**Fluxys Belgium**	0,01%	**- 0,24%**	[-2% ; +2%] avec des pics à [-5% ; +4%]

Section 3 : Résultats concernant la *ΔCoVaR*

Pour rappel, la *CoVaR* peut être obtenue en renversant la condition de la *MES* : elle se définit comme la *Value-at-Risk* (*VaR*) du marché financier conditionnelle à une institution en « détresse » ou en d'autres mots comme les pires pertes attendues pour le système pour un horizon de temps et pour un niveau de confiance fixés conditionnellement à une entreprise en état de « crise ». La *ΔCoVaR*, elle, permet de mesurer la contribution d'une entreprise à la crise du système en faisant la différence entre la *CoVaR* du système quand une entreprise est en « détresse » et la *CoVaR* du système lorsque la même entreprise est dans un état « stable » (voir *supra*, Chapitre 1, Section 4, Paragraphe 2).

Dès lors, nous nous attendons à obtenir des **valeurs négatives de *ΔCoVaR*** car la *CoVaR* du système conditionnel à une institution en « détresse » représente la *VaR* du système lorsque l'entreprise est en « détresse », ce qui va probablement engendrer des valeurs négatives de *CoVaR*. Par ailleurs, la *CoVaR* du système quand la même institution est dans un état « normal » devrait fournir des valeurs moins importantes en valeur absolue que la précédente (Bernal et al., 2014, p. 7). Ainsi, le résultat final attendu serait d'obtenir des valeurs négatives de *ΔCoVaR*. Lors de l'analyse des graphiques de l'évolution des valeurs de *ΔCoVaR* au cours du temps, nous nous attendons à observer les mêmes tendances qui sont uniquement différenciées selon les entreprises par leur degré de contribution de leur « crise » au système. Afin de pouvoir établir cette **contribution marginale de la « crise » de chaque entreprise au système**, il suffira de mettre les valeurs moyennes de *ΔCoVaR* en valeur absolue et de les comparer. Dans le cas où nous obtiendrions des valeurs positives de *ΔCoVaR*, cela signifierait que l'entreprise en « détresse » ne contribue pas à la crise du système, voire même qu'elle en bénéficierait, ce qui semble peu probable intuitivement mais possible par construction de la mesure.

Cette Section se divise en **quatre Paragraphes** : les trois premiers présenteront un **résumé de l'étude des valeurs de *ΔCoVaR* de chaque groupe d'entreprises** au cours du temps. Le dernier Paragraphe exposera, lui, une comparaison des résultats obtenus pour l'ensemble des entreprises.

Paragraphe 1 : Entreprises de transport et de gestion d'énergie

Entreprises de transport et de gestion d'énergie
Élia System Operator
Exmar NV
Fluxys Belgium
Hamon Group (International)

Cette première catégorie reprend les entreprises belges cotées en bourse à Bruxelles qui sont les gestionnaires ou transporteurs d'énergie d'un point de vue local et/ou mondial. Elle présente de **nombreuses similitudes** concernant l'évolution des valeurs de $\Delta CoVaR$ au cours du temps (voir Annexe 4.2.1). Le graphique de cette évolution des valeurs de $\Delta CoVaR$ permet tout d'abord de mettre en lumière les **trois mêmes périodes** toujours considérées jusqu'ici dans cette recherche : la période avant crise (2006-2007), la période relative à la crise des *subprimes* (2008-2009) et la période après crise (2010-2015).

La première période est caractérisée par de valeurs stables et faibles de $\Delta CoVaR$ (entre -2,5% et -0,1%). Nous observons davantage de volatilité entre mai et juin 2006 (jusqu'à -1,5%) suite à la hausse des taux d'intérêt aux États-Unis à la suite de la décision d'un resserrement monétaire par le gouvernement (voir *supra*, Section 1) et la deuxième partie de l'année 2007 (entre juillet et septembre) suite au début de la crise des *subprimes* (voir *supra*, Section 1).

La deuxième période est celle qui est la plus volatile dans les valeurs de $\Delta CoVaR$, avec des valeurs comprises entre -6% et -0,1%. Avant l'observation des pics de volatilité les plus forts dans les valeurs de $\Delta CoVaR$, nous observons une période plus volatile que la moyenne entre la mi-janvier 2008 et la mi-mars 2008, jusqu'à -2,5% dans les pics de volatilité des valeurs de $\Delta CoVaR$ concernant Exmar : les évènements du 21 janvier 2008 et du 17 mars font respectivement référence au krach boursier (« *Black Monday* ») suite à la crise des *subprimes* et au rachat de Bear Stearns par JP Morgan à prix cassé et ses impacts sur les bourses mondiales (voir *supra*, Section 1). Ensuite, nous retrouvons la période où nous observons les plus grandes valeurs extrêmes dans les valeurs de $\Delta CoVaR$ (jusqu'à près de -6% pour Exmar) : celle-ci s'étend principalement sur le mois d'octobre 2008 et plus largement entre septembre et décembre ; cette période est caractérisée par la crise des *subprimes* et les craintes concernant les bourses européennes qui accusent de fortes pertes ce mois-là (voir *supra*, Section 1). Enfin, la période de janvier à mars 2009 peut également être mise en avant avec des pics de volatilité jusqu'à -3% pour Exmar : le système commençait à ressentir, en plus de

la crise des *subprimes* qui se poursuivait, les prémices de la crise de la dette en janvier suite à l'abaissement de la note d'endettement de la Grèce et en mars, la chute des bourses asiatiques ayant eu des conséquences sur les bourses européennes et américaines (voir *supra*, Section 1).

La troisième période est, elle, moins volatile dans les valeurs de $\Delta CoVaR$ que la période précédente mais légèrement supérieure à la première période (entre -3% et -0,1%). Durant cette période, nous observons notamment deux intervalles de temps avec des valeurs légèrement supérieures à la moyenne. Le premier commence le 10 mai 2010 avec jusqu'à -3% de volatilité pour Exmar et s'étend jusqu'au 21 mai 2010 : il s'explique par le phénomène de « *Flash Crash* » qu'a subi le système le 10 mai et par la chute des bourses européennes suite aux crises de la dette grecque, espagnole et portugaise (voir *supra*, Section 1). Le deuxième jusqu'à -3% pour Exmar est lui situé entre début aout 2011 et début janvier 2012 : le marché boursier américain s'interroge sur sa croissance, avec une possible récession et la crise de la dette se ressent sur les marchés bousiers européens (voir *supra*, Paragraphe 1).

Afin de comparer les entreprises en fonction de leurs valeurs de $\Delta CoVaR$, nous avons, comme pour la partie concernant l'étude des valeurs de *MES*, calculé une moyenne (mais cette fois-ci en valeur absolue) pour chacune des entreprise étudiées (voir **Tableau 6** ci-dessous) ; ce calcul nous permet de manière simplifiée de classer les entreprises selon leur niveau systémique. Selon cette règle, l'entreprise la plus systémique de cette catégorie serait Exmar avec une moyenne de 1,23% ; ensuite viendraient Fluxys Belgium (0,85%), Élia (0,65%) et Hamon Group (0,26%). Cela signifierait que la contribution marginale d'Exmar à la crise du système serait plus grande que celle de Fluxys Belgium qui serait plus grande que celle d'Élia qui, elle, serait plus grande que celle d'Hamon Group. Nous pouvons noter que seul Exmar contribuerait à plus d'1% en moyenne à la crise du système.

Tableau 6

Nom	Valeur moyenne de $\lvert\Delta CoVaR\rvert$	Volatilité moyenne des $\Delta CoVaR$	Classement systémique
Exmar	1,23%	[-2% ; -0,1%] avec des pics jusqu'à -6%	1.
Fluxys Belgium	0,85%	[-1% ; -0,1%] avec des pics jusqu'à -2,5%	2.
Élia	0,65%	[-1% ; -0,1%] avec des pics jusqu'à -2,5%	3.
Hamon Group	0,26%	[-0,4% ; -0,1%] avec des pics jusqu'à -0,8%	4.

Paragraphe 2 : Entreprises électriques et gazières

Entreprises électriques et gazières (gaz naturel)
Engie (ex-GDF Suez - Electrabel)
Électricité de France (EDF Belgium et EDF Luminus)
Direct Énergie (Poweo)
RWE Group (Essent Belgique)
ENI (ENI Belgique)
General Electric (GE Belgique)

Cette deuxième catégorie reprend les entreprises électriques et gazières cotées en bourse en Europe et aux États-Unis et sont actives partout dans le monde (pour la plupart). Elle présente de **nombreuses similitudes** concernant l'évolution des valeurs de $\Delta CoVaR$ au cours du temps (voir Annexe 4.2.2), que ce soit au sein de cette catégorie d'entreprises ou en comparaison avec le premier groupe. Le graphique de cette évolution de valeurs de $\Delta CoVaR$ permet tout d'abord de mettre en lumière les **trois mêmes périodes** toujours considérées jusqu'ici dans cette recherche : la période avant crise (2006-2007), la période relative à la crise des *subprimes* (2008-2009) et la période après crise (2010-2015).

La première période est caractérisée par de valeurs stables et faibles de $\Delta CoVaR$ (entre -3,5% et -0,1%) qui sont néanmoins supérieures à celles de la première catégorie. À nouveau, nous observons davantage de volatilité entre mai et juin 2006 (jusqu'à -3,5% pour ENI) suite à la décision de resserrement monétaire aux États-Unis, traduit par une augmentation des taux d'intérêt (voir *supra*, Section 1). Nous observons également plus de volatilité durant la période de juillet et aout 2007 (-3,5% pour ENI) suite au début de la crise des *subprimes* (voir *supra*, Section 1).

La deuxième période est celle qui est la plus volatile dans les valeurs de $\Delta CoVaR$ avec des valeurs comprises entre -9,5% et -0,1% ; elle est également plus volatile que la première catégorie d'entreprises. Avant l'observation des pics de volatilité les plus grands dans les valeurs de $\Delta CoVaR$, nous observons une période plus volatile que la normale entre la mi-janvier 2008 et la mi-mars 2008, avec des pics de volatilité tombant jusqu'à -4,5% pour ENI : les évènements du 21 janvier 2008 et du 17 mars font respectivement référence au krach boursier (« *Black Monday* ») suite à la crise des *subprimes* et au rachat de Bear Stearns par JP Morgan à prix cassé et ses impacts sur les bourses mondiales (voir *supra*, Section 1). Ensuite, nous percevons la période où nous observons les plus grandes valeurs extrêmes dans les valeurs de $\Delta CoVaR$ (jusqu'à -9,5% pour ENI au maximum) : celle-ci s'étend principalement

sur le mois d'octobre 2008 et plus largement entre septembre et décembre ; cette période est caractérisée par la crise des *subprimes* et les craintes concernant les bourses européennes qui subissent de grandes pertes ce mois-là (voir *supra*, Section 1). Enfin, la période de janvier à mars 2009 peut également être mise en avant avec des pics de volatilité descendant jusqu'à -6,5% pour ENI : le système commençait à ressentir, en plus de la crise des *subprimes* qui se poursuivait, les prémices de la crise de la dette en janvier suite à l'abaissement de la note d'endettement de la Grèce et en mars, la chute des bourses asiatiques ayant eu des conséquences sur les bourses européennes et américaines (voir *supra*, Section 1).

La troisième période est, elle, moins volatile dans les valeurs de $\Delta CoVaR$ que la période précédente et est supérieure à la première période (entre -6% et -0,2%). Durant cette période, nous observons notamment deux intervalles de temps avec des valeurs légèrement plus fortes que la moyenne. Le premier commence le 10 mai 2010 avec jusqu'à -4,75% pour ENI et s'étend jusqu'au 21 mai : il s'explique par le phénomène de « *Flash Crash* » qu'a enduré le système le 10 mai et par la chute des bourses européennes suite aux crises de la dette grecque, espagnole et portugaise (voir *supra*, Section 1). Le second jusqu'à -6% pour ENI est, lui, situé entre début aout 2011 et début janvier 2012 : le marché boursier américain s'interroge sur sa croissance, avec une possible récession et la crise de la dette se ressent négativement sur les marchés bousiers européens (voir *supra*, Paragraphe 1). Par ailleurs, nous observons une autre valeur plus forte le 5 janvier 2015 (-4% pour ENI au maximum) qui est relative aux entreprises qui vendent du pétrole (comme ENI) : le système réagit mal à la crise de la dette grecque (voir *supra*, Section 1) et en plus, la baisse constante du cours du pétrole depuis plus de six mois présageait de mauvaises perspectives pour l'avenir dans ce secteur (voir *supra*, Section 2, Paragraphe 3).

Afin de comparer les entreprises concernant leurs valeurs de $\Delta CoVaR$, nous avons calculé une moyenne en valeur absolue pour chacune d'elles (voir **Tableau 7** ci-dessous) ; ce calcul nous permet de manière simplifiée de classer les entreprises selon leur niveau systémique. Selon cette règle, l'entreprise la plus systémique de cette catégorie serait ENI avec une moyenne de 2,81% ; viendraient ensuite RWE (1,95%), Engie (1,72%), EDF (1,53%), GE (0,91%) et Direct Énergie (0,41%). Cela signifierait que la contribution marginale d'ENI à la crise du système serait plus marquée que celle de RWE, qui serait plus grande que celle d'Engie et ainsi de suite. Nous pouvons noter que parmi cette catégorie d'entreprises, Direct Énergie contribuerait beaucoup moins à une crise du système que les

autres institutions. Cette entreprise, qui semblerait être moins systémique que les autres, pourrait justifier ce classement par la répartition géographique restreinte de ses activités de la maison-mère à la Belgique et la France alors que les autres entreprises sont présentes mondialement.

De manière générale, **toutes les entreprises « en crise » contribueraient à plus de 1%** (sauf GE et Direct Énergie) **leur effet de « crise » au système** ; cette contribution est plus élevée en général que pour la catégorie précédente (à savoir celle des entreprises de transport et de gestion de l'énergie, voir *supra*, Paragraphe 1), sauf pour Direct Énergie et GE. Cela rend légitime notre distinction entre les deux catégories actuellement étudiées, distinction basée sur les activités primaires des entreprises. GE et Direct Énergie sont, comme lors de l'étude des valeurs de *MES*, les entreprises les moins systémiques de leur catégorie.

Tableau 7

Nom	Valeur moyenne de $\lvert\Delta CoVaR\rvert$	Volatilité moyenne des $\Delta CoVaR$	Classement systémique
ENI	**2,81%**	[-4% ; -0,5%] avec des pics jusqu'à -10%	**1.**
RWE	**1,95%**	[-2,5% ; -0,75%] avec des pics jusqu'à -7%	**2.**
Engie	**1,72%**	[-2% ; -0,5%] avec des pics jusqu'à -6,5%	**3.**
EDF	**1,53%**	[-2% ; -1%] avec des pics jusqu'à -5%	**4.**
GE	**0,91%**	[-1% ; -0,4%] avec des pics jusqu'à -3%	**5.**
Direct Énergie	**0,41%**	[-0,6% ; -0,1%] avec des pics jusqu'à -1,2%	**6.**

Paragraphe 3 : Entreprises pétrolières

Entreprises pétrolières
Total FP (Total Belgique)
Shell (Shell Belgique)
British Petroleum (BP Belgique)
Exxon Mobil (Exxon Mobil Belgique)

Cette troisième et dernière catégorie d'entreprises reprend les entreprises pétrolières mondiales cotées en bourse mondialement (Europe et États-Unis). Elle présente de **nombreuses similitudes** pour trois des quatre entreprises du groupe concernant l'évolution des valeurs de $\Delta CoVaR$ au cours du temps (voir Annexe 4.2.3), que ce soit par rapport aux entreprises au sein de la catégorie ou en comparaison avec celles des deux premiers groupes d'entreprises ; la quatrième entreprise (BP) sera traitée à la fin de ce Paragraphe 3 et dans le Chapitre 4 (Section 2) car elle révèle des résultats surprenants et contre intuitifs : elle

présente uniquement des valeurs positives de *ΔCoVaR*. Outre cette entreprise, le graphique de l'évolution de valeurs de *ΔCoVaR* permet à nouveau de mettre en lumière les **trois mêmes périodes** toujours considérées jusqu'ici dans cette recherche : la période avant crise (2006-2007), la période relative à la crise des *subprimes* (2008-2009) et la période après crise (2010-2015).

La première période est caractérisée par de valeurs stables et faibles de *ΔCoVaR* (entre -4% et 0%) ; elles sont cependant supérieures aux catégories d'entreprises précédentes. À nouveau, nous observons un peu plus de volatilité entre mai et juin 2006 (jusqu'à -3% pour Total) suite à la décision de resserrement monétaire aux États-Unis, traduit par une augmentation des taux d'intérêt (voir *supra*, Section 1). Nous observons également plus de volatilité durant la période s'étalant de juillet et aout 2007 (jusqu'à -4% pour Total) suite au début de la crise des *subprimes* (voir *supra*, Section 1).

La deuxième période est celle qui est la plus volatile dans les valeurs de *ΔCoVaR* avec des valeurs de *ΔCoVaR* comprises entre -10,5% et -0,25% ; cette période est également plus volatile que les deux premières catégories d'entreprises. Avant l'observation des pics de volatilité les plus grands dans les valeurs de *ΔCoVaR*, nous observons une période plus volatile que la moyenne entre la mi-janvier 2008 et la mi-mars 2008, avec des pics de volatilité jusqu'à -5% pour Total : les évènements du 21 janvier 2008 et du 17 mars font respectivement référence au krach boursier (« *Black Monday* ») suite à la crise des *subprimes* et au rachat de Bear Stearns par JP Morgan à prix cassé et ses impacts sur les bourses mondiales (voir *supra*, Section 1). Ensuite, nous retrouvons la période où nous observons les plus grandes valeurs extrêmes de *ΔCoVaR* (jusqu'à -10,5% pour Total au maximum) : celle-ci s'étend surtout sur le mois d'octobre 2008 et plus largement entre septembre et décembre ; cette période est caractérisée par la crise des *subprimes* et les craintes concernant les bourses européennes qui subissent de grandes pertes ce mois-là (voir *supra*, Section 1). Enfin, la période de janvier à mars 2009 peut également être mise en avant avec des pics de volatilité jusqu'à -5,5% pour Total : le système commençait à ressentir, en plus de la crise des *subprimes* qui se poursuivait, les prémices de la crise de la dette en janvier suite à l'abaissement de la note d'endettement de la Grèce et en mars, la chute des bourses asiatiques ayant eu des conséquences sur les bourses européennes et américaine (voir *supra*, Section 1).

La troisième période est, elle, moins volatile dans les valeurs de *ΔCoVaR* que la période précédente mais est supérieure à la première période (entre -6,75% et -0,25%) ; cette période

est également légèrement plus volatile en comparaison avec celle de la catégorie d'entreprises précédente. Durant cette période, nous observons notamment deux intervalles avec des valeurs un peu plus fortes de *ΔCoVaR.* Le premier est situé le 10 mai 2010 avec jusqu'à -5% pour Total et s'étend jusqu'au 21 mai 2010 : il s'explique par le phénomène de « *Flash Crash* » qu'a subi le système le 10 mai et par la chute des bourses européennes suite aux crises de la dette grecque, espagnole et portugaise (voir *supra*, Section 1). Le second jusqu'à -6,75% pour Total est, lui, situé entre début aout 2011 et début janvier 2012 : le marché boursier américain s'interroge sur sa croissance, avec une possible récession et la crise de la dette se ressent sur les marchés bousiers européens (voir *supra*, Paragraphe 1). Par ailleurs, nous observons une autre valeur plus forte aux alentours de la période du 5 janvier 2015 (-4% pour Total au maximum) qui est relative aux entreprises qui vendent du pétrole (comme Total, ou ENI pour la catégorie précédente, à savoir les entreprises électriques et gazières) : le système réagit mal à la crise de la dette grecque (voir *supra*, Section 1) et en plus, la baisse constante du cours du pétrole depuis plus de six mois présageait de mauvaises perspectives pour l'avenir dans ce secteur (voir *supra*, Section 2, Paragraphe 3).

Nous observons cependant une entreprise qui ne suit pas la tendance de la catégorie (ainsi que celle des deux autres catégories) : **BP**. Lorsque nous observons le graphique et les valeurs de *ΔCoVaR* au cours du temps, nous observons que BP suit les tendances des autres entreprises mais uniquement avec des valeurs positives. Ce résultat signifierait que la « crise » de l'entreprise n'aurait pas de contribution sur le système ; au contraire, elle l'atténuerait aux mêmes moments où les autres entreprises contribuent à cette « crise » (notamment lors de la crise des *subprimes*). Ce résultat fait donc état de valeurs inattendues dans le sens qu'elles sont intuitivement improbables et qu'elles sont inexplicables. Ce résultat concernant BP sera développé dans les limites de ce mémoire car ce résultat ne peut être pris en compte dans l'analyse et nous continuerons celle de la *ΔCoVaR* sans prendre en compte ce résultat.

Afin de comparer les entreprises concernant leurs valeurs de *ΔCoVaR*, nous avons calculé une moyenne en valeur absolue pour chacune d'elles (voir **Tableau 8** ci-dessous) ; ce calcul nous permet d'une manière simplifiée de classer les entreprises selon leur niveau systémique. Selon cette règle, l'**entreprise la plus systémique** de cette catégorie serait **Total** avec une moyenne de 2,52% ; ensuite viendraient Shell (2,09%) et Exxon Mobil (0,98%) ; étant donné les résultats concernant BP, nous avons décidé de ne pas le considérer dans ce classement. Ces résultats signifieraient donc que la contribution marginale de Total à la crise

du système serait supérieure à celle de Shell qui serait plus grande que celle d'Exxon Mobil. Nous pouvons constater deux niveaux de contribution au sein de cette catégorie d'entreprises : Total et Shell avec plus de 2% de contribution et Exxon Mobil avec moins de 1%.

Dès lors, concernant le choix des entreprises dans cette catégorie, l'analyse de cette mesure ne nous fournit aucune clé supplémentaire permettant de confirmer la distinction adéquate entre la deuxième et la troisième catégorie d'entreprises ; cependant, la distinction avec la première catégorie est, elle, limpide : **cette catégorie étudiée est plus systémique que la première** et la distinction était donc pertinente.

Tableau 8

Nom	Valeur moyenne de $\lvert\Delta CoVaR\rvert$	Volatilité moyenne des $\Delta CoVaR$	Classement systémique
Total	**2,52%**	[-4% ; -1%] avec des pics jusqu'à -10%	**1.**
Shell	**2,09%**	[-3% ; -0,5%] avec des pics jusqu'à -9%	**2.**
Exxon Mobil	**0,98%**	[-1,5% ; -0,25%] avec des pics jusqu'à -4,5%	**3.**

Paragraphe 4 : Comparaison des résultats

De manière générale, nous avons observé une majorité de **comportements similaires** dans l'analyse des mesures de $\Delta CoVaR$ au cours du temps parmi les trois catégories d'entreprises, comme nous nous attendions intuitivement. En effet, nous espérions avoir des graphiques similaires qui mettraient en avant la contribution de chaque entreprise « en crise » par rapport aux tendances du système et notamment lors des grands évènements connus des marchés boursiers qui caractérisent le système « en crise » (voir *supra*, Section 1). En effet, nous avons observé que les entreprises « en détresses » contribuent le plus à la crise du système lors des périodes de crise que nous avions observées. Dès lors, ces évènements sont bien systémiques. Cependant, une entreprise (**BP**) nous a fourni des valeurs inattendues qui ne font pas sens dans cette étude.

Tout d'abord, nous avons identifié **trois périodes** lors de l'analyse de ces mesures au cours du temps : la période avant crise (2006-2007), la période liée à la crise financière (2008-2009) et la période après crise (2010-2015). **La première période** est caractérisée par les valeurs les plus faibles de $\Delta CoVaR$, sauf durant deux phases de crise du système : la hausse des taux d'intérêt aux États-Unis et ses impacts mondiaux en mai-juin 2006 et la période plus volatile la seconde partie de 2007 suite au début de la crise des *subprimes* (voir *supra*, Section 1).

La deuxième période est celle qui est la plus volatile dans les valeurs de *ΔCoVaR*. Parmi les évènements les plus significatifs du système, nous en relevons trois : celui entre mi-janvier et mi-mars 2008 avec différents krachs boursiers liés à la crise des *subprimes* ; celui d'octobre 2008 (et plus largement du second semestre de 2008) avec les krachs boursiers les plus marquants observés lors de la crise des *subprimes* et les craintes concernant les bourses européennes ; et celui entre janvier et mars 2009 avec la poursuite de la crise financière et les prémices de la crise de la dette en Europe (voir *supra*, Section 1). **La troisième période** est, elle, moins volatile dans les valeurs de *ΔCoVaR* que la période précédente et est légèrement supérieure à la première période. Durant cette période, nous avons notamment observé deux intervalles avec des valeurs un peu plus fortes de *ΔCoVaR* que la moyenne. Le premier le 10 mai 2010 qui s'étend jusqu'au 21 mai 2010 représente le phénomène du « *Flash Crash* » du 10 mai et la chute des bourses européennes suite aux crises de la dette en Europe (voir *supra*, Section 1). Le second entre début aout 2011 et début janvier 2012 coïncide avec le ralentissement de la croissance américaine et la poursuite de la crise de la dette en Europe (voir *supra*, Section 1). Nous observons également un évènement relatif au marché pétrolier le 5 janvier 2015 avec la chute du cours du pétrole depuis plus de 6 mois qui touche les entreprises de ce secteur (voir *supra*, Section 1).

Afin de pouvoir comparer les entreprises concernant leurs valeurs de *ΔCoVaR*, nous avons calculé une moyenne en valeur absolue pour chacune des entreprises (voir **Tableau récapitulatif 3** ci-dessous) ; ce calcul nous permet de classer de manière simplifiée les entreprises selon leur niveau systémique mais sans nous baser sur un test d'hypothèse. Selon cette règle, l'entreprise la plus systémique de cette catégorie serait ENI avec une moyenne de 2,81%. Cela signifierait que la contribution marginale d'ENI à la crise du système serait d'environ 2,81% si nous prenons en compte la période de temps de 2006 à mi-2015. Étant donné les résultats concernant BP (valeurs positives de *ΔCoVaR*), nous avons décidé de ne pas le considérer dans le classement systémique et de ne pas développer ses interprétations dans ce Paragraphe de synthèse mais de le citer dans les limites de ce travail de recherche afin de cibler les sources possibles pour résoudre un tel problème. Par ailleurs, nous pouvons remarquer les résultats quelque peu surprenants des entreprises GE et Exxon Mobil, respectivement de très grandes entreprises énergétique de manière générale et pétrolière avec d'importantes capitalisations boursières mais qui se retrouvent relativement bas dans le classement systémique, en dessous notamment d'Exmar ou d'EDF, entreprises plus localisées et largement moins imposantes en termes de capitalisation boursière.

Par ailleurs, au contraire de la section précédente qui était l'étude des valeurs de *MES* concernant ces trois mêmes catégories d'entreprises, **il s'agit de la catégorie des entreprises pétrolières qui, en moyenne, serait la plus systémique au sens du calcul des *ΔCoVaR***, suivie de très près par la catégorie d'entreprises électriques et gazières ; la troisième catégorie est quant à elle toujours la moins systémique.

Tableau récapitulatif 3

Classement systémique	Nom	Valeur moyenne de $\lvert\Delta CoVaR\rvert$	Volatilité moyenne des *ΔCoVaR*
1.	ENI	**2,81%**	[-4% ; -0,5%] avec des pics jusqu'à -10%
2.	Total	**2,52%**	[-4% ; -1%] avec des pics jusqu'à -10%
3.	Shell	**2,09%**	[-3% ; -0,5%] avec des pics jusqu'à -9%
4.	RWE	**1,95%**	[-2,5% ; -0,75%] avec des pics jusqu'à -7%
5.	Engie	**1,72%**	[-2% ; -0,5%] avec des pics jusqu'à -6,5%
6.	EDF	**1,53%**	[-2% ; -1%] avec des pics jusqu'à -5%
7.	Exmar	**1,23%**	[-2% ; -0,1%] avec des pics jusqu'à -6%
8.	Exxon Mobil	**0,98%**	[-1,5% ; -0,25%] avec des pics jusqu'à -4,5%
9.	GE	**0,91%**	[-1% ; -0,4%] avec des pics jusqu'à -3%
10.	Fluxys Belgium	**0,85%**	[-1% ; -0,1%] avec des pics jusqu'à -2,5%
11.	Élia	**0,65%**	[-1% ; -0,1%] avec des pics jusqu'à -2,5%
12.	Direct Énergie	**0,41%**	[-0,6% ; -0,1%] avec des pics jusqu'à -1,2%
13.	Hamon Group	**0,26%**	[-0,4% ; -0,1%] avec des pics jusqu'à -0,8%

Section 4 : Comparaison des résultats des mesures de risque systémique

Le premier point essentiel dans la comparaison de ces deux mesures de risque systémique est de rappeler que celles-ci sont **complémentaires** : la *MES* a pour but de déterminer l'impact d'une « détresse » au niveau du système financier sur une institution individuelle alors que la *ΔCoVaR* peut être utilisée pour évaluer l'impact d'une « détresse » au niveau d'une institution individuelle sur le système (voir *supra*, Chapitre 1, Section 4). Dès lors, nous pouvons avancer que nous avons réalisé une première approche complète dans l'étude de mesures de marché de risque systémique dans le marché de l'énergie, bien que

celle-ci ait été simplifiée (voir *infra*, Chapitre 4, Section 3 pour les limites de cette recherche). Ce type de recherche n'avait encore jusqu'à ce jour jamais été réalisée dans le cadre du marché de l'énergie, d'autant plus dans celui concernant les entreprises participant au marché de l'énergie en Belgique ; il contribue dès lors à l'édifice des connaissances dans le domaine du risque systémique dans le marché de l'énergie.

De cette comparaison, nous pouvons initialement mettre en avant que nous avons systématiquement observé **trois périodes** d'étude lors de l'analyse de ces deux mesures : la période avant crise (2006-2007), la période liée à la crise des *subprimes* où celle-ci se fait ressentir de manière conséquente dans les rendements des entreprises (2008-2009) et celle après crise (2010 à mi-2015). Ces périodes étaient intuitivement celles attendues, ce sont également les périodes que nous avions observées lors de l'analyse de l'évolution des rendements du système au cours du temps, à savoir ceux de l'indice Euro Stoxx 600 (voir *supra*, Section 1).

Lors de l'analyse de ces différentes périodes, nous avons mis un certain nombre d'**évènements** en avant que subissent la plupart du temps les entreprises qui composent notre recherche, évènements qui proviennent du système et qui sont donc **systémiques** car ressentis par chacune des entreprises. **La première période** fut celle pour laquelle nous avons observé le moins de valeurs extrêmes durant nos analyses ; nous avons cependant remarqué une hausse de volatilité dans les valeurs de *MES* et $\Delta CoVaR$ entre mai et juin 2006 suite à un resserrement monétaire aux États-Unis accompagné d'une hausse des taux d'intérêt, mais surtout entre juillet et aout 2007 (et plus globalement durant le second semestre de l'année 2007) qui amorce le début de la crise des *subprimes* (voir *supra*, Section 1). **La deuxième période** fut sans conteste celle où nous avons observé le plus de valeurs extrêmes dans les valeurs des deux mesures : l'ensemble des pics de volatilité correspondent à l'avènement de la crise des *subprimes* qui fut l'évènement central puisqu'il a dicté les chutes en bourse tout au long de cette période. Enfin, **la troisième période** fut en général marquée par plus de valeurs extrêmes que la première période mais moins que la deuxième. Parmi les évènements majeurs relatifs à cette période, nous pouvons évoquer d'une part, la crise de la dette qui commence réellement en 2010 (les premiers signes datant de janvier 2009 avec l'abaissement de la note d'endettement de la Grèce) et d'autre part, l'inquiétude des marchés américains mi-2011 suite à la publication de mauvais indicateurs économiques et d'un ralentissement de la croissance. Par ailleurs, nous avons également mis en avant de nombreux **évènements uniquement liés aux entreprises** elles-mêmes lors de l'étude des valeurs de *MES* par entreprise

(voir *infra*, Annexe 3.2), car cette mesure permettait d'observer le rendement espéré de l'entreprise si le système avait été « en crise » (au sens du calcul de la *MES*). Parmi ces évènements liés aux entreprises, il convient toutefois de rappeler un type d'évènement qui touchait un groupe d'entreprises en particulier : les évènements pétroliers, comme celui du 5 janvier 2015 qui a fait chuter le cours de bourse des entreprises pétrolières après que le cours du pétrole ait baissé sur une durée de six mois et que les perspectives concernant celui-ci étaient mauvaises (voir *supra*, Section 2, Paragraphe 3).

Ensuite, cette comparaison des deux mesures de risque systémique nous a confirmé que la **division des entreprises choisies en trois catégories** fut sensée. Ces trois catégories sont : les entreprises belges cotées en bourse à Bruxelles qui sont les gestionnaires ou transporteurs d'énergie d'un point de vue local et/ou mondial ; les entreprises électriques et gazières cotées en bourse dans le monde entier (Europe et États-Unis) et qui sont actives pour la plupart dans le monde entier ; et les entreprises pétrolières qui sont également cotées en bourse dans le monde entier (Europe et États-Unis) et qui sont actives pour la plupart internationalement. Ce choix fut dicté intuitivement par les **activités primaires** de ces entreprises ainsi que par leur périmètre géographique d'activité ; cependant, **ENI** fut lui placé dans la deuxième catégorie car en plus de son activité primaire pétrolière, il avait également des activités secondaires très importantes dans les domaines électriques et gaziers (notamment en Belgique) et le but était de comparer ses valeurs de risque systémique à celles des conglomérats énergétiques de cette même catégorie (RWE et GE). Nous aurions pu également le placer dans la troisième catégorie pour son activité pétrolière et cela aurait légèrement changé les interprétations concernant les groupes d'entreprises et leur classement (voir *infra*).

L'analyse des valeurs de mesures systémiques entre ces trois catégories a clairement montré une **distinction de niveau systémique entre la première catégorie et les deux suivantes** : celle-ci peut s'expliquer par le périmètre d'activité des firmes cotées en bourse sur le marché belge qui est beaucoup plus restreint internationalement (sauf pour Exmar), en comparaison avec celui des institutions cotées en bourse sur les autres marchés mondiaux et actives mondialement pour la plupart. Dès lors, il a été **vérifié empiriquement que la première catégorie est moins systémique que les suivantes**. Ensuite, nous avons observé que d'une part, la seconde catégorie d'entreprises était légèrement plus systémique que la troisième (lors du calcul des valeurs de *MES*), alors que d'autre part, le calcul des valeurs de $\Delta CoVaR$ a avancé l'explication inverse. Dès lors, nous pouvons conclure qu'**empiriquement, il n'a pas été possible de distinguer clairement les entreprises de ces deux catégories en termes de**

niveau systémique, celui-ci étant relativement proche ; néanmoins, la distinction de ces entreprises basées sur leurs activités primaires et secondaires faisait sens puisque certains évènements étaient liés uniquement aux entreprises pétrolières. En ce sens, **ENI** aurait pu également mériter sa place dans la troisième catégorie (voir *supra*) et si ce choix avait été opéré, nous aurions observé que les entreprises pétrolières sont les plus systémiques de toutes les catégories d'entreprises énergétiques qui participent au marché de l'énergie en Belgique.

Á la lumière de l'étude de ces deux mesures, seules **ENI** et **Total** font l'unanimité dans leurs valeurs et classement (voir **Tableau récapitulatif 4** ci-dessous) : ce sont les entreprises les plus systémiques de cette recherche. Parmi les résultats surprenants, nous pouvons avancer le classement d'**Exxon Mobil** et de **General Electric** qui sont des entreprises importantes dans le marché mondial de l'énergie mais qui sont considérées comme moins systémiques que les autres grandes entreprises énergétiques étudiées. Par ailleurs, nous pouvons également rappeler le résultat étonnant de **BP** dans l'analyse des valeurs de $\Delta CoVaR$: nous avons obtenu des valeurs uniquement positives mais qui suivent la tendance du système ; dès lors, quand celui-ci était en crise, la « crise » de BP au sens de la mesure de $\Delta CoVaR$ montrait que l'entreprise n'aurait pas contribué à l'aggravation des tendances négatives du système mais au contraire, lui aurait permis de mieux fonctionner. Ce résultat est une incohérence et nous avons décidé de ne pas le considérer dans le classement établi, tout en le notifiant dans les limites de cette recherche.

Tableau récapitulatif 4

Nom entreprise	**Valeur moyenne *MES***	Volatilité moyenne « *MES* »	**|Valeur moyenne *ΔCoVaR*|**	Volatilité moyenne *ΔCoVaR*
Élia	**- 0,38%**	[-2% ; +2%] avec des pics à [-6% ; +4%]	**0,65%**	[-1% ; -0,1%] avec des pics jusqu'à -2,5%
Exmar	**- 1,03%**	[-5 % ; +5%] avec des pics à [-22% ; +11%]	**1,23%**	[-2% ; -0,1%] avec des pics jusqu'à -6%
Fluxys Belgium	**- 0,24%**	[-2% ; +2%] avec des pics à [-5% ; +4%]	**0,85%**	[-1% ; -0,1%] avec des pics jusqu'à -2,5%
Hamon Group	**- 0,72%**	[- 5% ; +5%] avec des pics à [-20% ; +13%]	**0,26%**	[-0,4% ; -0,1%] avec des pics jusqu'à -0,8%
Engie	**-1,76%**	[-4% ; +2%] avec des pics à [-9,5% ; +3%]	**1,72%**	[-2% ; -0,5%] avec des pics jusqu'à -6,5%
EDF	**-1,48%**	[-4% ; +2%] avec des pics à [-10% ; +5%]	**1,53%**	[-2% ; -1%] avec des pics jusqu'à -5%
Direct Énergie	**-0,92%**	[-5% ; +5%] avec des pics à [-16% ; +16%]	**0,41%**	[-0,6% ; -0,1%] avec des pics jusqu'à -1,2%
ENI	**-1,89%**	[-4% ; +2%] avec des pics à [-10% ; +2%]	**2,81%**	[-4% ; -0,5%] avec des pics jusqu'à -10%
RWE	**-1,62%**	[-4% ; +2%] avec des pics à [-11,5% ; +3%]	**1,95%**	[-2,5% ; -0,75%] avec des pics jusqu'à -7%
GE	**-1,20%**	[-3% ; +2%] avec des pics à [-14% ; +13%]	**0,91%**	[-1% ; -0,4%] avec des pics jusqu'à -3%
Total FP	**-1,87%**	[-4% ; +2%] avec des pics à [-9% ; +2,5%]	**2,52%**	[-4% ; -1%] avec des pics jusqu'à -10%
Shell	**-1,37%**	[-4% ; +2%] avec des pics à [-10% ; +4%]	**2,09%**	[-3% ; -0,5%] avec des pics jusqu'à -9%
BP	**-1,56%**	[-4% ; +2%] avec des pics à [-10% ; +4%]	**/**	/
Exxon Mobil	**-0,77%**	[-4% ; +2%] avec des pics à [-14% ; +3%]	**0,98%**	[-1,5% ; -0,25%] avec des pics jusqu'à -4,5%

Chapitre 4 : Discussions

Dans ce chapitre, nous établirons tout d'abord un **résumé des résultats** développés dans le chapitre précédent (Section 1). Ensuite, nous expliquerons en quoi ce mémoire est une **contribution pour la recherche** (Section 2). Enfin, nous détaillerons les **limites** de ce travail de recherche et nous présenterons les **extensions** possibles à celui-ci.

Section 1 : Résumé des principaux résultats

Dans le cadre de cette recherche, nous avons étudié **deux mesures de marché de risque systémique complémentaires** : la ***MES*** et la ***ΔCoVaR***. Nous avons divisé les entreprises choisies pour cette recherche, à savoir les entreprises participant au marché de l'énergie en Belgique, en **trois catégories distinctes** selon leurs activités primaires et secondaires : les entreprises belges cotées en bourse à Bruxelles qui sont les gestionnaires ou transporteurs d'énergie d'un point de vue plutôt local ; les entreprises électriques et gazières cotées en bourse dans le monde entier (en Europe et aux États-Unis) et qui sont actives mondialement ; et les entreprises pétrolières qui sont également cotées en bourse dans le monde entier (Europe et États-Unis) et qui aussi sont actives mondialement.

L'étude de ces différentes catégories a permis de mettre en lumière des points de convergence et des points de divergence. **Parmi les points de convergence**, nous pouvons premièrement mentionner que trois périodes se sont révélées lors de notre analyse : la période avant crise (2006-2007), la période liée à la crise des *subprimes* où celle-ci se fait ressentir de manière conséquente dans les rendements des entreprises (2008-2009) et la période après crise (2010 à mi-2015). Deuxièmement, nous pouvons évoquer plusieurs évènements systémiques qui se sont révélés lors de notre analyse : la crise des *subprimes* avec des effets entre mi-2007 et 2009, la crise de la dette en Europe dès 2010 et qui continue de se faire ressentir jusqu'en 2015 avec le cas grec et l'inquiétude des marchés américains mi-2011 suite à la publication de mauvais indicateurs économiques et d'un ralentissement de la croissance.

Parmi les points de divergence, nous pouvons évoquer les évènements qui ne sont pas systémiques. Nombre d'entre eux se sont observés pour les entreprises de la première catégorie (entreprises belges de gestion ou de transport d'énergie) qui est la moins systémique. De plus, nous avons observé des évènements uniquement relatifs aux entreprises pétrolières.

Concernant le **classement systémique**, la seule certitude avérée est que la première catégorie d'entreprises est la moins systémique de l'étude. Ensuite, les deux catégories suivantes sont beaucoup plus systémiques que la première, mais l'une l'est le plus dans l'étude de la première mesure (*MES*) alors que l'autre l'est le plus lors de l'étude de la seconde mesure ($\Delta CoVaR$). Cette différence n'a pas été calculée par un test d'hypothèse pour pouvoir être vérifiée et incontestable mais nous pouvons d'ores et déjà conclure que ces deux catégories d'entreprises sont d'un niveau systémique relativement similaire et que les classer de manière formelle ne changerait pas la donne : elles sont systémiquement d'un même niveau. Par ailleurs, les entreprises les plus systémiques de l'étude sont **ENI** et **Total**.

Section 2 : Contribution du travail à la recherche

La contribution de ce mémoire à la recherche est double. Premièrement, nous pouvons mentionner que ce travail de recherche est le **premier de sa catégorie dans un tel cadre restreint** : nous avons étudié deux mesures complémentaires de risque systémique concernant les entreprises qui participent au marché de l'énergie en Belgique. Pour rappel jusqu'ici, seules les recherches de Lautier et Raynaud (2012), Pierret (2013) et Kerste et al. (2014) ont traité le sujet du risque systémique au sein du marché de l'énergie sans focalisation sur un marché spécifique à un pays (voir *supra*, Introduction générale). Dès lors, cette première approche peut servir de base pour des recherches futures, que ce soit pour approfondir celle-ci ou pour l'élargir à d'autres horizons (voir *infra*, Section 3).

Les conclusions de ce travail de recherche sont que les entreprises belges cotées en bourse à Bruxelles sont moins systémiques que celles qui sont cotées en bourse à travers le monde (Europe et États-Unis) dans les domaines électriques, gaziers et pétroliers ; ceci peut s'expliquer par la taille des activités des entreprises belges moins grande que celle des activités des autres entreprises étudiées. Nous n'avons pas pu comparer les filiales actives en Belgique de ces grandes entreprises avec les entreprises cotées à Bruxelles (première catégorie d'entreprises) car seules les maisons-mères sont cotées en bourse à travers le monde. De plus, la part d'activités des entreprises des deuxièmes et troisièmes catégories d'entreprises en Belgique (respectivement, les entreprises électriques et gazières et les entreprises pétrolières) est faible en comparaison à l'ensemble de leurs activités internationales, laissant penser intuitivement que le marché de l'énergie en Belgique est, de manière générale, peu systémique en comparaison avec le marché de l'énergie global.

Deuxièmement, nous avons réalisé une recherche qui **combine à la fois les entreprises du monde électrique et gazier** (deuxième catégorie) **et celles du monde pétrolier** (troisième catégorie) avec les mêmes mesures systémiques. Contrairement à la recherche de Pierret (2013) qui utilise des prix futurs d'indices, nous avons étudié les prix boursiers passés des entreprises que nous avons transformés en rendements logarithmiques (voir *supra*, Chapitre 2, Section 1). Dès lors, il était nécessaire, selon nous, d'inclure les entreprises pétrolières qui sont des entreprises importantes mondialement en termes boursiers (BP est la deuxième capitalisation boursière mondiale et Shell la douzième (PWC, 2014)) et qui ressentent dans leurs rendements les effets liés à l'évolution du cours de pétrole et des évènements qui y sont relatifs dans le monde entier. Pierret (2013, pp. 6-7) rejetait les crises énergétiques dues à un choc pétrolier dans sa recherche car selon elle, la dépendance au pétrole est censée diminuer avec le temps et se substituer à d'autres sources énergétiques dans les économies les plus développées (voir *supra*, Chapitre 2, Section 1). Cependant, nous avons encore observé en 2015 (le 5 janvier) des réactions fortes dans les rendements des entreprises pétrolières suite à la dégringolade du cours du pétrole le second semestre de 2014 (voir *supra*, Chapitre 3, Section 2, Paragraphe 3). Ainsi, nous pensons que les crises pétrolières peuvent toujours être étudiées lors de l'étude du risque systémique dans le marché de l'énergie de manière générale car cette ressource, même si elle commence à s'épuiser comme l'avance Pierret (2013), sera encore utilisée durant des dizaines d'années, laissant une possibilité qu'un évènement négatif suite à un problème dans ce secteur (dégringolade du cours du pétrole ou accident pétrolier) affecte le marché de l'énergie dans sa globalité. De plus, les entreprises utilisées dans cette recherche ont souvent diversifié leurs activités : ils possèdent des activités pétrolières mais également dans les autres secteurs du marché de l'énergie (surtout l'électricité et le gaz). Dès lors, il pourrait être intéressant de voir comment vont réagir les entreprises avec la diminution de pétrole existante, notamment au travers de la mesure de $\Delta CoVaR$.

Section 3 : Limites et extensions

Tout d'abord, la première limite concerne les **mesures de risque systémique choisies**. Cette recherche se base sur deux mesures de marché complémentaires : la *MES* et la $\Delta CoVaR$. Initialement, le but était d'étudier également une troisième mesure de marché de risque systémique : la ***SRISK***. Celle-ci se base sur la théorie de la *MES* et est une mesure du déficit de capital attendu conditionnellement à une crise (voir *supra*, Chapitre 1, Section 4, Paragraphe 1) ; seule la partie conditionnée change par rapport à la mesure de *MES*,

remplacée par l'*Expected Capital Shortfall*. Cette mesure reprend de nombreuses caractéristiques importantes pour le risque systémique comme la taille, le niveau de dettes et l'interconnection des entreprises. Ces dernières caractéristiques tendent à augmenter le déficit en capital d'une firme quand il y a de larges pertes dans le marché financier (voir *supra*, Chapitre 2, Section 4, Paragraphe 1) ; cela aurait donc permis d'identifier quelles caractéristiques systémiques sont les plus importantes concernant les entreprises du marché de l'énergie. Cependant, pour des raisons de synthèse, nous avons étudié deux mesures de base de marché qui sont complémentaires afin d'avoir une première approche générale et complète.

De plus, ces mesures ne sont que des mesures de marché qui ne prennent en compte que les impacts indirects du risque systémique à travers le marché financier et non pas les impacts directs sur l'économie réelle. En effet, en termes d'externalités, nous étudions celles imposées par une institution sur le système financier en entier ($\Delta CoVaR$) et à l'inverse celles imposées par le système sur les institutions individuelles (*MES*). Selon Pierret (2013, p. 2) et Tieben et al. (2011, p. 1), il est également possible d'étudier le risque systémique en termes d'externalités imposées par les institutions énergétiques les unes sur les autres.

Dès lors, **deux extensions** sont possibles en ce qui concerne l'approche générale de cette recherche : utiliser une **troisième mesure de marché** (*SRISK*) et utiliser d'autres mesures de risque systémique que les mesures de marché (voir la recherche de Bisias et al. (2012) qui liste de nombreuses mesures de risque systémique existantes).

Ensuite, la deuxième limite concerne le **choix du marché étudié**. Afin de mieux comprendre le marché de l'énergie en Belgique, nous avions initialement prévu d'étudier les entreprises du marché de l'énergie qui sont présentes en Belgique, comme celles de la première catégorie d'entreprises, mais aussi Électrabel, EDF Luminus ou Poweo parmi d'autres (voir *supra*, Chapitre 2, Section 1). Cependant, ces entreprises font partie de grands groupes qui ne sont cotés en bourse qu'en prenant en compte les activités globales de la maison-mère. Ainsi, nous avons étendu notre champ d'étude aux entreprises participant au marché de l'énergie en Belgique (qu'elles soient les maisons-mères ou leurs filiales) afin de disposer d'un échantillon suffisant d'entreprises à étudier. Dès lors, notre étude ne se concentre pas uniquement sur le marché belge : seule la première catégorie d'entreprises y fait référence de manière formelle. Ainsi, nous pouvons remarquer une extension possible pour de futures recherches : se concentrer sur des zones géographiques ou pays qui comprennent un nombre suffisant d'entreprises dont les activités principales sont nationales, comme la France,

les États-Unis ou la Chine. Par ailleurs, il pourrait être opportun de se concentrer sur une zone géographique particulière (Europe, Asie, Amérique), voire même de faire une comparaison globale concernant celles-ci, tout en appliquant une méthodologie similaire à ce travail de recherche.

La troisième limite concerne le **classement relatif** que nous avons établi lors des analyses des deux mesures de risque systémique. Pour des questions d'efficacité, nous avons calculé pour chaque mesure une moyenne des valeurs au cours du temps et nous avons relevé quelle était la volatilité moyenne dans les valeurs de risque systémique ainsi que les valeurs extrêmes maximales observées entre 2006 et mi-2015 ; à partir de ces informations, nous avons établi un classement relatif primaire. Celui-ci ne repose donc pas sur un test d'hypothèse qui aurait pu déterminer, avec un certain niveau de confiance, quelle entreprise est la plus systémique, voire quelle catégorie est la plus systémique par rapport à une autre. Cependant, le calcul de la moyenne et l'observation des volatilités moyennes et maximales nous donnent une intuition suffisante pour une approche générale comme le veut ce travail de recherche.

De manière similaire, nous pouvons aborder la **partie « codage »** de ce travail de recherche. Celle-ci a été réalisée par Monsieur Zountcheme, assistant à la Louvain School of Management, afin d'utiliser le codage adéquat des mesures de risque systémique utilisées. Dès lors, ce codage reste élémentaire et ne reprend aucune avancée économétrique présentée dans les recherches récentes sur ce sujet (voir *supra*, Chapitre 1), dont notamment celles de Pierret (2013). Le risque était donc d'obtenir, comme ce fut le cas pour l'entreprise BP lors du calcul des valeurs de $\Delta CoVaR$, des valeurs inattendues (les valeurs étant positives et d'autant plus volatiles là où la « détresse » de l'entreprise aurait dû montrer sa contribution au système) qui restent inexplicables. Nous avons cependant tenté d'identifier s'il n'existait pas une erreur dans le codage ou le choix des données, mais ceux-ci se sont déroulés de manière identique aux entreprises précédentes, réduisant ce champ d'erreur.

En termes d'extension, il pourrait donc être utile d'une part, de faire des **tests d'hypothèse** (et de réfléchir au classement d'ENI qui pourrait également être considéré comme entreprise pétrolière, ce qui changerait les conclusions générales et des tests) et d'autre part, d'utiliser un codage plus précis et vérifier si le résultat surprenant persiste.

Par ailleurs, la dernière limite concerne le **choix du système**. Dans cette recherche, nous avons décidé de choisir l'indice **VSTOXX** qui est celui de la volatilité implicite dans le

marché boursier européen et dont l'équivalent est le VIX aux États-Unis. Initialement, nous avions repéré l'indice **VXXLE** qui est l'équivalent de ces indices spécifiquement au marché de l'énergie. Cependant, deux raisons nous ont poussés à ne pas choisir cet indice : il n'est disponible que pour les États-Unis alors que la majorité de nos entreprises sont cotées en bourse en Europe et la création de celui-ci date de 2011, ce qui ne permettait pas de faire une étude de mesures de risque systémique durant la période précédent la crise des *subprimes*. Dès lors, afin de nous assurer que le choix du VSTOXX était cohérent, nous avons calculé la corrélation entre cet indice et celui du VXXLE sur la période d'existence de celui-ci : la corrélation est de 91,6% : elle semble donc suffisamment forte pour prendre l'indice VSTOXX comme *proxy* de l'indice VXXLE (voir *supra*, Chapitre 2, section 4). Ainsi, une extension à cette recherche serait d'étudier, sur une période de temps suffisamment longue (dans quelques années), l'évolution des mesures de risque systémique en utilisant cet indice comme « système ».

Conclusion générale

La problématique de ce travail de recherche était d'**étudier deux mesures de risque systémique (*MES* et *ΔCoVaR*) dans le marché de l'énergie en Belgique**. Dans cette conclusion, nous allons rappeler notre méthodologie et les principaux résultats de cette recherche ainsi que les limites et extensions de celle-ci.

Tout d'abord, nous avons commencé par réaliser une **revue de littérature**. Dans celle-ci, nous avons premièrement défini le risque systémique, définition que nous avons libérée de sa composante financière afin de légitimer l'étude de ce type de risque dans le marché de l'énergie. Ensuite, nous avons développé les raisons pour lesquelles le risque systémique était étudié dans le marché de l'énergie : essentiellement, son analogie marquée avec le marché financier en fait un élément indispensable pour une telle étude. En effet, la finance et l'énergie sont indispensables à tout secteur d'activité et la pénurie de l'un ou l'autre peut entrainer d'importants dégâts sur l'économie réelle. Une fois cette constatation posée, nous avons défini de manière plus précise ce qu'est le marché de l'énergie ainsi que ses principaux acteurs. Par après, nous avons recherché dans la littérature existante quelles étaient les sources du risque systémique dans le marché de l'énergie et quels étaient les impacts d'une crise énergétique, que ce soit sur l'économie réelle ou à travers le marché financier. Enfin, nous avons développé de manière théorique les deux mesures de risque systémique que nous avons étudiées et appliquées empiriquement (*MES* et *ΔCoVaR*), avec notamment leur définition mathématique et les intuitions qui en découlent, tout en mentionnant les apports économétriques des auteurs des recherches.

Ensuite, nous avons développé les **données utilisées** dans cette recherche **afin de réaliser l'analyse empirique**. Parmi celles-ci, nous avons tout d'abord évoqué le choix des entreprises étudiées qui ont été divisées en trois catégories distinctes : les entreprises belges de transport et de gestion d'énergie, les entreprises électriques et gazières mondiales et les entreprises pétrolières mondiales. Ensuite, nous avons ajouté quels types de calculs nous avons codé en ce qui concerne la partie conceptuelle et la définition des mesures sous-jacentes. Par après, nous avons **analysé les résultats obtenus** concernant ces mesures de risque systémique. Avant de réaliser cette analyse, nous avons tout d'abord étudié les rendements du système afin d'identifier quels étaient les évènements que pouvaient ressentir les entreprises du panel choisi, à savoir les évènements systémiques. Ceux-ci se sont révélés

être de trois types : ceux relatifs à la crise des *subprimes*, ceux relatifs à la crise de la dette en Europe et ceux concernant les inquiétudes sur les marchés américains en 2011 avec des indicateurs économiques au plus bas et la crainte d'une nouvelle période de récession. Cependant, des évènements relatifs aux entreprises elles-mêmes ont également été mis en avant dans une analyse annexe plus fine (entreprise par entreprise), comme par exemple certains évènements des entreprises pétrolières qui sont liés au cours du pétrole et aux accidents pétroliers et ceux qui sont liés aux activités de l'entreprise (fusion, rachat, distribution de dividendes, émissions d'actions parmi d'autres). Par ailleurs, cette analyse a également permis de mettre en avant trois périodes distinctes : la période avant crise (2006-2007), la période liée à la crise des *subprimes*, laquelle s'est faite ressentir de manière forte dans les valeurs des mesures systémiques étudiées pour chaque entreprise (2008-2009) et la période après crise (2010 à mi-2015).

Concernant le **classement systémique**, la seule certitude concerne la différence entre la première catégorie d'entreprises et les deux suivantes : les entreprises pétrolières mondiales et les entreprises électriques et gazières mondiales sont plus systémiques que les entreprises de transport et de gestion d'énergie belge. La différence entre la deuxième et la troisième catégorie d'entreprises ne fut pas nette, l'une étant plus systémique lors de l'étude de la première mesure et inversement. Ces résultats peuvent s'expliquer par le choix d'avoir placé l'entreprise ENI dans la deuxième catégorie d'entreprises (électriques et gazières), alors qu'il s'agit de l'entreprise la plus systémique de la recherche. Ce choix avait été dicté pour deux raisons majeures : d'une part, dans le but de comparer les importantes activités secondaires d'ENI, à savoir l'électricité et le gaz naturel, aux conglomérats énergétiques de cette catégorie (RWE et General Electric) et d'autre part, car les activités de l'entreprise en Belgique se limitaient à ses activités secondaires. Cependant, l'activité primaire d'ENI est pétrolière et le placement de l'entreprise dans la troisième catégorie d'entreprises aurait sans aucun doute placé la catégorie des entreprises pétrolières à un niveau de risque systémique supérieur, lors de l'étude et le classement des deux mesures, que la catégorie des entreprises électriques et gazières. Néanmoins, l'approche globale que nous avons utilisée permet déjà d'ores et déjà de mettre en avant que plusieurs entreprises de ces deux grandes catégories sont relativement systémiques : celles-ci sont des acteurs mondiaux dans leurs domaines. Par ailleurs, la seconde entreprise la plus systémique est Total.

Enfin, nous avons développé un chapitre reprenant une synthèse des principaux résultats, notre **contribution à la recherche** et les **limites et extensions** de ce mémoire.

Parmi les limites les plus importantes, nous pouvons brièvement en évoquer quatre qui peuvent être vues comme des extensions pour de futures recherches.

La première concerne le choix des mesures : nous aurions pu étudier une mesure de risque systémique de marché supplémentaire (*SRISK*) afin de comprendre quels sont les facteurs qui caractérisent le risque systémique de ces entreprises ; cependant, celle-ci n'est qu'une extension de la *MES* et se n'est donc pas avéré indispensable. Par ailleurs, les mesures utilisées sont des mesures de marché qui n'étudient que les impacts indirects d'une crise à travers le marché financier ; une étude future pourrait donc, en plus de ces mesures de marché, envisager d'en sélectionner des nouvelles afin d'étudier les impacts directs d'une crise sur l'économie réelle.

La deuxième concerne le choix du marché étudié. Le marché belge étant trop restreint, nous l'avons élargi aux entreprises qui participent au marché belge, même si la part belge des entreprises énergétiques actives mondialement est petite. Ainsi, une étude ciblée sur une plus grande zone géographique telle que l'Europe, l'Asie ou l'Amérique, voire même une comparaison entre les entreprises qui sont actives dans chaque zone pourrait permettre une analyse avec une vision globale du risque systémique dans le marché de l'énergie.

La troisième concerne le classement que nous avons établi pour chaque mesure : celui-ci se base uniquement sur un calcul de moyenne et sur l'observation des volatilités moyennes et extrêmes des valeurs de risque systémique. Pour être plus formel, il aurait été possible de réaliser différents tests d'hypothèse : d'une part, entre les entreprises d'une même catégorie et d'autre part, entre les trois catégories ; cependant, notre démarche globale et les calculs et observations fournissent déjà des résultats satisfaisant pour une première approche. Nous pouvons par ailleurs évoquer que le codage de cette recherche fut le plus élémentaire possible et qu'une recherche future pourrait se lancer dans des raisonnements économétriques plus complexes afin d'étudier d'autres tendances plus spécifiques.

Enfin, la dernière concerne le choix du système : nous avons dû choisir un indice financier (VSTOXX) pour représenter le système car il n'existait pas d'indice pour le secteur de l'énergie assez récent. Néanmoins, une recherche dans quelques années pourrait être réalisée à l'aide de l'indice VXXLE qui est l'équivalent du système européen choisi pour le marché de l'énergie ; celui-ci avait été rejeté car les données le concernant n'existent que depuis 2011 et ne sont relatives qu'au marché de l'énergie aux États-Unis.

Finalement, ce travail de recherche aura permis d'avancer dans l'édifice des connaissances concernant le risque systémique dans le marché de l'énergie, et ce de manière précise pour les entreprises qui participent, de près ou de loin, au marché de l'énergie en Belgique. Cette étude aura révélé que les entreprises du marché belge sont moins systémiques que celles des entreprises électriques et gazières mondiales et celles des entreprise pétrolières mondiales ; ces deux derniers types d'entreprises sont presque aussi systémiques l'un que l'autre, et les deux entreprises les plus systémiques de la recherche étaient ENI et Total.

Bibliographie

4EnergyInvest. (2008). *La société.* https://www.4energyinvest.com/home.aspx?id=1000170&lg=fr (Consulté le 08/06/2015) Site officiel de l'entreprise 4EnergyInvest.

Abadie, A., 2002. Bootstrap tests for distributional treatment effects in instrumental variable models. *Journal of American Statistical Association, 97*(457), 284–292.

Acharya, V., Engle, R., & Richardson, M. (2012). Capital shortfall: A new approach to ranking and regulating systemic risks. *American Economic Reviews, 102*(3), 59–64.

Acharya, V., Pedersen, L., Philippon, T., & Richardson, M. (2010). *Measuring systemic risk*. Stern School of Business. Working Paper disponible à http://pages.stern.nyu.edu/~tphilipp/papers/Systemic.pdf (Consulté le 06/06/2015).

Adrian, T., & Brunnermeier, M. (2011). *CoVaR*. Priceton University. Working paper disponible à http://www.princeton.edu/~markus/research/papers/CoVaR (Consulté le 10/10/2015).

Albertini, D. (2013). *Pourquoi l'électricité augmente (et ce n'est pas fini).* http://www.liberation.fr/economie/2013/07/11/hausse-de-l-electricite-ce-qui-attend-les-francais_917555 (Consulté le 23/07/2015). Site officiel du quotidien français recouvrant l'actualité nationale et internationale et disposant d'une rubrique « Économie ».

Anabtawi, I., & Schwarcz, S.L. (2011). Regulating Systemic Risk: Towards and Analytical Framework. *Notre Dame Law Review, 86*(4), 1349-1412.

Bank for International Settlements. (2014). *Statistical release: OTC derivatives statistics at end-December 2013.* http://www.bis.org/publ/otc_hy1405.pdf (Consulté le 05/05/2015) Site officiel de la BIS, organisation internationale dont les actionnaires sont les banques centrales.

BBC. (2006). *Oil prices fall on Zarqawi death.* http://news.bbc.co.uk/2/hi/business/5058822.stm (Consulté le 01/08/2015) Site officiel de la société britannique de production et de diffusion d'informations, la plus grade dans le recueil de nouvelles au monde, recouvrant l'actualité nationale et internationale et disposant d'une rubrique « Business ».

Benink, H. (1995). *Coping with Financial Fragility and Systemic Risk.* Springer : Ed. Harald A. Benink.

Bernal, O., Gnabo, J.-Y., & Guilmin, G. (2014). Assessing the contribution of banks, insurance and other financial services to systemic risk. *Journal of Banking & Finance, 47*(Octobre), 270-287.

Billio, M., & Caporin, M. (2010). Market linkages, variance spillovers, and correlation stability: Empirical evidence of financial contagion. *Computational Statistics and Data Analysis, 54*(11), 2443–2458.

Billio, M., Getmansky, M., Lo, A., & Pelizzon, L. (2012). Econometric measures of connectedness and systemic risk in the finance and insurance sectors. *Journal of Financial Economics, 104*(3), 535–559.

Bisias, D., Flood, M., Lo, A., & Valavanis, S. (2012). *A Survey of Systemic Risk Analytics*. Office of Financial Research. Working paper disponible à http://financialresearch.gov/working-papers/files/OFRwp0001_BisiasFloodLoValavanis_ASurveyOfSystemicRiskAnalytics.pdf (Consulté le 01/06/2015).

BP. (2009). *BP Continues to Focus Wind Business on USA, Divests Indian Wind Assets.* http://www.bp.com/en/global/corporate/press/press-releases/bp-continues-to-focus-wind-business-on-usa-divests-indian-wind-assets.html (Consulté le 01/08/2015) Site officiel de l'entreprise BP.

BP Belgium. (2014). *Partie du Groupe BP*. http://www.bp.com/fr_be/belgium/01_OverBPinBelgie_FR/1_1_DeelvdBP-groep_FR.html (Consulté le 08/06/2015) Site officiel de BP en Belgique.

Brownlees, C., & Engle, R. (2011). *Volatility, correlation and tails for systemic risk measurement.* New York University. Working Paper disponible à http://www.uclouvain.be/cps/ucl/doc/stat/documents/Updated_Engle_Paper_230511.pdf (Consulté le 04/06/2015).

Brunet, A., & Shafe, M. (2007). Beyond Enron: regulation in energy derivatives trading. *Northwestern Journal of International Law and Business, 27*(3), 665–706.

Carpantier, J.-F. (2010). *Commodities inventory effect*. Université Catholique de Louvain. CORE Discussion Paper 2010/40 disponible à https://www.uclouvain.be/cps/ucl/doc/core/documents/coredp2010_40web.pdf (Consulté le 01/07/2015).

CBOE Holdings. (2015). *Volatility Indexes for Options on ETFs.* http://www.cboe.com/micro/vixetf/ (Consulté le 02/05/2015) *Holding* financier responsable des cotations des options du S&P500 et de tous les indices de volatilité CBOE, comme le VIX.

Cinguegrana, P. (2008). *Commodity derivatives Markets: Regulators' leap in the dark? (Commentary no. 19).* http://www.ceps.eu/system/files/book/1699.pdf (Consulté le 07/06/2015) Site officiel du Centre for European Policy Studies.

Commission Européenne. (2005). *La Commission poursuit les États membres n'ayant toujours pas ouvert correctement leurs marchés de l'énergie.* http://europa.eu/rapid/press-release_IP-06-1768_fr.htm (Consulté le 31/07/2015) Site officiel de la Commission Européenne.

Condijts, J. (2006). *L'Europe met les gaziers sous pression.* http://archives.lesoir.be/l-europe-met-les-gaziers-sous-pression_t-20060518-005EL6.html (Consulté le 23/07/2015). Site officiel du quotidien généraliste belge à grand tirage, deuxième plus lu de Belgique francophone, recouvrant l'actualité nationale et internationale et disposant d'une rubrique « Économie ».

Condijts, J. (2009). *La demande de mazout et de gaz explose*. http://archives.lesoir.be/la-demande-de-mazout-et-de-gaz-explose_t-20090107-00L0HX.html (Consulté le 23/07/2015) Site officiel du quotidien généraliste belge à grand tirage, deuxième plus lu de Belgique francophone, recouvrant l'actualité nationale et internationale et disposant d'une rubrique « Économie ».

Cosnard, D. (2014). *EDF n'augmentera pas ses tarifs au premier aout.* http://www.lemonde.fr/politique/article/2014/06/19/edf-n-augmentera-pas-ses-tarifs-au-1er-aout_4440967_823448.html (Consulté le 23/07/2015) Site officiel du quotidien français dit « de référence », recouvrant l'actualité nationale et internationale et disposant d'une rubrique « Le Monde éco & entreprise ».

Counasse, X. (2015). *L'alternative de prolongation du nucléaire recalée par Élia.* http://www.lesoir.be/877071/article/economie/2015-05-13/l-alternative-prolongation-du-nucleaire-recalee-par-Élia (Consulté le 30/07/2015) Site officiel du quotidien généraliste belge à grand tirage, deuxième plus lu de Belgique francophone, recouvrant l'actualité nationale et internationale et disposant d'une rubrique « Économie ».

CREG. (2009). *DECISION (B)091217-CDC-922.* http://www.creg.info/pdf/Decisions/B922FR.pdf (Consulté le 30/07/2015) Site de la Commission de Régulation de l'Électricité et du Gaz.

De Nederlandse Bank. (2004). *Systeemrisico en besmettingskanalen: de interbancaire markt* http://www.dnb.nl/binaries/kb2004q1_tcm46-147126.pdf (Consulté le 02/05/2015) Site officiel de la DNB.

Diebold, F., & Yilmaz, K. (2011). *On the network topology of variance decompositions: Measuring the connectedness of financial firms*. Federal Reserve Bank of Philadelphia. Working Paper disponible à http://www.ssc.upenn.edu/~fdiebold/papers/paper106/dieboldandyilmaz2011.pdf (Consulté le 01/06/2015).

Direct Énergie. (2012). *Fusion absorption de Direct Énergie par Poweo.* http://groupe.direct-energie.com/fileadmin/Metiers/Groupe/Investisseurs/communiques-financiers/2012/fusion-absoption-direct-energie-poweo-2012.pdf (Consulté le 23/07/2015) Site officiel du groupe Direct Énergie.

Direct Énergie. (2015). Notre histoire. http://groupe.direct-energie.com/qui-sommes-nous/notre-histoire/ (Consulté le 08/06/2015).

EDF. (2013). *Offre d'électricité au Tarif Réglementé*. http://collectivites.edf.com/electricite/fourniture-d-electricite/offre-aux-tarifs-reglementes-48621.html (Consulté le 23/07/2015) Site officiel d'EDF.

EDF. (2014). *Publication rapport annuel 2014.* http://medias.edf.com/fichiers/fckeditor/Commun/Finance/Publications/Annee/2014/ddr2013/EDF_DDR2013_vf.pdf (Consultation le 23/07/2015).

EDF Belgique. (2015). *Le groupe EDF.* http://belgique.edf.com/le-groupe-edf/le-groupe-edf-52557.html (Consulté le 18/06/2015) Site officiel d'EDF Belgique.

EDF Belgique. (s.d.). EDF en Belgique http://belgique.edf.com/edf-en-belgique/presence-et-participations-51890.html (Consulté le 08/06/2015).

Eijffinger, S. (2009). *Defining and Measuring Systemic Risk.* http://www.europarl.europa.eu/document/activities/cont/200911/20091119ATT64822/20091119ATT64822EN.pdf (Consulté le 30/04/2015) Site officiel du Parlement Européen.

EMMI. (2014a). *About Eurepo®.* http://www.emmi-benchmarks.eu/eurepo-org/about-eurepo.html (Consulté le 02/05/2015) Association internationale sans but lucratif lancée lors de la sortie de la monnaie européenne et qui possède comme membres les associations de banque nationale des États membres de l'Union Européenne.

EMMI. (2014b). *Statement: Eurepo index to be discontinued as of 2 January 2015.* http://www.emmi-benchmarks.eu/assets/files/D0375A-2014-Eurepo%20index%20to%20be%20discontinued%20on%201%20January%202015.pdf (Consulté le 02/05/2015).

Élia. (2007). *Rapport annuel 2006.* http://www.zonebourse.com/ÉLIA-5989/pdf/47487/ÉLIA_Rapport-annuel.pdf (Consulté le 23/07/2015) Site de référence des investisseurs en actions - Média internet spécialisé dans la bourse et l'actualité économico-financière.

Élia. (2009). *Rapport annuel 2008.* http://www.Élia.be/~/media/files/Élia/publications-2/annual-report/rapport-Annuel_2008-FR.pdf (Consulté le 30/07/2015).

Élia. (2011). *Rapport annuel 2010.* http://www.Élia.be/~/media/files/Élia/publications-2/annual-report/rapport-annuel_ÉLIA_2010_FR.pdf (Consulté le 23/07/2015).

Élia. (s.d.). *QUI SOMMES-NOUS ?* http://www.Élia.be/fr/a-propos-Élia/qui-sommes-nous (Consulté le 08/06/2015) Site officiel d'Élia.

Engie. (2015). *En bref.* http://www.gdfsuez.com/groupe/en-bref/ (Consulté le 08/06/2015) Site officiel d'Engie.

Engle, R. (2002). Dynamic conditional correlation: a simple class of multivariate generalized autoregressive conditional heteroskedasticity models. *Journal of Business and Economic Statistics, 20*(3), 339–350.

ENI. (2014a). *Dividend history.* http://www.ENI.com/en_IT/investor-relation/ENI-stock-markets/dividend/dividend-history/dividend-history.shtml (Consulté le 31/05/2015) Site officiel d'ENI.

ENI. (2014b). *Profil d'ENI.* http://www.ENI.com/fr_BE/ENI-belgique/profil-ENI/profil-ENI.shtml (Consulté le 08/06/2015).

Essent (2015). *L'entreprise.* https://www.essent.be/fr/a-propos-d-essent/l-entreprise (Consulté le 15/07/2015) Site officiel de l'entreprise Essent.

Eur-Lex. (2005). *Sécurité de l'approvisionnement en électricité.* http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=URISERV%3Al27016 (Consulté le 23/07/2015) Site officiel concernant les lois de l'Union Européenne.

Exmar. (2007). *Annual report 2006.* http://www.exmar.be/file.aspx?id=250 (Consulté le 30/07/2015) Site officiel d'Exmar.

Exmar. (2009). *Annual report 2008.* http://www.exmar.be/file.aspx?id=244 (Consulté le 23/07/2015).

Exmar. (2011). *Annual report 2010.* http://www.exmar.be/file.aspx?id=240 (Consulté le 23/07/2015).

Exmar. (2014). *About Exmar*. http://www.exmar.be/en/webpage/68/about-exmar.aspx?*via*=5 (Consulté le 08/06/2015).

Exxon Mobil. (s.d.). *Produits et sevices.* https://www.exxonmobil.com/Benelux-French/products.aspx (Consulté le 08/06/2015) Site officiel d'Exxon Mobil dans le Benelux.

Fokou, R. (2006). *Mesure du risque de marché d'un portefeuille de type Actions (Value-At-Risk, Value-At-Risk Conditionnelle)* (Mémoire de fin d'études). Université de Bretagne Occidentale, Brest. Disponible à http://www.ressources-actuarielles.net/EXT/ISFA/1226-02.nsf/8d48b7680058e977c1256d65003ecbb5/f6cef2ee5d56b6d0c1257704004c3487/$FILE/Fokou.pdf.

Forbes, K., & Rigobon (2002). No contagion, only interdependence: measuring stock market co-movements. *Journal of Finance, 57*(5), 2223–2261.

Fluxys. (2009). *Communiqué de presse 13 mai 2009.* http://www.fluxys.com/belgium/fr-BE/about%20fluxys/publications/~/media/Files/Financial%20info/Annual%20Reports/FR/FluxysAnnualReport2010_FR%20pdf.ashx (Consulté le 30/07/2015) Site officiel de Fluxys Belgium.

Fluxys. (2010). *Rapport annuel 2009.* http://www.fluxys.com/belgium/fr-BE/about%20fluxys/publications/~/media/Files/Financial%20info/Annual%20Reports/FR/Fluxys_AnnualReport_2009_FR%20pdf.ashx (Consulté le 23/07/2015).

Fluxys. (2012). *Rapport financier annuel 2012.* http://www.fluxys.com/belgium/fr-BE/About%20Fluxys/Publications/~/media/85A96164746B4A3188CD8E20D6478AEF.ashx (Consulté le 23/07/2015).

Fluxys. (s.d.). *À propos de Fluxys Belgium.* http://www.fluxys.com/belgium/fr-BE/About%20Fluxys/AboutFluxys (Consulté le 08/06/2015).

Gasstrategies. (2006a). *Daewoo Shipbuilding secures $536 million order from Exmar to build two LNG-RVs.* http://www.gasstrategies.com/publications/gas-matters-today/98706 (Consulté le 23/07/2015) Ressource internet qui explique les dernières tendances et défis du l'industrie globale du gaz.

Gasstrategies. (2006b). *RWE Transgas to become shareholder in storage trading platform.* http://www.gasstrategies.com/node/100647 (Consulté le 23/07/2015).

GE. (2008). *GE's 2008 Ecomagination revenues to rise 21%, cross $17 billion.* https://www.genewsroom.com/multimedia?search=Ecomagination%20revenues%20to%20rise%2021%,%20cross%20$17%20billion (Consulté le 01/08/2015) Site officiel du groupe GE.

GE Belgium. (2015). *Produits & Services.* http://www.ge.com/be/fr/products_services/index.html (Consulté le 08/06/2015) Site officiel de GE au Benelux.

Hamilton, J. (1983). Oil and the macroeconomy since World War II. *Journal of Political Economy, 91*(2), 228–248.

Hamilton, J. (2003). What is an oil shock? *Journal of Econometrics, 113*(2), 363–398.

Hamilton, J. (2009). Causes and consequences of the oil shock of 2007-08. *Brookings Papers on Economic Activity, 40*(1), 215–283.

Hamilton, J. (2011). *Historical oil shocks.* University of California, San Diego. Working Paper disponible à http://econweb.ucsd.edu/~jhamilto/oil_history.pdf (Consulté le 10/10/2015).

Hamon Group. (2007). *Rapport annuel 2006.* http://www.hamon.com/medias/upload/files/Corporate/AnnualReports/AnnualReport_2006_FR.pdf (Consulté le 23/07/2015) Site officiel de l'entreprise Hamon Group.

Hamon Group. (2013a). *Aqs new order.* http://www.hamon.com/news/index/detail/nid/191/lang/en (Consulté le 23/07/2015).

Hamon Group. (2013b). *Rapport annuel 2012.* http://www.hamon.com/medias/upload/files/Doc2_Hamon_RA2012_FR.pdf (Consulté le 23/07/2015).

Hamon Group. (2014a). *Rapport annuel 2013.* http://www.hamon.com/medias/upload/files/Hamon_RA2013_FR(3).pdf (Consulté le 23/07/2015).

Hamon Group. (2014b). *Résultats semestriels S1 2014.* http://www.hamon.com/medias/upload/files/Interim%20Conso%20FS%20H1%202014_FR(1).pdf (Consulté le 23/07/2015).

Hamon Group. (2015). *Rapport annuel 2014.* http://www.hamon.com/medias/upload/files/Corporate/AnnualReports/Hamon_RA2014_FR_LR.pdf (Consulté le 23/07/2015).

Hamon Group (s.d.). *About us.* http://www.hamon.com/en/corporate/about-us/ (Consulté le 08/06/2015) Site officiel d'Hamon Group.

Hautsch, N., Schaumburg, J., & Schienle, M. (2011). *Financial network systemic risk contributions.* Federal Reserve Bank of San Francisco. Discussion paper disponible à http://www.frbsf.org/economic-research/events/2012/september/systemic-risk-forecast/hautsch.pdf

Huet, N. (2012). *Les Bourses européennes terminent en nette baisse.* http://fr.reuters.com/article/businessNews/idFRPAE86J0BB20120720 (Consulté le 31/07/2015) Agence de presse française, avec une partie financière importante et reconnue.

International Monetary Fund., Bank for International Settlements., & Financial Stability Board. (2009). *Guidance to Assess the Systemic Importance of Financial Institutions, Markets and Instruments: Initial Considerations* - Background Paper. https://www.imf.org/external/np/g20/pdf/100109a.pdf (Consulté le 02/05/2015) Site officiel du FMI.

Investopedia. (2015a). *Derivative.* http://www.investopedia.com/terms/d/derivative.asp (Consulté le 02/05/2015) Entreprise en ligne qui fournit de l'information financière par des professionnels.

Investopedia. (2015b). *What is the difference between systemic risk and systematic risk?* http://www.investopedia.com/ask/answers/09/systemic-systematic-risk.asp (Consulté le 06/07/2015).

Jolis, A. (2008). *INTERVIEW-Belgium's Exmar says ransoms encourage piracy*. http://it.reuters.com/article/idUKLQ61523620081126 (Consulté le 30/07/2015) Site officiel de l'agence de presse Reuters en Italie.

Kerste, M., Gerritsen, M., Weda, J., & Tieben, B. (2014). Systemic risk in the energy sector - Is there need for financial regulation? *Energy policy, 78*(2015), 22-30.

Knittel, C., & Roberts, M. (2005). An empirical examination of restructured electricity prices. *Energy Economics, 27*(5), 791–817.

Koenker, R., & Bassett, G. (1978). Regression quantiles. *Econometrica 46*(1), 33–50.

Lautier, D., & Raynaud, F. (2012). Systemic risk in energy derivative markets: a graph-theory analysis. *Energy Journal, 33*(6), 215-239.

L'Avenir. (2014). *La consommation de gaz cet hiver a chuté de 14%*. http://www.lavenir.net/cnt/dmf20140218_00435683 (Consulté le 30/07/2015) Site officiel du quotidien régional belge, l'un des plus importants de Belgique francophone.

L'Écho. (2006). *L'action Fluxys bondit.* http://www.lecho.be/article/L'action_Fluxys_bondit_de_6_76_.2429659 (Consulté le 23/07/2015) Site internet du journal économique belge l'Écho.

L'Écho. (2015a). *Exmar confronté au report d'un projet au Canada.* http://www.lecho.be/entreprises/transport/Exmar_confronte_au_report_d_un_projet_au_Canada.9594767-3016.art (Consulté le 30/07/2015).

L'Écho. (2015b). *Le Belge Fluxys rachète le réseau de gaz suédois*. http://www.lecho.be/nieuws/archief/Le_Belge_Fluxys_rachete_le_reseau_de_gaz_suedois.9614566-7499.art?highlight=soldes (Consulté le 30/07/2015).

L'OBS Économie. (2006). *Gaz de France et Suez acceptent de céder des actifs belges.* http://tempsreel.nouvelobs.com/economie/20060324.OBS1614/gaz-de-france-et-suez-acceptent-de-ceder-des-actifs-belges.html (Consulté le 23/07/2015) Site internet de l'OBS, journal hebdomadaire français politique, économique et littéraire.

L'OBS Économie. (2007a). *La bourse de Shangaï tire les marchés vers le bas*. http://tempsreel.nouvelobs.com/economie/20070227.OBS4544/la-bourse-de-shangai-tire-les-marches-vers-le-bas.html (Consulté le 29/07/2015).

L'OBS Économie. (2007b). *Les Bourses mondiales décrochent dans le sillage de Wall Street*. http://tempsreel.nouvelobs.com/economie/20070314.OBS6924/les-bourses-mondiales-decrochent-dans-le-sillage-de-wall-street.html (Consulté le 29/07/2015).

L'OBS Économie. (2007c). *Poweo plombé par un hiver doux.* http://tempsreel.nouvelobs.com/economie/20070917.OBS5246/poweo-plombe-par-un-hiver-doux.html (Consulté le 29/07/2015).

L'OBS Économie. (2007d). *Subprime : les Bourses mondiales à nouveau secouées mercredi.* http://tempsreel.nouvelobs.com/economie/20070815.OBS0630/subprime-les-bourses-mondiales-a-nouveau-secouees-mercredi.html (Consulté le 29/07/2015).

L'OBS Économie. (2008a). *Hausse historique pour la CAC 40.* http://tempsreel.nouvelobs.com/la-crise-financiere/20081013.OBS5489/hausse-historique-pour-le-cac-40-11-18.html (Consulté le 29/07/2015).

L'OBS Économie. (2008b). *La bourse de Paris ouvre en forte baisse.* http://tempsreel.nouvelobs.com/economie/20080317.OBS5406/la-bourse-de-paris-ouvre-en-forte-baisse.html (Consulté le 29/07/2015).

L'OBS Économie. (2008c). *Les bourses européennes en chute après l'envolée de la semaine dernière.* http://tempsreel.nouvelobs.com/la-crise-financiere/20081201.OBS3420/les-bourses-europeennes-en-chute-apres-l-envolee-de-la-semaine-derniere.html (Consulté le 29/07/2015).

L'OBS Économie. (2008d). *Les bourses européennes en forte baisse.* http://tempsreel.nouvelobs.com/la-crise-financiere/20081022.OBS7133/les-bourses-europeennes-cloturent-en-forte-baisse.html (Consulté le 29/07/2015).

L'OBS Économie. (2008e). *Les bourses mondiales dévissent après l'annonce de la faillite de Lehman Brothers.* http://tempsreel.nouvelobs.com/economie/20080915.OBS1321/les-bourses-mondiales-devissent-apres-l-annonce-de-la-faillite-de-lehman-brothers.html (Consulté le 29/07/2015).

L'OBS Économie. (2008f). *Rechute des bourses mondiales après les mauvaises prévisions.* http://tempsreel.nouvelobs.com/la-crise-financiere/20081106.OBS9668/rechute-des-bourses-mondiales-apres-les-mauvaises-previsions.html (Consulté le 29/07/2015).

L'OBS Économie. (2009a). *Finances : de la bulle internet à la crise des subprimes.* http://tempsreel.nouvelobs.com/economie/20091222.OBS1440/finances-de-la-bulle-internet-a-la-crise-des-subprimes.html (Consulté le 29/07/2015).

L'OBS Économie. (2009b). *Les bourses européennes en très fort recul.* http://tempsreel.nouvelobs.com/la-crise-financiere/20090420.OBS4028/les-bourses-europeennes-en-tres-fort-recul.html (Consulté le 29/07/2015).

L'OBS Économie. (2009c). *Les bourses européennes plongent dans le rouge.* http://tempsreel.nouvelobs.com/la-crise-financiere/20090114.OBS9737/les-bourses-europeennes-plongent-dans-le-rouge.html (Consulté le 29/07/2015).

L'OBS Économie. (2009d). *Les bourses mondiales chutent très fortement.* http://tempsreel.nouvelobs.com/la-crise-financiere/20090330.OBS1355/les-bourses-mondiales-chutent-tres-fortement.html (Consulté le 29/07/2015).

L'OBS Économie. (2009e). *Les marchés asiatiques plongent.* http://tempsreel.nouvelobs.com/la-crise-financiere/20090302.OBS6895/les-marches-asiatiques-plongent.html (Consulté le 29/07/2015).

L'OBS Économie. (2010). *Les marchés s'envolent, rassurés par le plan de secours de l'UE.* http://tempsreel.nouvelobs.com/economie/20100510.OBS3713/les-marches-s-envolent-rassures-par-le-plan-de-secours-de-l-ue.html (Consulté le 29/07/2015).

L'OBS Économie. (2011a). *900 milliards d'euros partis en fumée.* http://tempsreel.nouvelobs.com/economie/20110810.OBS8353/crise-boursiere-900-milliards-d-euros-partis-en-fumee.html (Consulté le 24/07/2015).

L'OBS Économie. (2011b). *Bourse de Paris clôture sur une chute de 5,25% ; New-York en forte baisse.* http://tempsreel.nouvelobs.com/economie/20110922.OBS0854/bourse-paris-cloture-sur-une-chute-de-5-25-new-york-en-forte-baisse.html (Consulté le 29/07/2015).

L'OBS Économie. (2011c). *Dégringolade à la bourse de Paris.* http://tempsreel.nouvelobs.com/economie/20110905.OBS9800/degringolade-a-la-bourse-de-paris.html (Consulté le 29/07/2015).

L'OBS Économie. (2011d). *Jeudi noir pour les bourses européennes.* http://tempsreel.nouvelobs.com/economie/20110818.OBS8728/jeudi-noir-pour-les-bourses-europeennes.html (Consulté le 29/07/2015).

L'OBS Économie (2012). *Avertissement sur les résultats chez GDF Suez : le titre plonge.* http://tempsreel.nouvelobs.com/economie/20121206.REU2341/avertissement-sur-resultats-chez-gdf-suez-le-titre-plonge.html (Consulté le 23/07/2015).

L'OBS Économie. (2014). *La bourse de Paris creuse ses pertes.* http://tempsreel.nouvelobs.com/economie/20141015.REU9579/la-bourse-de-paris-creuse-ses-pertes.html (Consulté le 29/07/2015).

L'OBS Société. (2008). *Le patron de Total pour l'Italie interpellé.* http://tempsreel.nouvelobs.com/societe/20081216.OBS5745/le-patron-de-total-pour-l-italie-interpelle.html (Consulté le 01/08/2015).

Le Figaro. (2008). *La bourse de Paris dévisse.* http://www.lefigaro.fr/marches/2008/10/06/04003-20081006ARTFIG00305-la-bourse-de-paris-devisse-.php (Consulté le 25/07/2015) Site officiel du quotidien français le plus ancien, recouvrant l'actualité nationale et internationale et disposant d'une rubrique « Économie ».

Le Figaro Économie. (2011). *Les Italiens intéressés par Poweo.* http://www.lefigaro.fr/flash-eco/2011/06/26/97002-20110626FILWWW00058-les-italiens-interesses-par-poweo.php (Consulté le 23/07/2015).

Le Monde. (2012). *Plateforme Total en mer du Nord : sept questions sur une fuite.* http://www.lemonde.fr/planete/article/2012/03/29/plateforme-total-en-mer-du-nord-sept-questions-sur-une-fuite_1677547_3244.html (Consulté le 01/08/2015) Site officiel du quotidien français dit « de référence », recouvrant l'actualité nationale et internationale et disposant d'une rubrique « Le Monde éco & entreprise ».

Le Parisien. (2010). *Les bourses s'enfoncent dans le rouge.* http://www.leparisien.fr/crise-europe/les-bourses-s-enfoncent-dans-le-rouge-07-05-2010-913101.php (Consulté le 29/07/2015) Site officiel du quotidien régional français, premier quotidien national d'information générale en France, disposant d'une rubrique « Économie ».

Le Soir. (2010). *Marée noire : BP a déjà dépensé 2 milliards de dollars.* http://archives.lesoir.be/maree-noire-bp-deja-depense-2-milliards-de-dollars_t-20100621-00YP7T.html (Consulté le 01/08/2015) Site officiel du quotidien généraliste belge à grand tirage, deuxième plus lu de Belgique francophone, recouvrant l'actualité nationale et internationale et disposant d'une rubrique « Économie ».

Le Soir. (2011). *GDF plombé par la sortie du nucléaire en Belgique.* http://archives.lesoir.be/gdf-suez-chute-plombe-par-la-sortie-du-nucleaire-en-bel_t-20111031-01N3KM.html (Consulté le 31/07/2015)

Le Soir. (2012). *Fluxys va distribuer un dividende de 600 euros.* http://archives.lesoir.be/fluxys-va-distribuer-un-dividende-de-600-euros_t-20120312-01V6U8.html (Consulté le 30/07/2015).

Michetti, A. (2011). *Transparency in the European Wholesale Energy Markets: Filling the Regulatory Gaps.* http://www.eui.eu/Projects/FSR/Documents/PolicyBrief/Energy/2011/PB201103dig.pdf (Consulté le 08/06/2015) Site officiel de l'*European University Institue* qui se focalise notamment sur le secteur de l'énergie.

Pierret, D. (2013). *The Systemic Risk of Energy Markets*. Université Catholique de Louvain. Working paper disponible à http://ssrn.com/abstract=2245811 (Consulté le 03/05/2015).

Pindyck, R. (2004). Volatility and commodity price dynamics. *Journal of Futures Markets, 24*(11), 1029-1047.

Pottier, J.-M. (2008). *Pourquoi la bourse fait du yoyo.* http://tempsreel.nouvelobs.com/economie/20080123.OBS6753/pourquoi-la-bourse-fait-du-yoyo.html (Consulté le 29/07/2015).

Poweo. (2015). *Qui sommes-nous*. http://groupe.poweo.be/fr/qui-sommes-nous/ (Consulte le 08/06/2015) Site officiel de Poweo by Direct Énergie.

PWC. (2014). *Classement des capitalisations boursières mondiales : les entreprises américaines tiennent le haut du pavé.* http://www.pwc.fr/classement-des-capitalisations-boursieres-mondiales-les-entreprises-americaines-tiennent-le-haut-du-pave.html (Consulté le 03/08/2015) Site officiel de l'entreprise de consultance PWC en France.

Reuters. (2006). *Le brut américain à son niveau le plus bas depuis juin 2005.* http://www.challenges.fr/entreprise/20061117.CHA4440/le-brut-americaina-son-plus-bas-niveaudepuis-juin-2005.html (Consulté le 01/08/2015) Agence de presse française reconnue mondialement.

Reuters. (2008a). *GE reports unexpected profit drop, shares tumble.* http://www.theguardian.com/business/2008/apr/11/useconomy (Consulté le 01/08/2015).

Reuters. (2008b). *Nouveaux records du pétrole.* http://fr.reuters.com/article/businessNews/idFRGAR65217520080506 (Consulté le 24/07/2015).

Reuters. (2009). *LEAD 1 ENI-Chute du bénéfice, dividende baissé, recul du titre.* http://fr.reuters.com/article/idFRLV44590020090731 (Consulté le 31/07/2015).

Reuters. (2010). *Shell baisse en Bourse sur des rumeurs de profit warning.* http://fr.reuters.com/article/marketsNews/idFRLDE6601OZ20100701 (Consulté le 01/08/2015).

Reuters. (2013). *Bourse-Poweo s'envole après avoir renoué avec les bénéfices.* http://fr.reuters.com/article/marketsNews/idFRL5N0CR23P20130404 (Consulté le 31/07/2015).

Reuters. (2014). *EDF veut céder 70% de ses activités éoliennes en Italie.* http://fr.reuters.com/article/businessNews/idFRPAEA1I05B20140219 (Consulté le 23/07/2015).

Reuters. (2015). *LEAD 2-Wall Street, portée par GE, finit en hausse.* http://fr.reuters.com/article/frEuroRpt/idFRL5N0X73MR20150410 (Consulté le 01/08/2015).

Reynaud, T. (2008). *« On peut parler de krach »*. http://www.liberation.fr/economie/2008/01/21/on-peut-parler-de-krach_15133 (Consulté le 29/07/2015) Site officiel du quotidien français recouvrant l'actualité nationale et internationale et disposant d'une rubrique « Économie ».

RWE. (2007). *Dividend Announcement.* http://www.rwe.com/web/cms/en/569142/rwe/investor-relations/agm/annual-general-meeting-2007/dividend-announcement/ (Consulté le 24/07/2015) Site officiel de RWE.

RWE. (2013). *Dividend announcement*. http://www.rwe.com/web/cms/en/1907044/rwe/investor-relations/agm/annual-general-meeting-2013/dividend-announcement/ (Consulté le 24/07/2015).

RWE. (2015). *About RWE.* https://www.rwe.com/web/cms/en/10122/rwe/about-rwe/ (Consulté le 08/06/2015).

Scaillet, O. (2005). Nonparametric estimation of conditional expected shortfall. *Insurance and risk management journal*, *74*(1), 639-660.

Shell (s.d.). Shell en un coup d'œil. http://www.shell.be/fr/aboutshell/at-a-glance.html (Consulté le 08/06/2015) Site officiel de Shell Belgique.

STOXX Limited. (2015a). *EURO STOXX 50® Volatility (VSTOXX®).* https://www.stoxx.com/index-details?symbol=V2TX (Consulté le 02/05/2015) Organisme financier qui fournit des indices européens à travers le monde.

STOXX Limited. (2015b). *EURO STOXX® Real Estate.* https://www.stoxx.com/index-details?symbol=SX86E (Consulté le 02/05/2015).

STOXX Limited. (2015c). *STOXX® Europe 600.* https://www.stoxx.com/index-details?symbol=SXXGR (Consulté le 02/05/2015).

Thénard, J.-M. (2006). Grosses ficelles. http://www.liberation.fr/evenement/2006/02/28/grosses-ficelles_31439 (Consulté le 23/07/2015) Site officiel du quotidien français recouvrant l'actualité nationale et internationale et disposant d'une rubrique « Économie ».

Tieben, B., Kerste, M., & Akker, I. (2011). *Curtailing Commodity Derivative Markets - What are the consequences for the energy sector?* http://www.seo.nl/uploads/media/2011-62_Curtailing_Commodity_Derivative_Markets_01.pdf (Consulté le 07/05/2015) Institut de recherche (SEO) qui conduit des études économiques pour les secteurs publics et privés.

Tison, V. (2013). *Les Bourses européennes stables à la mi-séance. http://fr.reuters.com/article/businessNews/idFRPAE90T03G20130130* (Consulté le 31/07/2015).

Tison, V. (2015). *Les Bourses européennes dans le rouge à la mi-séance.* https://fr.finance.yahoo.com/actualites/les-bourses-europ-ennes-dans-111936972.html (Consulté le 23/07/2015) Moteur de recherche internet spécialisé dans l'économie avec sa partie Yahoo Finance.

Total. (2014). *Total en Belgique.* http://be.total.com/fr-be/total-en-belgique/total-en-belgique (Consulté le 08/06/2015) Site officiel de Total Belgique.

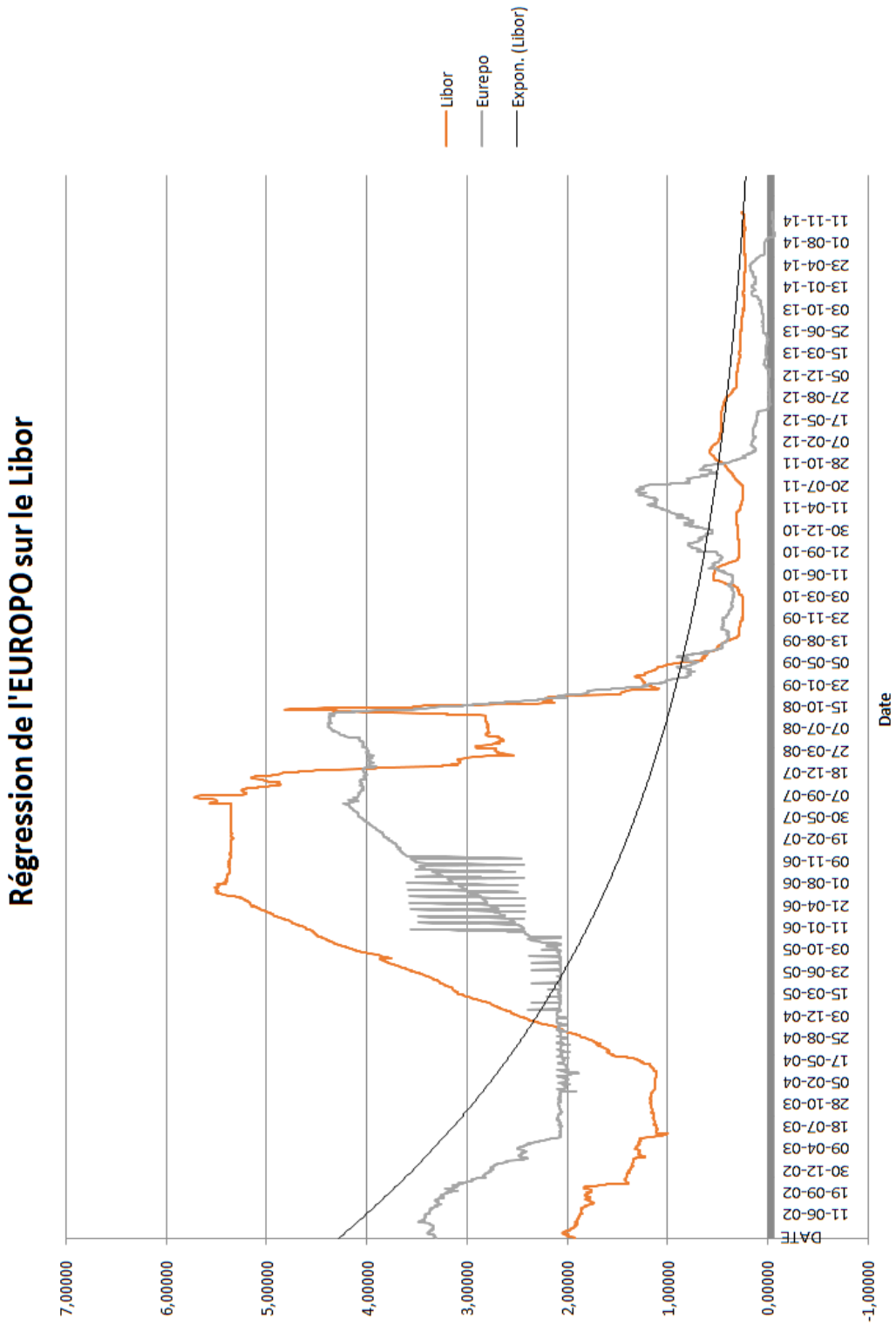
Total. (2015). *Dividende*. http://www.total.com/fr/actionnaires/dividende (Consulté le 24/07/2015).

Van Caloen, A. (2006). *La volatilité va être plus grande dans les pays émergeants.* http://www.lalibre.be/economie/actualite/la-volatilite-va-etre-plus-grande-dans-les-pays-emergents-51b88f08e4b0de6db9ae207f (Consulté le 31/07/2015) Site officiel du quotidien généraliste belge à grand tirage, recouvrant l'actualité nationale et internationale et disposant d'une rubrique « Économie ».

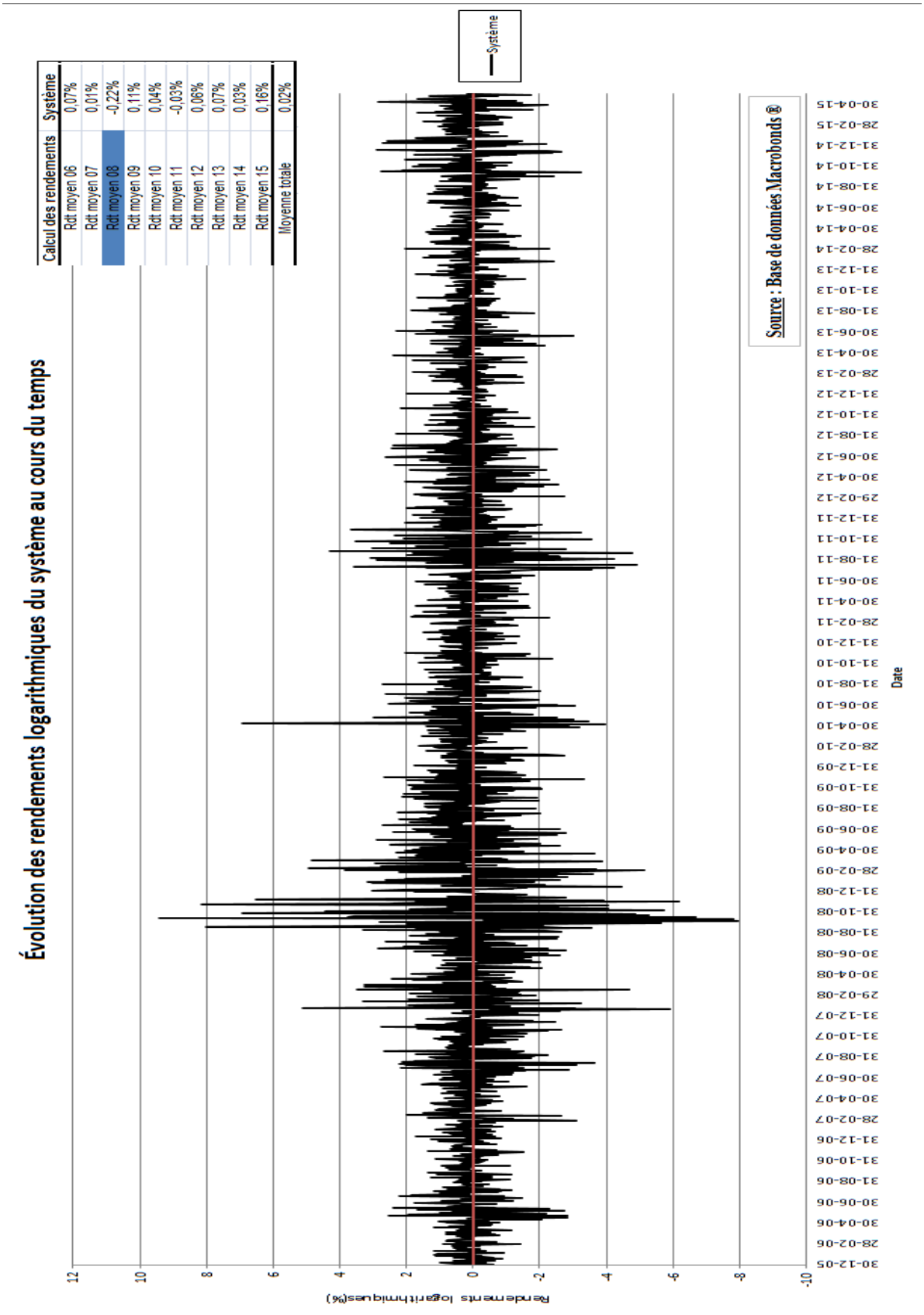
ZoneBourse. (2015). *Les valeurs à suivre le mardi 20 janvier 2015 à la bourse de Paris.* http://www.zonebourse.com/actualite-bourse/Les-valeurs-a-suivre-mardi-20-janvier-2015-a-la-Bourse-de-Paris--19732560/ (Consulté le 31/07/2015) Site de référence des investisseurs actions - Média internet spécialisé dans la bourse et l'actualité économico-financière.

Annexes

Annexe 1 : Régression EUROPO - LIBOR



Annexe 2 : Tendances dans les rendements du système



Annexe 3 : Données concernant la *MES*

Annexe 3.1 : Codage de la *MES*

```
rolling_mes = function(rdt, sys_rdt, alpha = 0.05, window = 10){
  # rdt is the returns of the firm (a zoo object)
  # sys_rdt is the return of the system (zoo object)
  # Windows is the windows span for the rolling_mes
  # rdt is the returns of the firm (a zoo object)
  # sys_rdt is the return of the system (zoo object)
  mes = function(rdt, sys_rdt, alpha = 0.05) {
    if (length(rdt) == length(sys_rdt)) {
      low_threshold <- quantile(sys_rdt, alpha)
      worst_days <- sys_rdt < low_threshold
      # the mes is the average of firm return in system worst days
      mes <- mean(rdt[worst_days])
      return(mes)
    } else {stop("Unmatch length! Check your vectors")}
  }
  nr <- length(rdt)
  r_mes <- rep(NA, nr)
  for (t in 1:(nr - window)) {
    ind <- t:(window + t)
    r_mes[window + t] <- mes(rdt[ind], sys_rdt[ind], alpha)
  }
  return(r_mes)
}
```

```
rdt <- read.csv('rdt.csv', sep = ';', stringsAsFactors = F)
rdt$date <- as.Date(rdt$date, '%j-%m-%y')
rdt <- rdt[1:2478,]

mtst <- read.csv('mt_st.csv', sep = ';', stringsAsFactors = F)
mtst <- mtst[1:2478,]
mtst$date <-  as.Date(mtst$date, '%j-%m-%y')

df_mes <- merge(mtst[, c('date','rdtstoxx600')], rdt)
df_mes <- na.omit(df_mes)

df_rdt <- df_mes[, c(-1,-2)]
sys_rdt <- df_mes[,2]

df_mes_out <- apply(df_rdt, 2, function(rdt) rolling_mes(rdt, sys_rdt))

df_mes_out <- data.frame(date = df_mes[,1], df_mes_out )

write.csv(df_mes_out, 'mes_data.csv', row.names = FALSE)
```

Annexe 3.2 : Résultats entreprise par entreprise des *MES*

Annexe 3.2.1 : Élia

De manière générale, les rendements d'**Élia** lorsque le système est dans son état « normal » sont de 0,01% alors que ceux si le système était « en crise » (*MES*) seraient de -0,38%. Cela signifie que si l'entreprise avait vécu sous le système « en crise » durant la période 2006 à mi-2015, elle aurait dû **espérer perdre 0.38% de valeur dans ses rendements**. Les valeurs journalières générées de *MES* varient entre -2% et +2%, avec des valeurs extrêmes[21] entre -6% et +4%. À partir du graphique de l'évolution des valeurs de *MES* d'Élia au cours du temps et des moyennes annuelles des valeurs de *MES* (voir *infra*), nous pouvons mettre en évidence les **trois mêmes périodes** observées pour les rendements du système : la période avant crise (2006-2007), la période relative à la crise des *subprimes* (2008-2009) et la période après crise (2010-mi-2015).

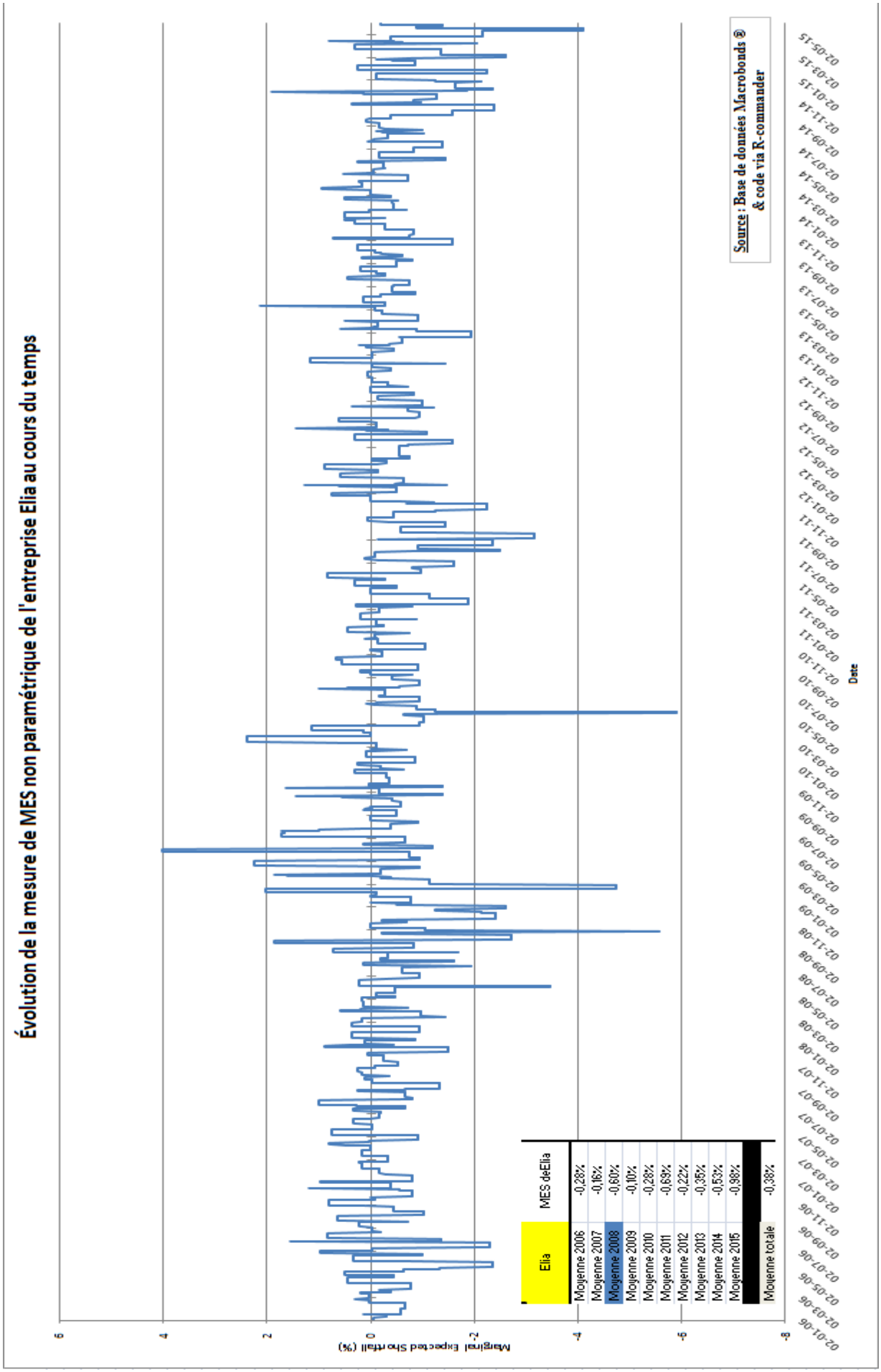
La première période est marquée par des petites valeurs journalières de *MES*, avec une volatilité comprise entre -2% et +2%, une valeur moyenne maximale de -0,28% en 2006 et sans pic de volatilité particulier. Nous pouvons simplement mentionner une valeur de *MES* de plus de -2% le 22 mai 2006 et une autre le 13 juillet 2006 qui correspondent à la période un peu plus volatile que le système a subi (voir *supra*, Chapitre 3, Section 1) mais que l'entreprise a ressenti de manière moins forte. Par ailleurs, nous observons un rendement pour Élia de -4% le 24 mai 2006 lorsque le système est « normal » qui pourrait correspondre à la distribution d'un dividende, marquant la valeur d'action la plus basse pour l'année 2006 (Élia, 2007). Cette valeur un peu plus extrême ne se retrouve pas lors du calcul des valeurs de *MES* car cet évènement est propre à l'entreprise et ne représente pas le système « en crise ».

La deuxième période est beaucoup plus volatile dans les valeurs journalières de *MES*, avec notamment une valeur moyenne de -0,60% en 2008. De plus, nous observons quatre valeurs extrêmes dans les valeurs de *MES*. La première date du 4 juin 2008 (-4%) et suit la tendance du système suite à la crise des *subprimes* (voir *supra*, Chapitre 3, Section 1). La deuxième date du 27 octobre 2008 avec une *MES* autour de -5,5% qui correspond à la période liée à la crise des *subprimes* ; c'est d'ailleurs la période de temps durant laquelle l'entreprise a atteint ses rendements les plus bas entre 2006 et mi-2015 lorsque le système est « normal ». Ensuite, le troisième pic est celui du 20 février 2009 avec une *MES* autour de -5% expliquée par les

[21] Dans ce mémoire, le terme « valeur extrême » et « pic » (pour signifier pic de volatilité dans les valeurs étudiées) seront utilisés de manière synonyme et arbitraire.

mêmes raisons que la précédente, tout en ajoutant que c'est à cette date qu'ils ont publié leurs comptes annuels pour 2008 (Élia, 2009), ce qui pourrait avoir aggravé cette valeur. Enfin, la valeur extrême positive du 28 mai 2009 (+4%) ne suit pas la tendance du système « en crise » à cette date-là ; elle pourrait correspondre à l'issue positive suite à la décision de la Commission de Régulation de l'Électricité et du Gaz (CREG) concernant la proposition de l'entreprise sur les règles de fonctionnement du marché relatif à la compensation des déséquilibres quart-horaires de l'année 2010 (CREG, 2009).

La troisième période est elle marquée par des valeurs de *MES* d'un niveau comparable à la première période, mais un peu plus volatile que celle-ci. Nous observons des valeurs moyennes maximales de *MES* en 2011 (-0,69%) et en 2015 (-0,98%) et deux pics de volatilité dans les valeurs de *MES*. Le 31 mai 2010 (-6%), soit la plus grande en valeur absolue, pourrait correspondre à deux évènements liés à Élia : la sortie d'Électrabel du capital de l'entreprise le 18 mai et le rachat par Élia le jour d'après, conjointement avec l'entreprise *Industry Fund Managmement*, de *50Hertz Transmission*, l'un des quatre gestionnaires du réseau du transport d'électricité allemand (Élia, 2011). Dès lors, cette valeur ne suit pas la tendance du système, mais bien celle lorsque le système est « en crise » lors du calcul de MES. Le 14 mai 2015 (-4%) correspond à une baisse qu'a subie Élia (et non le système) dans ses rendements lorsque le système est « normal » et qui pourrait correspondre à son refus de permettre une pronlogation de Doel 1 et Doel 2, centrales nucléaires belge (Counasse, 2015).


Évolution de la mesure de MES non paramétrique de l'entreprise Elia au cours du temps
Marginal Expected Shortfall (%)
Date
Source : Base de données Macrobonds ® & code via R-commander
Elia
MES deElia
Moyenne 2006 -0,28%
Moyenne 2007 -0,16%
Moyenne 2008 -0,60%
Moyenne 2009 -0,10%
Moyenne 2010 -0,28%
Moyenne 2011 -0,69%
Moyenne 2012 -0,22%
Moyenne 2013 -0,35%
Moyenne 2014 -0,53%
Moyenne 2015 -0,98%
Moyenne totale -0,38%

Annexe 3.2.2 : Exmar

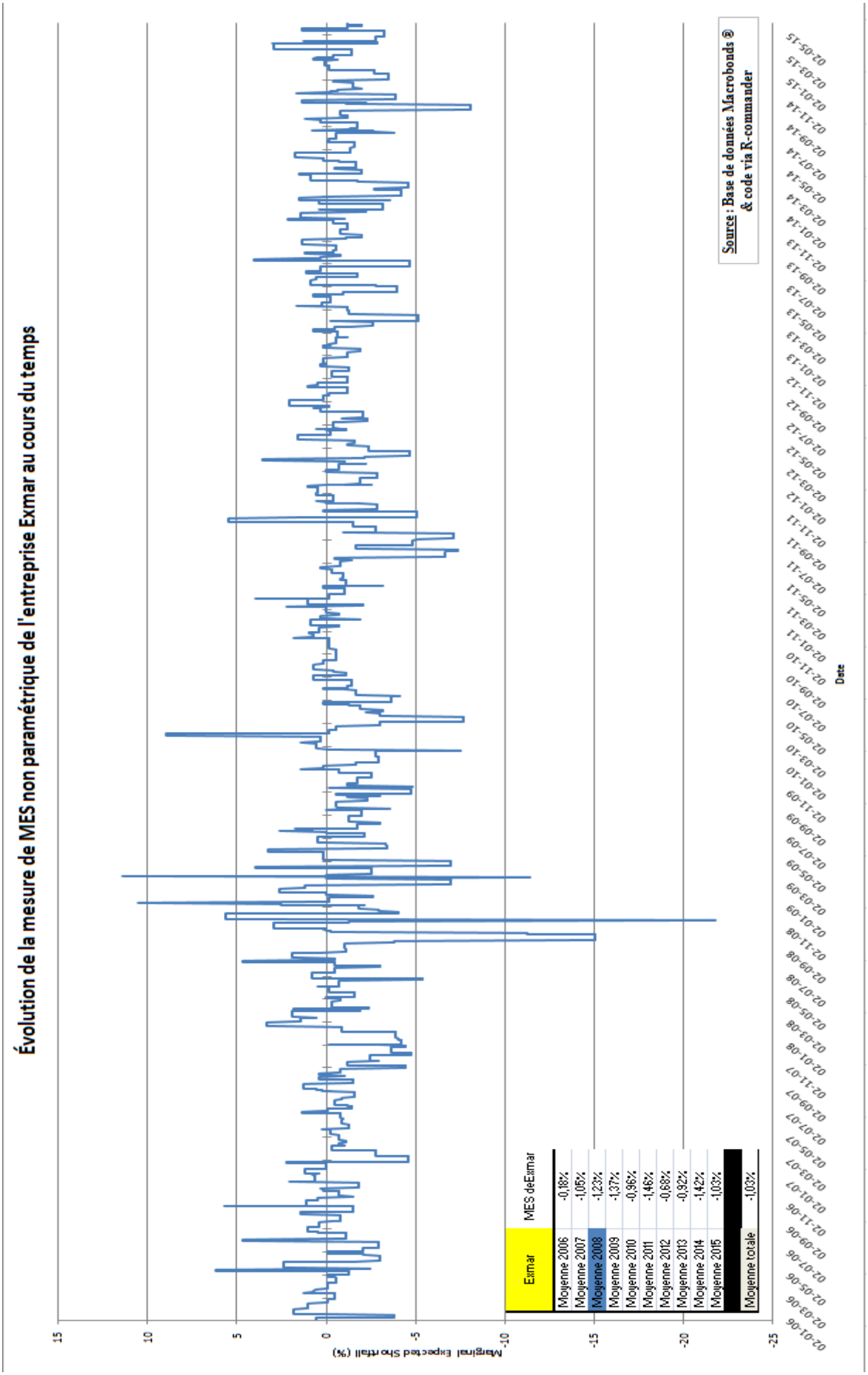
De manière générale, les rendements d'**Exmar** lorsque le système est dans son état « normal » sont de -0,01% alors que ceux si le système était « en crise » seraient de -1,03%. Cela signifie que si l'entreprise avait vécu sous le système « en crise » entre 2006 et mi-2015, elle aurait dû **espérer perdre 1,03% de valeur dans ses rendements**. Les valeurs journalières générées de *MES* varient entre -5% et +5% (supérieures à l'entreprise précédente), avec des valeurs extrêmes entre -22% et +11%. À partir du graphique de l'évolution des valeurs de *MES* d'Exmar au cours du temps et des moyennes annuelles des valeurs de *MES* (voir *infra*), nous pouvons mettre en évidence les **trois mêmes périodes** observées pour les rendements du système : la période avant crise, la période relative à la crise des *subprimes* et la période après crise.

La première période est marquée par des petites valeurs journalières de *MES*, avec une volatilité comprise entre -5% et +5%, avec deux pics de volatilité à plus de +5% et avec une valeur moyenne maximale de *MES* de -1,05% en 2007 pour cette période. La première valeur extrême date du 12 mai 2006 (+6%), ne suit pas la tendance du système « en crise » et pourrait s'expliquer par le gros investissement d'Exmar en Corée du Sud pour la construction de deux méthaniers regazéfieurs (Gasstrategies, 2006a) ; celui-ci provoqua tout d'abord une baisse dans les rendements de l'entreprise lorsque le système est « normal » de -9% lors de l'offre d'achat le 6 mars 2006 (Exmar, 2007). Le second pic du 1er novembre 2006 (+5,5%) ne suit à nouveau pas la tendance du système « en crise » et pourrait s'expliquer par une augmentation de capital faite par l'entreprise grâce à ses bons résultats (Exmar, 2007).

La deuxième période est beaucoup plus volatile dans les valeurs de *MES*, avec notamment une valeur moyenne de -1,23% en 2008 et de -1,37% en 2009 et l'observation de la volatilité la plus forte dans les valeurs de *MES*. Nous pouvons mentionner celle du 8 octobre 2008 (-15%) où l'entreprise subit encore plus que le système le krach boursier (voir *supra*, Chapitre 3, Section 1) et celle du 26 novembre 2008 (-22%) qui, en plus de la crise financière subie par le système, pourrait s'expliquer par la colère du CEO dans la presse suite aux nombreux actes de piratage sans réelle punition sur les entreprises de transport maritime (Jolis, 2008). Celle du 23 mars 2009 (+11%) ne suit cependant pas la tendance du système « en crise » et pourrait être expliquée par l'augmentation de capital de l'entreprise ce jour-là (Exmar, 2009) ; celle-ci a néanmoins provoqué une grande baisse dans les rendements de l'entreprise lorsque le système est « normal » trois jours plus tôt (-11,5%). Toutes les autres valeurs extrêmes

observées sont dues à la panique boursière du système étant donné les évènements de crise du moment (voir *supra*, Chapitre 3, Section 1).

La troisième période est, elle, marquée par des valeurs de *MES* d'un niveau comparable à la première période, bien que légèrement plus volatile. Elle est caractérisée par des valeurs moyennes de *MES* plus fortes en 2011 (-1,46%) et 2014 (-1,42%). Par ailleurs, nous pouvons observer deux valeurs extrêmes de *MES* au cours de cette période. Le 30 mars 2010 (+9%) ne suit pas la tendance du système « en crise » et pourrait représenter un rapprochement entre Exmar et Exelarate Energy L.P. qui veulent combiner leur savoir faire (Exmar, 2011) ; le 15 octobre 2014 (-8%) suit lui la tendance du système suite aux mauvais indicateurs européens et les craintes par rapport à la crise de la dette grecque (voir *supra*, Chapitre 3, Section 1). Par ailleurs, le rendement de -15% d'Exmar lorsque le système est « normal » le 30 janvier 2015 pourrait s'expliquer par la publication de ses résultats annuels en forte baisse (L'Écho, 2015a).


Évolution de la mesure de MES non paramétrique de l'entreprise Exmar au cours du temps
Marginal Expected Shortfall (%)
Date
Source : Base de données Macrobonds ®
& code via R-commander
Exmar
MES deExmar
Moyenne 2006 -0,18%
Moyenne 2007 -1,05%
Moyenne 2008 -1,23%
Moyenne 2009 -1,37%
Moyenne 2010 -0,96%
Moyenne 2011 -1,46%
Moyenne 2012 -0,68%
Moyenne 2013 -0,92%
Moyenne 2014 -1,42%
Moyenne 2015 -1,03%
Moyenne totale -1,03%

Annexe 3.2.3 : Fluxys Belgium

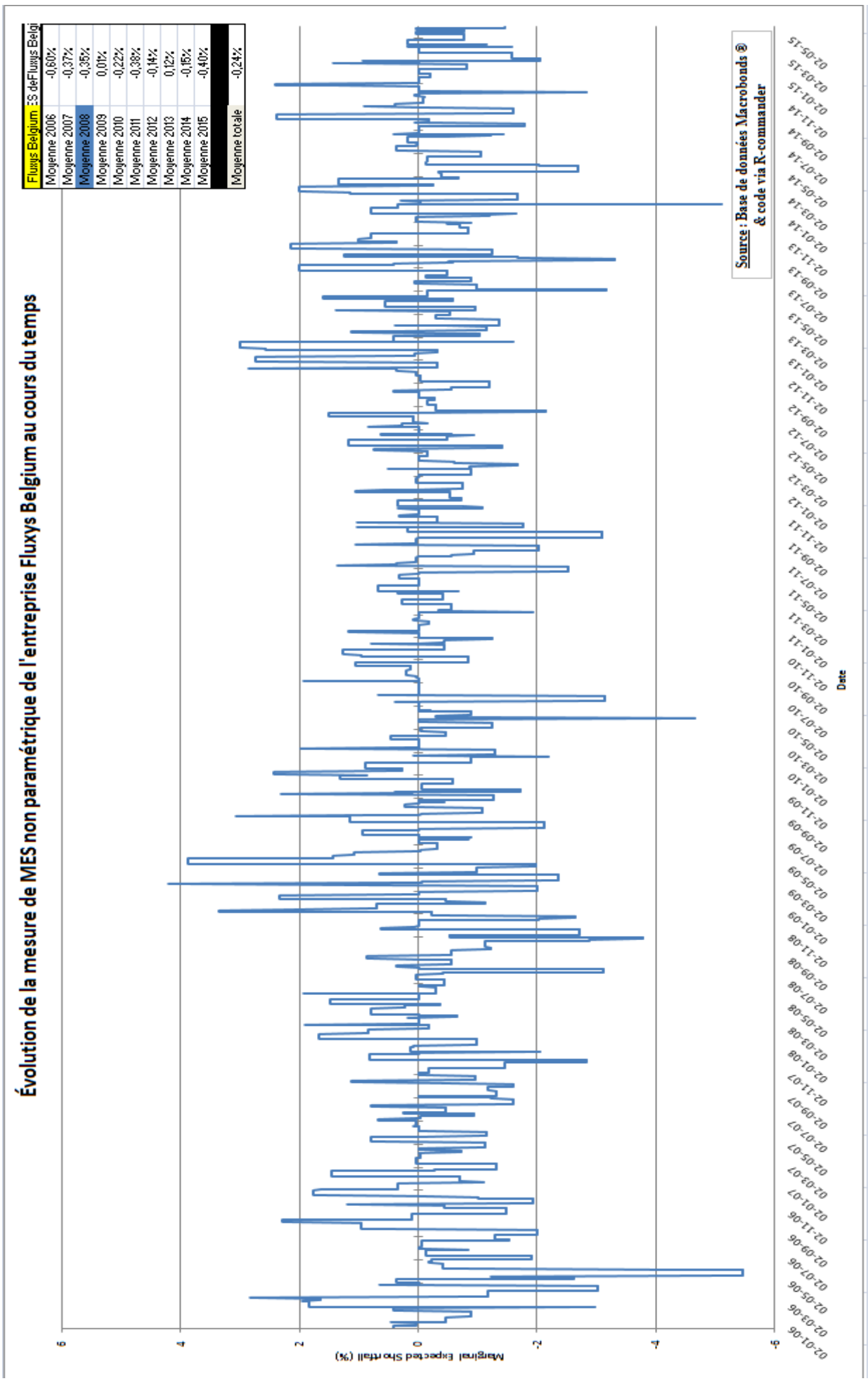
De manière générale, les rendements de **Fluxys Belgium** lorsque le système est dans son état « normal » sont de 0,01% alors que ceux si le système était « en crise » seraient de -0,24%. Cela signifie que si l'entreprise avait vécu sous le système en crise entre 2006 et mi-2015, elle aurait dû espérer **perdre 0,24% de valeur dans ses rendements**. Les valeurs journalières générées de *MES* varient entre -2% et 2%, avec des pics réguliers de volatilité entre -4% et +4%. À partir du graphique de l'évolution des valeurs de *MES* de Fluxys Belgium au cours du temps et des moyennes annuelles des valeurs de *MES* (voir *infra*), nous pouvons mettre en évidence les **trois mêmes périodes observées** pour les rendements du système, bien qu'elles soient moins distinctes que pour les deux premières entreprises : la période avant crise, la période relative à la crise des *subprimes* et la période après crise.

La première période est marquée par des petites valeurs de *MES*, avec une volatilité comprise en -2% et 2%, une valeur moyenne de *MES* maximale en 2006 (-0,60%) ainsi que deux valeurs extrêmes dans les valeurs de *MES*. La première est le 24 mars 2006 avec +3% et pourrait correspondre aux rumeurs concernant la cession de Fluxys Belgium par Engie (ex-GDF Suez) suite à leur possible entrave à la concurrence mentionnée par le CREG (L'OBS Économie, 2006) ; cette valeur extrême ne suit donc pas la tendance du système « en crise ». La seconde est le 22 mai 2006 de -8% : celle-ci suit la tendance du système qui est assez volatile à cette période (voir *supra*, Chapitre 3, Section 1) mais le fait qu'elle subisse cette tendance de manière plus forte pourrait s'expliquer par la visite le 18 mai des services de la concurrence pour l'inspection de l'entreprise (ainsi que celle de Distrigaz, toutes deux filiales d'Engie), suspectées d'avoir violé les règles européennes de la concurrence (Condijts, 2006). Nous pouvons de plus mentionner que l'entreprise a ressenti la chute de la bourse de Shanghai le 27 février 2007 (-3%) tout comme le système (voir *supra*, Chapitre 3, Section 1). Par ailleurs, la valeur extrême dans les rendements de Fluxys Belgium lorsque le système est « normal » le 11 septembre 2006 de +7,5% pourrait s'expliquer par l'annonce du transfert de Distrigaz vers Fluxys Belgium des activités de transit du gaz naturel (L'Écho, 2006) ; c'est pourquoi cette hausse des rendements n'est pas à mettre en relation avec les rendements du système.

La deuxième période est presque aussi volatile dans les valeurs de *MES* que la précédente, avec une valeur moyenne maximale de -0.35% en 2008 sur cette période (qui est cependant plus faible que les deux valeurs moyennes de *MES* de la période précédente). Nous observons

plusieurs valeurs extrêmes dans les valeurs de *MES*. Celles qui ont des valeurs négatives (surtout en 2008) s'expliquent, comme pour le système, par la crise financière des *subprimes* (voir *supra*, Chapitre 3, Section 1). Cependant, nous observons également cinq valeurs qui sont supérieures à +2% (surtout en 2009) et qui vont donc à l'encontre de la tendance du marché « en crise » à ces dates-là. Par exemple, le pic du 7 janvier 2009 de +3,5% pourrait correspondre à la grosse hausse de la consommation de gaz suite à la vague de froid en Belgique (Condijts, 2009) ; ou celui du 13 mai 2009 de +4% pourrait faire suite à la publication des faits marquants depuis le début de l'année - dont la crise financière - et leur impact sur la situation financière de Fluxys Belgium qui s'en sort relativement bien (Fluxys, 2009). Bien que ces valeurs de *MES* soient positives à ces dates-là, cela ne veut pas dire que l'entreprise résisterait mieux à la crise ; l'évènement du 13 mai nous rappelle ainsi que l'entreprise subit bien la crise financière. Ces valeurs positives nous disent simplement qu'aux dates où le système était le plus « en crise » (calculé par la *Value-at-Risk* du système sur les 10 derniers jours), l'entreprise a mieux réagi que le système à ces dates et pour les raisons mentionnées. Par ailleurs, en observant les rendements de l'entreprise lorsque le système est « normal », nous observons un rendement extrême au 17 avril 2009 (+9%) qui correspond au cours de l'action le plus haut de l'entreprise en 2009 (Fluxys, 2010), qui n'a donc aucun lien avec le système.

La troisième période est elle marquée par des valeurs de *MES* similaires aux deux précédentes, par des valeurs moyennes plus fortes en 2011 (-0,38%) et 2015 (-0,40%) et par l'observation de deux valeurs de *MES* supérieures à -4%. Celle du 31 mai 2010 (-4,5%) semble suivre la tendance du système en difficulté à cette période avec plusieurs réactions boursières entre 2010 et 2011 (voir *supra*, Chapitre 3, Section 1). Celle du 18 février 2014 de -5% suit la tendance du système « en crise » et pourrait être expliquée par la publication par Fluxys d'une baisse de la consommation de gaz de 14% l'hiver passé (L'Avenir, 2014). Par ailleurs, nous observons plusieurs rendements extrêmes de l'entreprise lorsque le système est « normal » ; ceux-ci sont indépendants de la tendance du système. Celui du 12 mars 2012 de +9% pourrait correspondre à l'annonce d'un dividende de 600 euros (Le Soir, 2012). Celui du 10 mai 2012 (-15%) pourrait correspondre à la division de son action par 100 le jour d'avant afin de la rendre plus abordable et plus liquide (Fluxys, 2012). Enfin, le dernier est celui du 24 mars 2015 (+5%) qui pourrait correspondre au rachat, avec son équivalent espagnol Enagas, de Swedas, leur équivalent dans le sud de la Suède (L'Écho, 2015b).


Évolution de la mesure de MES non paramétrique de l'entreprise Fluxys Belgium au cours du temps
Fluxys Belgium ES deFluxys Belgi
Moyenne 2006 -0,60%
Moyenne 2007 -0,37%
Moyenne 2008 -0,35%
Moyenne 2009 0,01%
Moyenne 2010 -0,22%
Moyenne 2011 -0,38%
Moyenne 2012 -0,14%
Moyenne 2013 0,12%
Moyenne 2014 -0,15%
Moyenne 2015 -0,40%
Moyenne totale -0,24%
Source : Base de données Macrobonds ® & code via R-commander
Marginal Expected Shortfall (%)
Date

Annexe 3.2.4 : Hamon Group

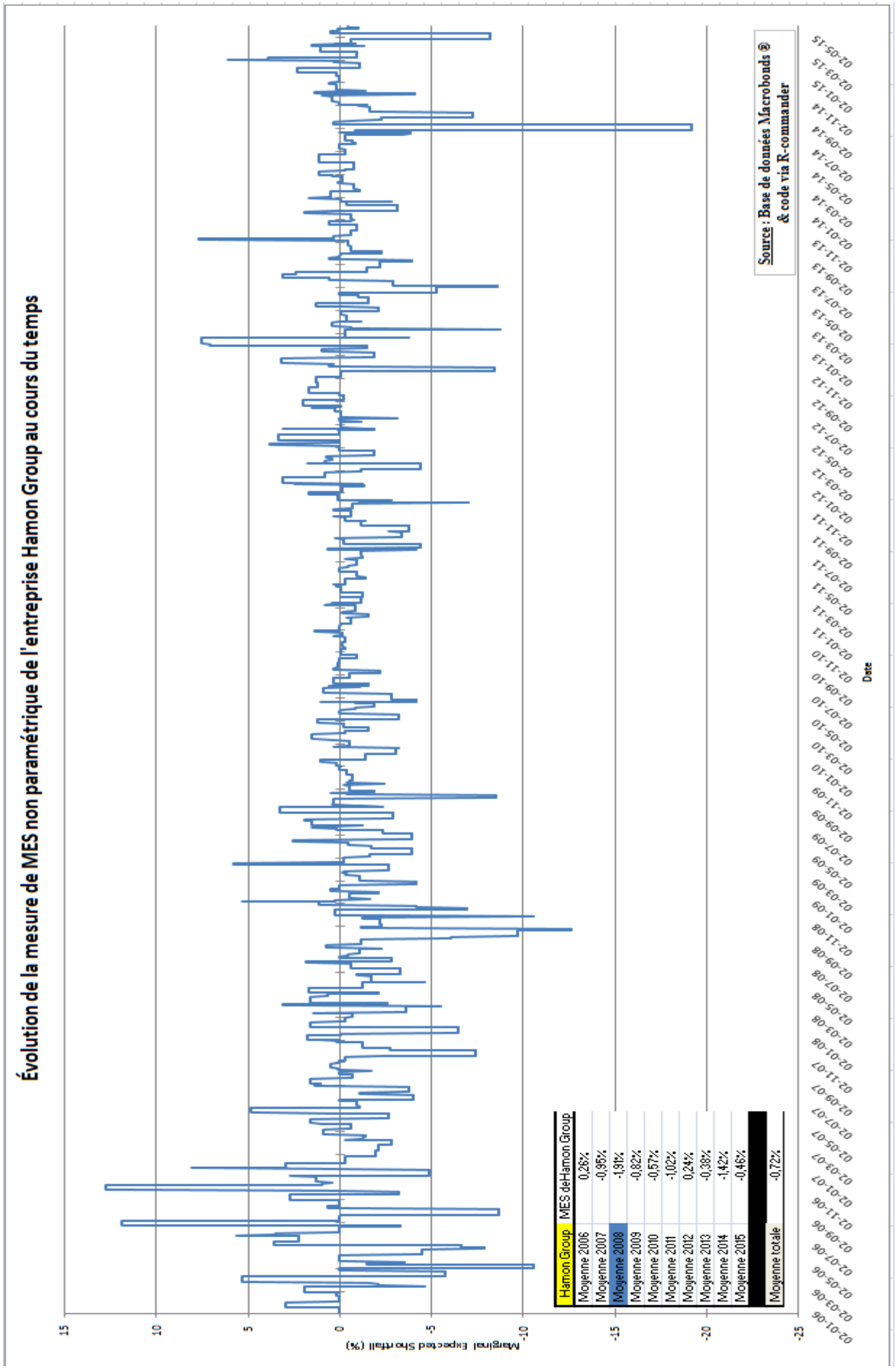
De manière générale, les rendements de **Hamon Group** lorsque le système est dans son état « normal » sont de +0,02% (comme ceux du système) alors que ceux si le système était « en crise » seraient de -0,72%. Cela signifie que si l'entreprise avait vécu sous le système en crise durant la période 2006 à mi-2015, elle aurait dû **espérer perdre 0,72% de valeur dans ses rendements**. Les valeurs journalières générées de *MES* varient entre -5% et +5%, avec des valeurs extrêmes entre -20% et +13%. À partir du graphique de l'évolution des valeurs de *MES* d'Hamon Group au cours du temps et des moyennes annuelles des valeurs de *MES* (voir *infra*), nous pouvons mettre en évidence les **trois mêmes périodes** observées pour les rendements du système : la période avant crise, la période relative à la crise des *subprimes* et la période après crise.

La première période est marquée par une volatilité assez élevée des valeurs de *MES* avec l'observation de quatre valeurs extrêmes et par une valeur moyenne maximum de *MES* de -0,95% en 2007 pour cette période. Nous observons les quatre valeurs extrêmes en 2006 : deux positives et deux négatives. Les deux positives, qui ne suivent pas la tendance du système « en crise », sont observables le 25 aout avec +12% et le 27 novembre avec +13% et pourraient être expliquées par la meilleure année que l'entreprise a vécue sur toute son existence en termes de rendement (+0,58%), chiffre d'affaire et croissance (Hamon Group, 2007). Durant cette période de novembre 2006, nous pouvons rajouter que l'entreprise a procédé à l'une de ses dix augmentations de capital de l'année, suite à l'évènement du 5 avril (voir *infra*) et celles-ci ont très bien fonctionné (meilleure croissance du prix boursier sur le marché de l'Euronext en 2006), même si nous observons un rendement lorsque le système est « normal » de -17% quinze jours avant celle du 27 novembre. Les deux pics négatifs sont eux le 03 mai 2006 avec -10,5% et le 22 septembre 2006 avec -9% ; ils ont suivi la tendance du système à la baisse (voir *supra*, Chapitre 3, Section 1) mais d'une manière bien plus forte. Par ailleurs, une valeur extrême dans les rendements de l'entreprise lorsque le système est « normal » est frappante : le 05 avril 2006 avec +51% ; elle pourrait s'expliquer par la signature d'une convention de financement « mezzanine » junior avec un banquier du pool bancaire pour un montant de 11 millions d'euros (Hamon Group, 2007), c'est pourquoi elle n'a aucun lien avec le système.

La deuxième période est plus volatile que la précédente en termes de moyenne des valeurs de *MES* (dont celle en 2008 de -1,91%) mais elle est caractérisée par des valeurs extrêmes

moins fortes, bien que nous soyons en présence de la crise financière (voir *supra*, Chapitre 3, Section 1). Nous observons quatre pics de volatilité dans les valeurs de *MES* : le 6 octobre (-10%) et le 21 octobre 2008 (-12,5%) suivent la tendance du système liée à crise des *subrpimes* et les craintes sur les banques européennes (voir *supra*, Chapitre 3, Section 1) ; le 26 novembre 2008 (-10,5%) et le 9 octobre 2009 (-8,5%) suivent également la tendance du système durant la crise financière mais de manière plus forte.

La troisième période est, elle, marquée par des valeurs de *MES* un peu moins volatiles comparées à la période précédente, mais avec de plus grandes valeurs extrêmes, de manière similaire à la première période. Au niveau des valeurs moyennes de *MES*, celles de 2011 (-1,02%) et de 2014 (-1,42%) sont les plus importantes. Parmi les pics de volatilité dans les valeurs de *MES* observés, tous sauf deux sont négatifs : aux dates où le système est « en crise », l'entreprise aurait subi des pertes dans ses rendements. Les pics de volatilité de *MES* positifs sont eux liés à l'entreprise et non au système « en crise » ; par exemple, celui du 4 février 2013 de +7,5% pourrait être expliqué par le gros contrat obtenu par la filiale turque de l'entreprise avec le plus grand producteur d'énergie non gouvernemental en Turquie (Hamon Group, 2013a). Les pics de volatilité des valeurs *MES* négatives sont eux multiples entre fin 2012 et milieu 2014 et sont expliqués par une rentabilité qui n'est pas au niveau attendu dans le contexte économique difficile (Hamon Group, 2013b), malgré une reprise mesurée en 2013 (Hamon Group, 2014a) et 2014 (Hamon Group, 2015). La plus importante valeur extrême de *MES* est celle du 28 aout 2014 avec -19% ne suit pas la tendance du système (mais bien celle lorsque le système est « en crise » lors du calcul de MES) et pourrait s'expliquer par la publication des résultats semestriels de 2014 ce jour-là, l'entreprise mentionnant qu'elle est incapable de prévoir le futur avec la conjoncture actuelle (Hamon Group, 2014b).


Évolution de la mesure de MES non paramétrique de l'entreprise Hamon Group au cours du temps
Source : Base de données Macrobonds ®
& code via R-commander
Hamon Group
MES deHamon Group
Moyenne 2006
0,26%
Moyenne 2007
-0,95%
Moyenne 2008
-1,91%
Moyenne 2009
-0,82%
Moyenne 2010
-0,57%
Moyenne 2011
-1,02%
Moyenne 2012
0,24%
Moyenne 2013
-0,38%
Moyenne 2014
-1,42%
Moyenne 2015
-0,46%
Moyenne totale
-0,72%
Marginal Expected Shortfall (%)
Date

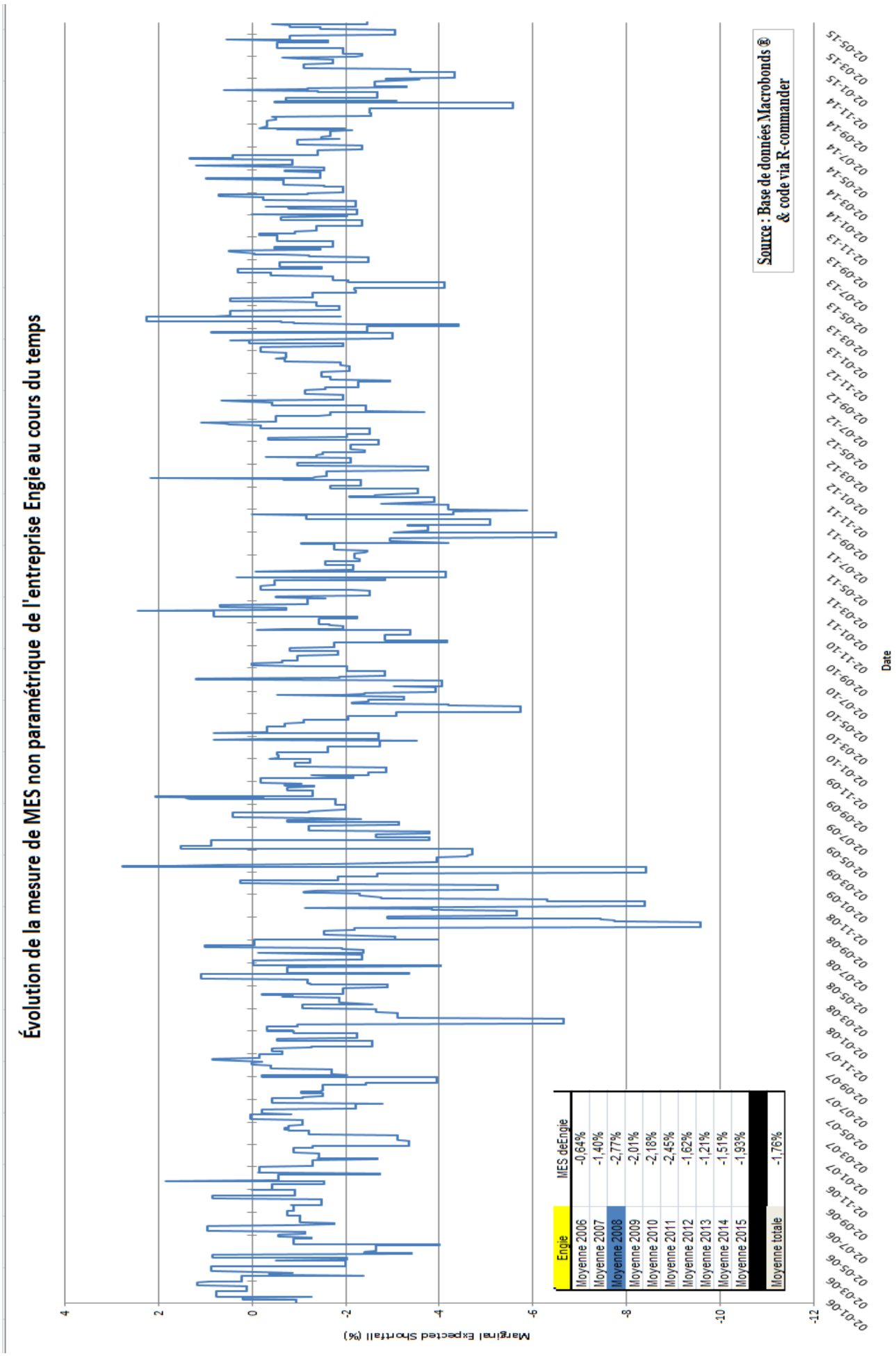
Annexe 3.2.5 : Engie

De manière générale, les rendements d'**Engie** lorsque le système est dans son état « normal » sont de -0,01% alors que ceux si le système était « en crise » (*MES*) seraient de -1,76%. Cela signifie que si l'entreprise avait vécu sous le système « en crise » durant la période 2006 à mi-2015, elle aurait dû **espérer perdre 1,76% de valeur dans ses rendements**. Les valeurs journalières générées de *MES* varient en moyenne entre -4% et 2%, avec des valeurs extrêmes jusqu'à -9,5%. À partir du graphique de l'évolution des valeurs de *MES* d'Engie au cours du temps et des moyennes annuelles des valeurs de *MES* (voir *infra*), nous pouvons mettre en évidence les **trois mêmes périodes** observées pour les rendements du système : la période avant crise (2006-2007), la période relative à la crise des *subprimes* (2008-2009) et la période après crise (2010-mi-2015).

La première période est marquée par des petites valeurs de *MES* dont la valeur moyenne en 2007 est la plus élevée pour cette période (-1,40%), avec des volatilités des valeurs de *MES* comprises entre -4% et +2% et sans pic de volatilité particulier. Nous pouvons simplement mentionner qu'elle suit la tendance du système entre mai et juin 2006 (jusqu'à -4%) avec une hausse des taux d'intérêt et celle en aout 2007 suite aux premiers effets de la crise des *subprimes* (voir *supra*, Chapitre 3, Section 1).

La deuxième période est beaucoup plus volatile dans les valeurs de *MES* que la première, avec notamment une valeur moyenne de -2,77% en 2008 et -2,01% en 2009. De plus, nous observons quatre valeurs extrêmes négatives dans les valeurs de *MES* qui suivent la tendance du système (voir *supra*, Chapitre 3, Section 1). La première s'observe le 21 janvier 2008 avec un pic à -6,5% et correspond au « *Black Monday* » du marché boursier. La deuxième s'observe le 6 octobre 2008 avec un pic de -9,5% qui s'explique par le même contexte de crise financière pour le système, et plus particulièrement un krach boursier suite aux craintes par rapport aux bourses européennes ; les rendements de l'entreprise lorsque le système est « normal » le 09 octobre en ressentaient encore plus les effets (-14%) suite à l'annonce du ministre belge de l'énergie Paul Magnette du plafonnement du prix de l'électricité, mais ils ont rebondi à +22% le 13 octobre malgré le maintien de cette annonce (l'OBS Économie, 2008a). Les deux autres pics qui s'observent le 1er décembre 2008 et le 2 mars 2009 avec une volatilité de -8,5% s'expliquent respectivement par la baisse des bourses européennes en décembre 2008 et asiatiques en mars 2009, ressenties par le système (voir *supra*, Chapitre 3, Section 1).

La troisième période est, elle, marquée par des valeurs de *MES* plus volatiles que la première période mais moins volatiles que la deuxième (entre -6% et 2%) et avec une valeur moyenne de *MES* maximale en 2011 (-2,45%). Nous observons quatre pics de volatilité négatifs dans les valeurs de *MES* au cours de cette période qui suivent la tendance du système (voir *supra*, Chapitre 3, Section 1). Le premier le 07 mai 2010 de -6% correspond à la période de « *Flash Crash* » du système suite aux crises grecque, espagnole et portugaise. Le deuxième le 18 aout 2011 (-6,5%) est marqué par la tendance du système suite aux indicateurs économiques pessimistes des États-Unis. Le troisième le 31 octobre 2011 (-6%) suit la tendance du système avec la crise de la dette européenne mais pourrait, en plus, s'expliquer par la volonté du gouvernement belge de fermer les centrales nucléaires progressivement à partir de 2015 (Le Soir, 2011). Enfin, le dernier le 15 octobre 2014 correspond à la publication d'indicateurs macroéconomiques américains et les craintes concernant la crise de la dette, observables dans les rendements du système (voir *supra*, Chapitre 3, Section 1). Par ailleurs, l'observation des rendements de l'entreprise lorsque le système est « normal » met en avant la date du 6 décembre 2012, avec un rendement extrême de -12% qui pourrait correspondre à l'annonce par l'entreprise d'un recul probable de ses résultats en 2013 et 2014 suite à la crise européenne concernant la demande en électricité et gaz (L'OBS Économie, 2012).


Évolution de la mesure de MES non paramétrique de l'entreprise Engie au cours du temps
Marginal Expected Shortfall (%)
Date
Source : Base de données Macrobonds ® & code via R-commander
Engie | MES deEngie
Moyenne 2006 | -0,64%
Moyenne 2007 | -1,40%
Moyenne 2008 | -2,77%
Moyenne 2009 | -2,01%
Moyenne 2010 | -2,18%
Moyenne 2011 | -2,45%
Moyenne 2012 | -1,62%
Moyenne 2013 | -1,21%
Moyenne 2014 | -1,51%
Moyenne 2015 | -1,93%
Moyenne totale | -1,76%

Annexe 3.2.6 : EDF

De manière générale, les rendements d'**EDF** lorsque le système est dans son état « normal » sont de -0,01% alors que ceux si le système était « en crise » (*MES*) seraient de -1,48%. Cela signifie que si l'entreprise avait vécu sous le système en crise durant la période 2006 à mi-2015, elle aurait dû **espérer perdre 1,48% de valeur dans ses rendements**. Les valeurs journalières générées de *MES* varient entre -4% et +2%, avec des valeurs extrêmes entre -10% et +5%. À partir du graphique de l'évolution des valeurs de *MES* de EDF au cours du temps et des moyennes annuelles des valeurs de *MES* (voir *infra*), nous pouvons mettre en évidence les **trois mêmes périodes** observées pour les rendements du système : la période avant crise, la période relative à la crise des *subprimes* et la période après crise.

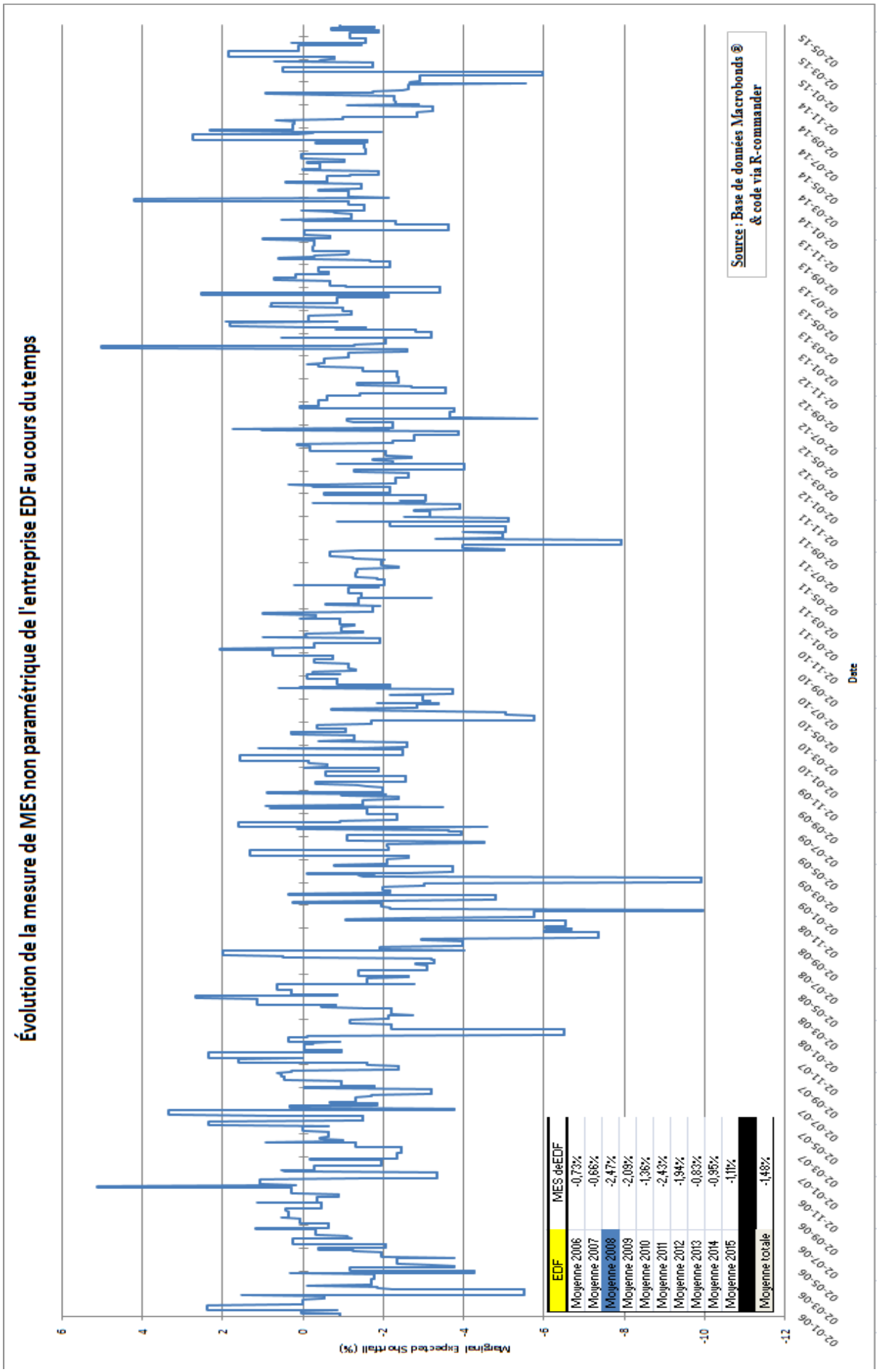
La première période est marquée par des valeurs de *MES* plus volatiles en comparaison avec Engie. Celles-ci sont comprises entre -4% et +3% avec deux pics de volatilité particuliers dans les valeurs de *MES*. Le premier le 28 février 2006 de -5,5% a suivi la tendance du système qui était en difficulté et pourrait avoir été accentué par la menace d'offre publique d'achat (OPA) étrangère qui plane sur l'entreprise (Thenard, 2006). Ensuite, le second du 12 décembre 2006 (+5%) ne suit pas la tendance du système « en crise » et pourrait s'expliquer par la poursuite de Commission Européenne des États membres qui n'ouvrent pas leurs marchés de l'énergie (Commission Européenne, 2005).

La deuxième période est plus volatile dans les valeurs de *MES* en comparaison avec la période précédente, avec notamment une valeur moyenne de -2,47% en 2008 et -2,09% en 2009. Nous observons également quatre valeurs extrêmes dans les valeurs de *MES* qui suivent la tendance du système (voir *supra*, Chapitre 3, Section 1). Le premier est le 21 janvier 2008 (-6,5%) et correspond au « *Black Monday* » (krach boursier) suite à la crise financière. De même, le deuxième le 6 octobre 2008 (-7,5%) correspond aux craintes par rapport aux bourses européennes suite à cette crise financière. Les deux autres le 16 décembre 2008 et le 2 mars 2009 de -10% correspondent également à la période de la crise financière, où l'entreprise ressent encore plus celle-ci dans ses rendements.

La troisième période est plus volatile dans les valeurs de *MES* que la première mais moins que la deuxième, avec notamment une valeur moyenne maximale de -2,43% en 2011 pour cette période. Nous observons six pics de volatilité dans les valeurs de *MES*. Le premier du 07 mai 2010 (-6%) suit la tendance du système avec les problèmes liés aux crises grecque, portugaise et espagnole (voir *supra*, Chapitre 3, Section 1). Le deuxième du 18 aout 2011

(-8%) suit également la tendance du système suite à la publication des indicateurs américains et une possible récession américaine (voir *supra*, Chapitre 3, Section 1). Le troisième du 20 juillet 2012 (-6%) suit la tendance du système et l'évolution de la crise de la dette (voir *supra*, Chapitre 3, Section 1) ; cette crise se ressent encore plus dans les rendements de l'entreprise et pourrait s'expliquer par la publication de l'Arrêté tarifaire fixant les Tarifs Réglementés de Vente d'Électricité (EDF, 2013). Le quatrième du 22 janvier 2013 (+5%) ne suit pas la tendance du système en « crise » et pourrait s'expliquer par des émissions d'obligations hybrides en trois devises pour un montant de 6,125 millions d'euros (EDF, 2014). Le cinquième du 19 février 2014 (+4%) ne suit à nouveau pas la tendance du système « en crise » et pourrait correspondre à la volonté de l'entreprise de céder 70% de ses activités éoliennes en Italie (Reuters, 2014). Enfin, le dernier du 20 janvier 2015 (-6%) ne suit pas la tendance du système (mais bien celle lorsque le système est « en crise » lors du calcul de MES) et pourrait s'expliquer par l'attente de confirmation du plan à moyen terme de l'entreprise (2015-2018) par le conseil d'administration, étant donné qu'ils revoient toutes leurs activités pour atteindre cet objectif (ZoneBourse, 2015). Par ailleurs, l'observation des rendements de l'entreprise lorsque le système est « normal » a permis de montrer en plus deux pics de volatilité dans les valeurs des rendements où l'entreprise n'a pas suivi la tendance du système. Le premier du 9 juillet 2013 de +9% pourrait s'expliquer par l'annonce du gouvernement que les tarifs réglementés de l'électricité augmenteraient de 5% en aout 2013 et à nouveau de 5% en aout 2014 (Albertini, 2013) ; cependant, la Ministre de l'écologie, du développement durable et de l'énergie Ségolène Royal a annoncé le 19 juin 2014 (-8%) que cette hausse de 5% des tarifs ne sera finalement appliquée en 2014, faisant baisser les rendements espérés de la société (Cosnard, 2014).

114.


Évolution de la mesure de MES non paramétrique de l'entreprise EDF au cours du temps
Source : Base de données Macrobonds ® & code via R-commander
Marginal Expected Shortfall (%)
Date
EDF
MES deEDF
Moyenne 2006 -0,73%
Moyenne 2007 -0,68%
Moyenne 2008 -2,47%
Moyenne 2009 -2,09%
Moyenne 2010 -1,36%
Moyenne 2011 -2,43%
Moyenne 2012 -1,94%
Moyenne 2013 -0,83%
Moyenne 2014 -0,95%
Moyenne 2015 -1,11%
Moyenne totale -1,48%

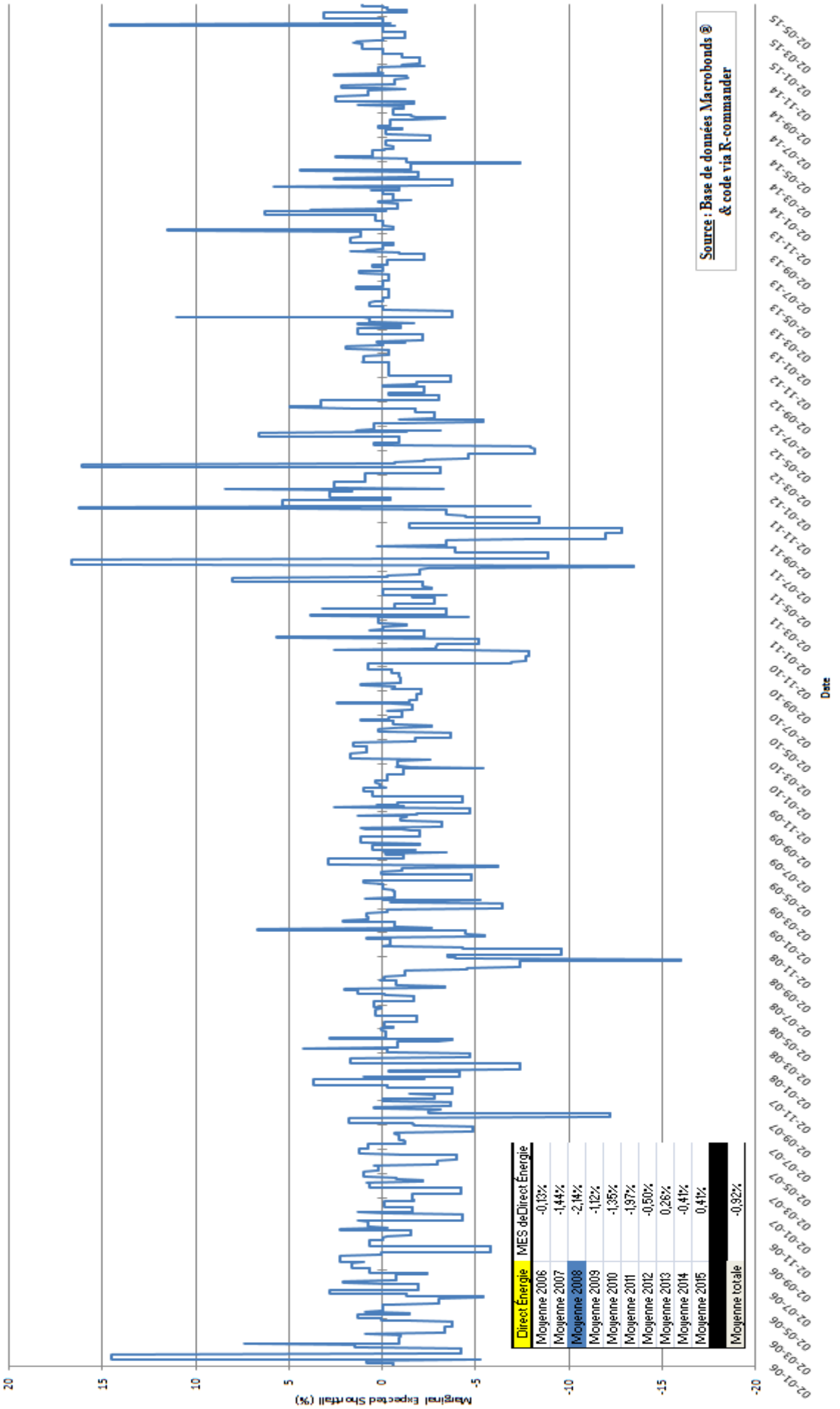
Annexe 3.2.7 : Direct Énergie

De manière générale, les rendements de **Direct Énergie** lorsque le système est dans son état « normal » sont de -0,01% alors que ceux si le système était « en crise » (*MES*) seraient de -0,92%. Cela signifie que si l'entreprise avait vécu sous le système en crise durant la période 2006 à mi-2015, elle aurait dû **espérer perdre -0,92% de valeur dans ses rendements**. Les valeurs journalières générées de *MES* varient entre -5% et +5%, avec des pics de volatilité dans les valeurs de *MES* entre -16% et +16%. À partir du graphique de l'évolution des valeurs de *MES* de Direct Énergie au cours du temps et des moyennes annuelles des valeurs de *MES* (voir *infra*), nous pouvons mettre en évidence les **trois mêmes périodes** observées pour les rendements du système : la période avant crise, la période relative à la crise des *subprimes* et la période après crise.

La première période est marquée par des valeurs de *MES* assez stables comparées à l'entreprise précédente, comprises entre -5% et +5%, avec une valeur moyenne annuelle maximale de -1,44% en 2007 pour cette période et avec l'observation de deux pics de volatilité dans les valeurs de *MES*. Le premier le 18 janvier 2006 de +14,5% ne suit pas la tendance du système « en crise » et pourrait s'expliquer par la publication à cette date de la directive du Parlement européen et du Conseil concernant des mesures visant à garantir la sécurité de l'approvisionnement en électricité et les investissements dans les *infra*structures (Eur-Lex, 2005). Le second le 24 septembre 2007 de -12% s ne suit pas la tendance du système (mais bien celle lorsque le système est « en crise » lors du calcul de MES) et pourrait s'expliquer par la divulgation une semaine plus tôt de la perte nette de 21,4 millions d'euros au premier semestre 2007 de l'entreprise étant donné l'hiver doux de l'année précédente (L'OBS Économie, 2007d).

La deuxième période est marquée par des valeurs de *MES* plus volatiles en comparaison avec la précédente, comprises entre -5 et +5%, avec une valeur moyenne maximale de -2,14% de *MES* en 2008 et une volatilité dans les valeurs de *MES* comprise entre -15% et +6%. Nous observons pour cette période une valeur extrême de *MES* : le 21 octobre 2008 de -15% (précédée d'un plus petit pic le 6 octobre de -7,5%) qui correspond aux fortes baisses sur les marchés boursiers européens suite à la crise financière (voir *supra*, Chapitre 3, Section 1). Il existe également de nombreuses valeurs de *MES* autour de -5% qui correspondent toutes à la période de volatilité extrême du système suite à la crise financière (voir *supra*, Chapitre 3, Section 1).

La troisième période est, elle, marquée des valeurs de *MES* plus volatiles que la première période, mais moins volatiles que la seconde, même si nous observons de plus grandes valeurs extrêmes dans les valeurs de *MES* (entre -10% et +10%). La valeur moyenne maximale de *MES* de la période s'observe en 2011 (-1,97%). Ces valeurs extrêmes s'observent entre juillet 2011 et mai 2012 : en plus de suivre la tendance du système assez volatile en 2011 suites aux mauvaises nouvelles sur le marché américain (voir *supra,* Chapitre 3, Section 1), ces valeurs extrêmes pourraient trouver leur origine dans la fusion des entreprises Poweo et Direct Énergie le 11 juillet 2012 (Direct Énergie, 2012), ayant amené beaucoup de spéculations dans les médias et les bourses concernant l'avenir de ces deux instituions. Ensuite, nous observons plusieurs valeurs extrêmes positives avril 2013, novembre 2013 (+11,5%) et avril 2015 (+15%) : elles ne suivent pas la tendance du système « en crise » et sont relatives à l'entreprise, comme par exemple celle du 4 avril 2013 (+11%) qui pourrait s'expliquer par l'annonce d'un retour aux bénéfices en 2012 (Reuters, 2013). Par ailleurs, lors de l'observation des rendements de l'entreprise lorsque le système est « normal », nous observons un pic de rentabilité de plus de 50% le 27 juin 2011 qui pourrait s'expliquer par les rumeurs de rachat de l'entreprise par Enel et ENI, deux géants de l'électricité italien (Le Figaro Économie, 2011).


Évolution de la mesure de MES non paramétrique de l'entreprise Direct Énergie au cours du temps
Marginal Expected Shortfall (%)
Date
Source : Base de données Macrobonds ® & code via R-commander
Direct Énergie | MES deDirect Énergie
Moyenne 2006 -0,13%
Moyenne 2007 -1,44%
Moyenne 2008 -2,14%
Moyenne 2009 -1,12%
Moyenne 2010 -1,35%
Moyenne 2011 -1,97%
Moyenne 2012 -0,50%
Moyenne 2013 0,26%
Moyenne 2014 -0,41%
Moyenne 2015 0,41%
Moyenne totale -0,92%

Annexe 3.2.8 : ENI

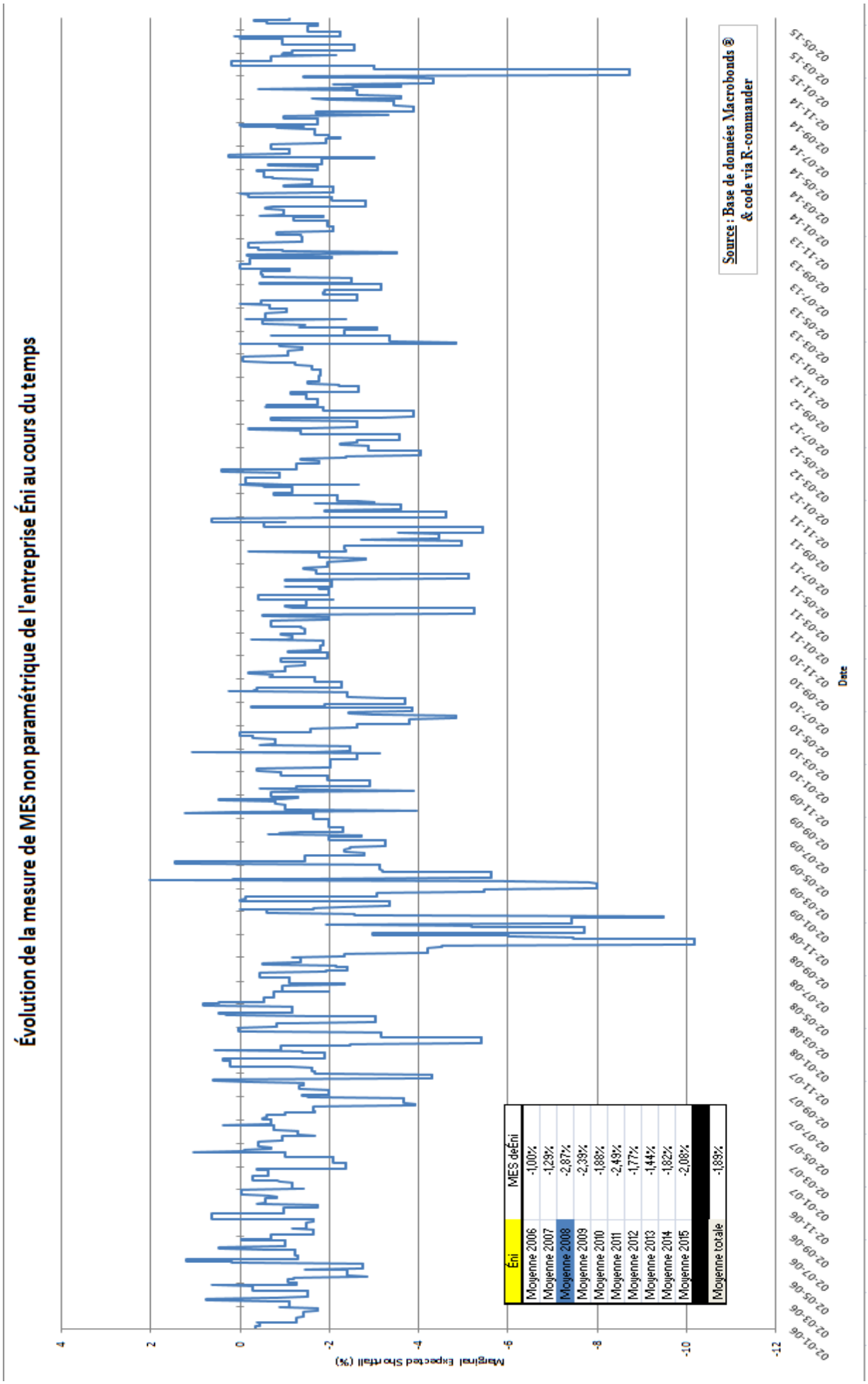
De manière générale, les rendements d'**ENI** lorsque le système est dans son état « normal » sont de -0,01% alors que ceux si le système était en crise (*MES*) seraient de -1,89%. Cela signifie que si l'entreprise avait vécu sous le système en crise durant la période 2006 à mi-2015, elle aurait dû **espérer perdre 1,89% de valeur dans ses rendements**. Les valeurs journalières générées de *MES* varient entre -4% et +2%, avec des pics jusqu'à -10%. À partir du graphique de l'évolution des valeurs de *MES* d'ENI au cours du temps et des moyennes annuelles des valeurs de *MES* (voir *infra*), nous pouvons mettre en évidence les **trois mêmes périodes** observées pour les rendements du système : la période avant crise, la période relative à la crise des *subprimes* et la période après crise.

La première période est marquée par des valeurs de *MES* entre -4% et +2%, avec une valeur moyenne annuelle maximale de -1,29% en 2007. De plus, nous observons deux valeurs extrêmes dans ces valeurs de *MES*. Celle du 16 aout 2007 (-4%) suit la tendance du système et s'explique par les premiers effets de la crise. Par contre, celle du 22 octobre 2007 (-4%) ne suit pas la tendance du système (mais bien celle lorsque le système est « en crise » lors du calcul de *MES*) et pourrait s'expliquer par la distribution d'un dividende de l'entreprise (ENI, 2014).

La deuxième période est marquée par des valeurs de *MES* beaucoup plus volatiles que la période précédente, avec des moyennes annuelles de -2,87% en 2008 et -2,39% en 2009. La volatilité dans les valeurs de *MES* est comprise en moyenne entre -6% et +2% avec des pics jusqu'à -10%. Nous observons quatre valeurs extrêmes dans les valeurs de *MES* qui suivent la tendance du système suite à la crise des *subprimes* (voir *supra*, Chapitre 3, Section 1). Ceux-ci sont observables le 6 octobre 2008 (-10%) qui représente les grandes craintes sur les bourses européennes ; le 16 décembre 2008 (-9,5%) ; le 2 mars 2009 (-8%) qui correspond à la baisse des bourses asiatiques et ses effets sur les bourses mondiales ; et le 30 mars 2009 (-5,5%) qui coïncide à une nouvelle forte chute des bourses mondiales vu la conjoncture de l'époque (voir *supra*, Chapitre 3, Section 1). Par ailleurs, l'observation des rendements de l'entreprise lorsque le système est « normal » met en lumière une valeur extrême de -8% le 31 juillet 2009 ; celle-ci ne suit pas la tendance du système et pourrait s'expliquer par la publication par ENI d'une chute de 60% de son bénéfice net ajusté au cours du deuxième trimestre 2009 (Reuters, 2009).

La troisième période est, elle, marquée par des valeurs de *MES* moins volatiles que la précédente période mais plus volatiles que la première, avec des valeurs moyennes annuelles maximales de -2,49% en 2011 et de -2,08% en 2015. Concernant les pics de volatilité dans les valeurs de *MES*, nous observons tout d'abord une période plus volatile la deuxième partie de l'année 2011 avec 4 pics de -5%, ce qui correspond à la tendance du système suite à la crise de la dette européenne et notamment le cas grec (voir *supra*, Chapitre 3, Section 1). Celui du 30 janvier 2013 (-5%) ne suit pas la tendance du système (mais bien celle lorsque le système est « en crise » lors du calcul de *MES*) et pourrait s'expliquer par la chute spectaculaire d'une filiale de l'entreprise (Saipem) qui plonge suite à un avertissement sur résultats spectaculaires (Tison, 2013). Enfin, celui du 5 janvier 2015 suit la tendance du système qui subit toujours la crise grecque qui persiste, avec pour ce jour-là la pire performance boursière sur le système choisi ; de plus, nous pouvons mettre en avant un évènement relatif aux entreprises pétrolières : le cours du pétrole descend et ce depuis l'été 2014 (Tison, 2015).

120.


Évolution de la mesure de MES non paramétrique de l'entreprise Éni au cours du temps
Source : Base de données Macrobonds ®
& code via R-commander
Éni
MES deÉni
Moyenne 2006 -1,00%
Moyenne 2007 -1,29%
Moyenne 2008 -2,87%
Moyenne 2009 -2,39%
Moyenne 2010 -1,88%
Moyenne 2011 -2,43%
Moyenne 2012 -1,77%
Moyenne 2013 -1,44%
Moyenne 2014 -1,82%
Moyenne 2015 -2,08%
Moyenne totale -1,89%
Marginal Expected Shortfall (%)
Date

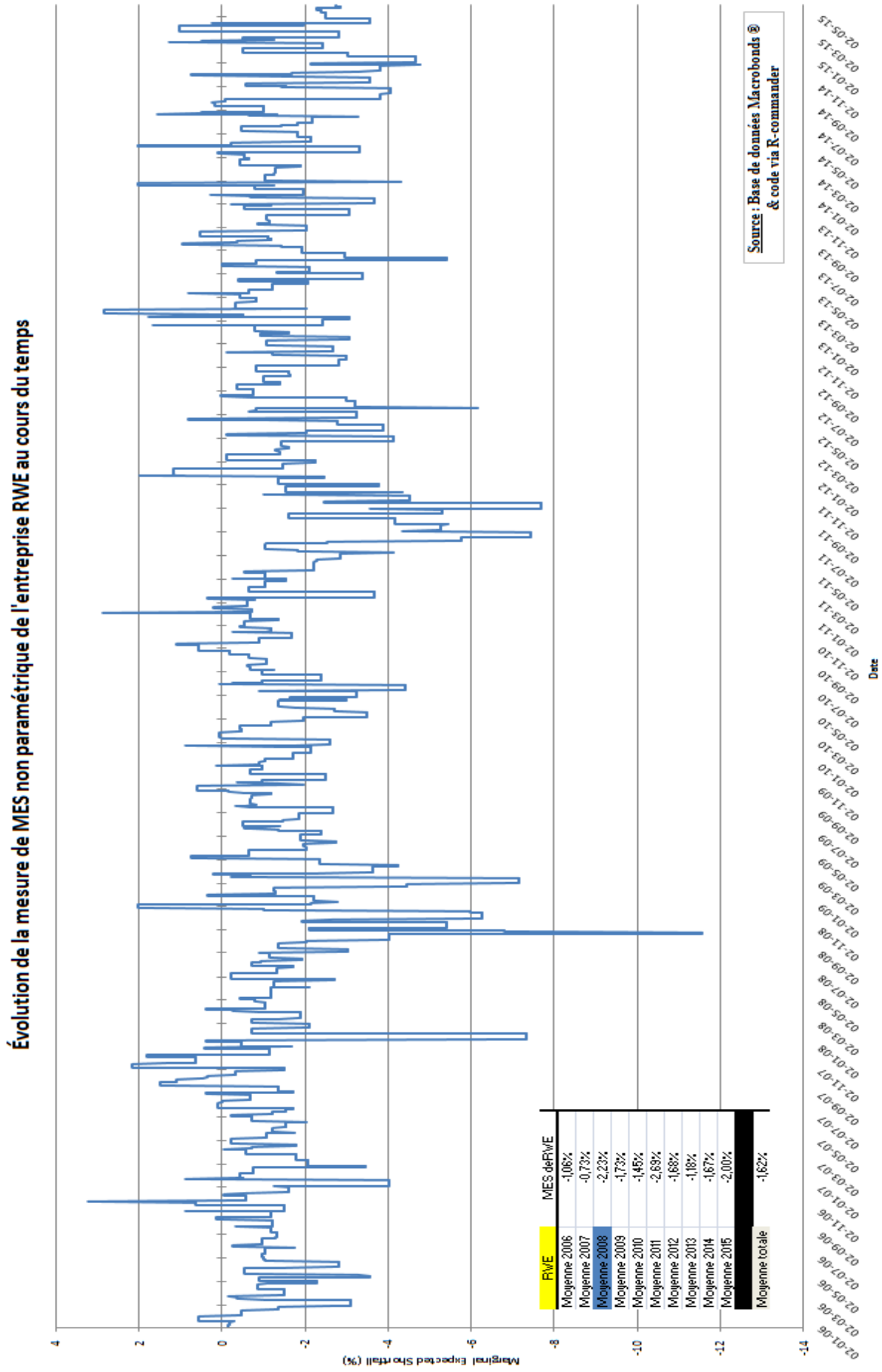
Annexe 3.2.9 : RWE

De manière générale, les rendements de **RWE** lorsque le système est dans son état « normal » sont de -0,04% alors que ceux si le système était « en crise » (*MES*) seraient de -1,62%. Cela signifie que si l'entreprise avait vécu sous le système en crise durant la période 2006 à mi-2015, elle aurait dû **espérer perdre 1,62% de valeur dans ses rendements**. Les valeurs journalières générées de *MES* varient en moyenne entre -4% et +2%, avec des pics de volatilité dans ces valeurs jusqu'à -11,5%. À partir du graphique de l'évolution des valeurs de *MES* de RWE au cours du temps et des moyennes annuelles des valeurs de *MES* (voir *infra*), nous pouvons mettre en évidence les **trois mêmes périodes** observées pour les rendements du système : la période avant crise, celle relative à la crise des *subprimes* et celle après crise.

La première période est marquée par des valeurs de *MES* entre -4% et +2%, avec une valeur moyenne annuelle maximale de -1,06% en 2006. Nous pouvons observer un pic de volatilité dans les valeurs de *MES* de plus de +3% le 24 novembre 2006 : il ne suit pas la tendance du système « en crise » mais pourrait correspondre à la volonté de la partie gazière de l'entreprise de devENIr actionnaire dans la plateforme de *trading* du stockage de gaz (Gasstrategies, 2006b) ; dès lors, c'est un évènement unique à l'entreprise qui n'a aucun lien avec le système.

La deuxième période est elle marquée par des valeurs de *MES* plus volatiles que la période précédente, avec une moyenne annuelle maximale de -2,23% en 2008, une volatilité comprise entre -4% et 2% en moyenne et avec des pics de volatilité jusqu'à -11,5%. Parmi ces pics, le premier est celui du 21 janvier 2008 (-7,5%) qui s'explique par le contexte de la crise financière de 2007-2008 qu'a subi le système et plus précisément par le « *black Monday* » (voir *supra*, Chapitre 3, Section 1). Le deuxième du 24 octobre 2008 de -11,5% suit également la tendance du système, fortement marquée à cette période par la crise financière (voir *supra*, Chapitre 3, Section 1). Le troisième du 2 mars 2009 de -7% suit lui aussi la tendance du système suite à la crise des *subprimes* et la baisse des marchés boursiers asiatiques ainsi que l'influence en bourse en Europe et aux États-Unis(voir *supra*, Chapitre 3, Section 1). Par ailleurs, en analysant les rendements de l'entreprise lorsque le système est « normal », nous remarquons un rendement extrême de -9,5% le 23 avril 2009 qui pourrait s'expliquer par la distribution d'un dividende à cette date-là (RWE, 2007) ; cet évènement est unique à l'entreprise et n'a aucun lien avec le système.

La troisième période est, elle, marquée par des valeurs de *MES* moins volatiles que la période précédente mais plus volatiles que la première, avec des moyennes annuelles maximales de -2,69% en 2011 et -2,00% en 2015. Concernant les pics de volatilité dans les valeurs de *MES*, nous en observons trois. Ceux du 18 aout 2011 et du 1er novembre 2011 (-7,5 %) suivent la tendance du système suite aux mauvaises périodes que vit la bourse avec la crise de la dette en Europe (voir *supra*, Chapitre 3, Section 1). Celui du 20 juillet 2012 (-6%) suit également la tendance du système suite à l'appel à l'aide de l'Espagne lors de la crise de la dette à cette date-là (Huet, 2012). Par ailleurs, l'observation des rendements de l'entreprise lorsque le système est « normal » met en lumière un rendement extrême lors du 19 avril 2013 de près de -9% : celui-ci n'est pas lié au système et pourrait s'expliquer par la distribution d'un dividende à cette date-là (RWE, 2013).


Évolution de la mesure de MES non paramétrique de l'entreprise RWE au cours du temps
Marginal Expected Shortfall (%)
Date
Source : Base de données Macrobonds ® & code via R-commander
RWE
MES deRWE
Moyenne 2006 -1,06%
Moyenne 2007 -0,73%
Moyenne 2008 -2,23%
Moyenne 2009 -1,73%
Moyenne 2010 -1,45%
Moyenne 2011 -2,69%
Moyenne 2012 -1,68%
Moyenne 2013 -1,18%
Moyenne 2014 -1,67%
Moyenne 2015 -2,00%
Moyenne totale -1,62%

Annexe 3.2.10 : General Electric

De manière générale, les rendements de **GE** lorsque le système est dans son état « normal » sont de -0,01% alors que ceux si le système était « en crise » (*MES*) seraient de -1,20%. Cela signifie que si l'entreprise avait vécu sous le système en crise durant la période 2006 à mi-2015, elle aurait dû **espérer perdre -1,20% de valeur dans ses rendements**. Les valeurs journalières générées de *MES* varient entre -3% et +2%, avec des valeurs extrêmes dans les valeurs de *MES* de -14% jusqu'à +13%. À partir du graphique de l'évolution des valeurs de *MES* de GE au cours du temps et des moyennes annuelles des valeurs de *MES* (voir *infra*), nous pouvons mettre en évidence les **trois mêmes périodes** observées pour les rendements du système : la période avant crise, la période relative à la crise des *subprimes* et la période après crise.

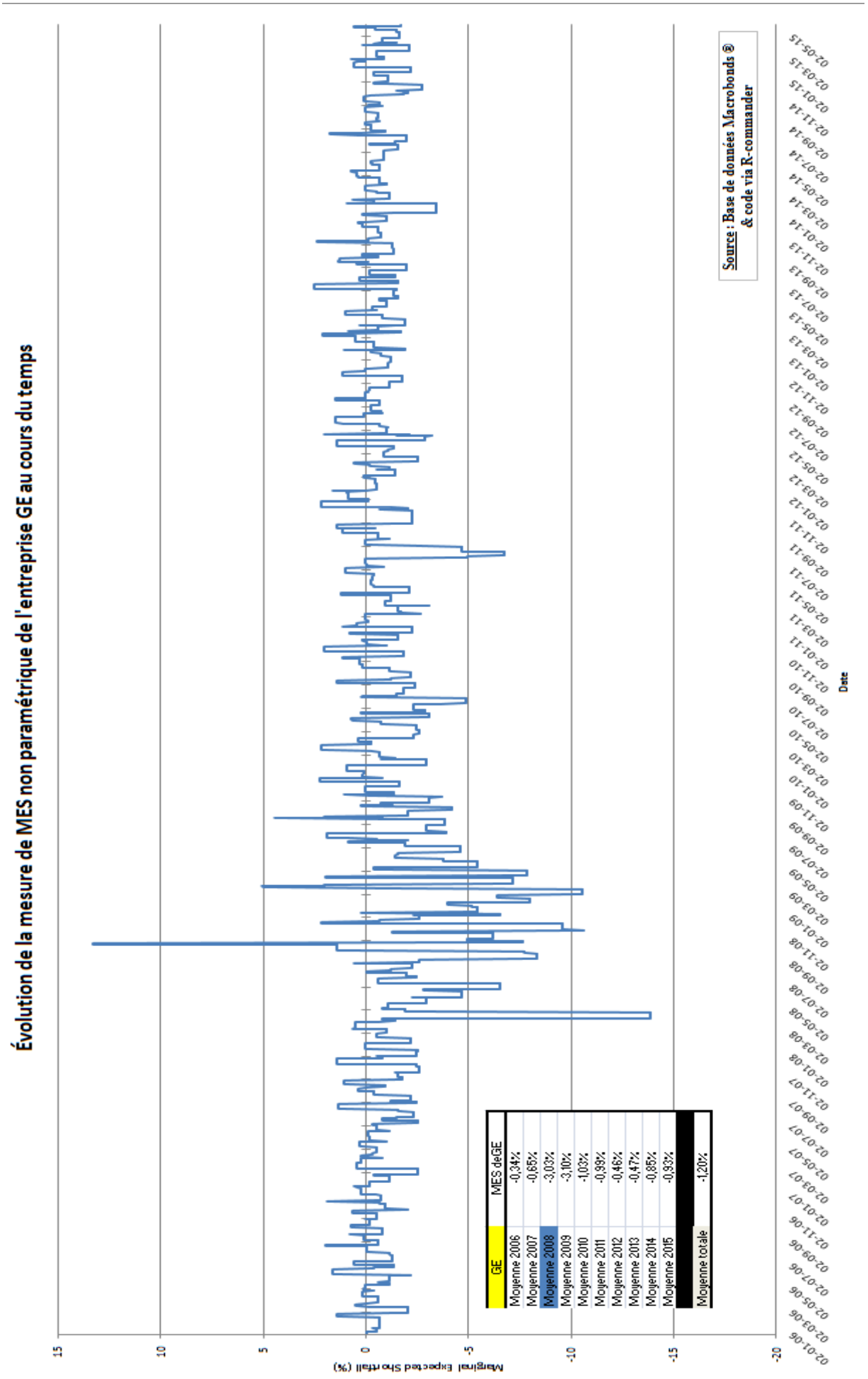
La première période est marquée par des valeurs de *MES* assez stables entre -2% et +2%, avec une valeur moyenne annuelle maximale de -0,65% en 2007 et nous n'observons pas de pic de volatilité dans les valeurs de *MES* durant cette période-là.

La deuxième période est marquée par des valeurs de *MES* beaucoup plus volatiles que la période précédente, avec une moyenne annuelle de -3,03% en 2008 et -3,10% en 2009. Durant cette période, nous observons plusieurs pics de volatilité dans les valeurs de *MES*, entre -14% et +13%. Le premier du 11 avril 2008 de -14% suit la tendance du système avec la crise des *subprimes* (voir *supra*, Chapitre 3, Section 1) ; celle valeur extrême pourrait, en plus, s'expliquer par un évènement relatif à l'entreprise : l'annonce de l'abaissement de la prévision de ses résultats suite au ralentissement de l'économie américaine (Reuters, 2008). Le deuxième en 21 octobre 2008 de +13% ne suit pas la tendance du système, en crise à cette période ; il pourrait s'expliquer par l'annonce de l'entreprise que malgré la turbulence économique, les revenus vont augmenter de 21% sur deux *business units* (GE, 2008). Cependant, nous observons des pics de volatilité autour de -5% durant ce mois : cela signifie que l'entreprise ressent la tendance du système avec la crise des *subprimes* (voir *supra*, Chapitre 3, Section 1). Enfin, ceux en novembre 2008 (-10,5%) et le 2 mars 2009 (-10,5%) sont également liés au système qui subit la crise des *subprimes* dans ses rendements (voir *supra*, Chapitre 3, Section 1) ; GE est une entreprise qui réagit plus fort durant cette période de crise lors des effets négatifs du système.

La troisième période est, elle, marquée par des valeurs de *MES* moins volatiles que la période précédente mais à un niveau similaire que la première période, avec une valeur

moyenne maximale de *MES* en 2010 de -1,03%. La valeur la plus extrême que nous observons sur cette période est celle du 8 aout 2011 (-6,5%) : elle suit la tendance du système qui est plus volatile à cette période suite aux mauvais indicateurs économiques américains et la crise de la dette en Europe (voir *supra*, Chapitre 3, Section 1). Par ailleurs, lors de l'observation des rendements de l'entreprise lorsque le système est « normal », nous remarquons un rendement extrême de près de +11% le 10 avril 2015 : celui-ci pourrait être expliqué par le plan de cession d'actifs et le vaste programme de rachat d'actions annoncés par GE qui pense ainsi pouvoir reverser jusqu'à 90 milliards de dollars à ses actionnaires d'ici 2018 (Reuters, 2015) ; cet évènement est relatif à l'entreprise et ne dépend pas du système, c'est pourquoi nous ne pouvions l'observer qu'en analysant les rendements de l'entreprise.

126.


Évolution de la mesure de MES non paramétrique de l'entreprise GE au cours du temps
Marginal Expected Shortfall (%)
15
10
5
0
-5
-10
-15
-20
Date
02-01-06
02-03-06
02-05-06
02-07-06
02-09-06
02-11-06
02-01-07
02-03-07
02-05-07
02-07-07
02-09-07
02-11-07
02-01-08
02-03-08
02-05-08
02-07-08
02-09-08
02-11-08
02-01-09
02-03-09
02-05-09
02-07-09
02-09-09
02-11-09
02-01-10
02-03-10
02-05-10
02-07-10
02-09-10
02-11-10
02-01-11
02-03-11
02-05-11
02-07-11
02-09-11
02-11-11
02-01-12
02-03-12
02-05-12
02-07-12
02-09-12
02-11-12
02-01-13
02-03-13
02-05-13
02-07-13
02-09-13
02-11-13
02-01-14
02-03-14
02-05-14
02-07-14
02-09-14
02-11-14
02-01-15
02-03-15
02-05-15
GE
MES deGE
Moyenne 2006
-0,34%
Moyenne 2007
-0,65%
Moyenne 2008
-3,03%
Moyenne 2009
-3,10%
Moyenne 2010
-1,03%
Moyenne 2011
-0,99%
Moyenne 2012
-0,46%
Moyenne 2013
-0,47%
Moyenne 2014
-0,85%
Moyenne 2015
-0,93%
Moyenne totale
-1,20%
Source : Base de données Macrobonds ®
& code via R-commander

Annexe 3.2.11 : Total FP

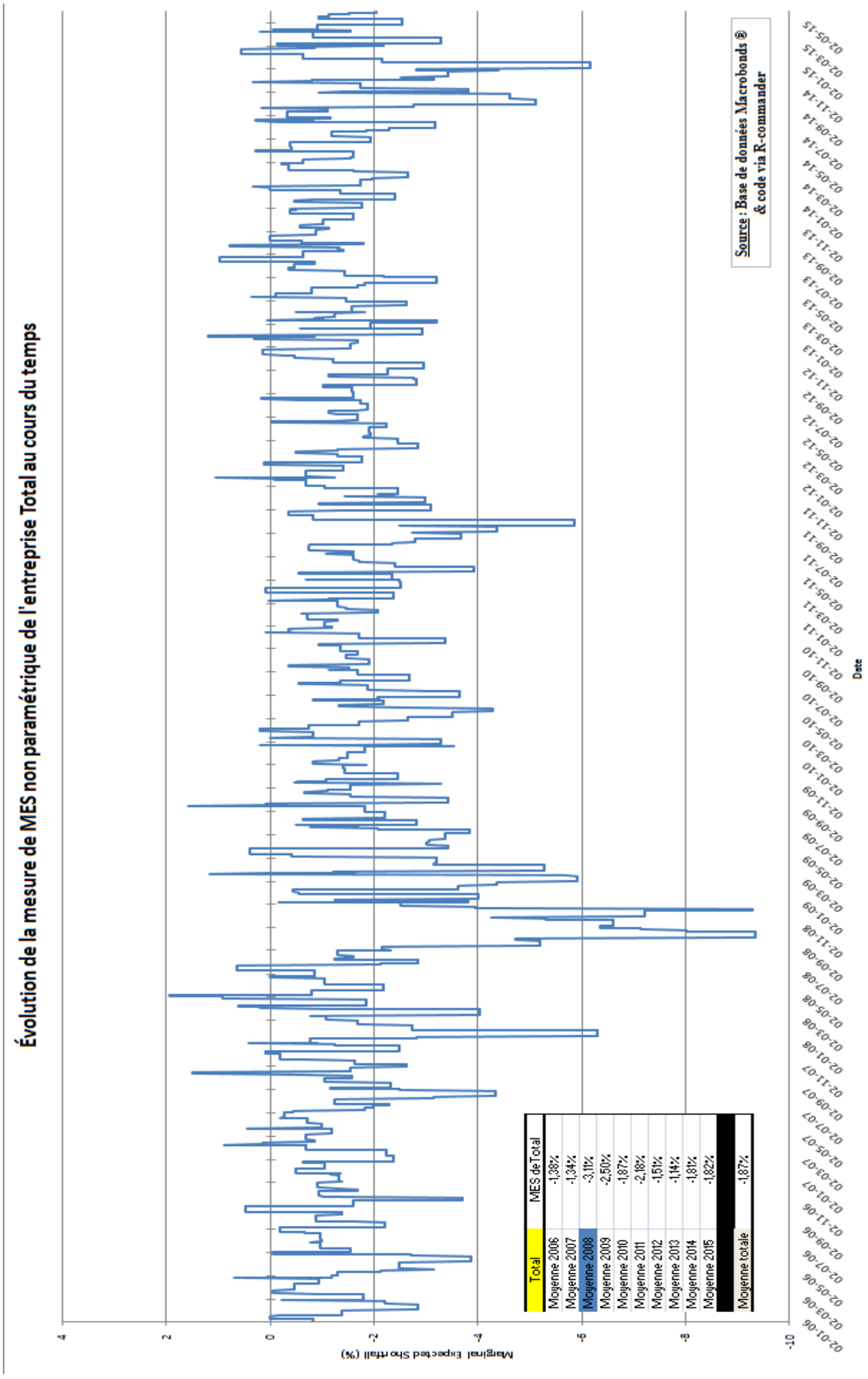
De manière générale, les rendements de **Total FP** lorsque le système est dans son état « normal » sont de -0,01% alors que ceux si le système était « en crise » (*MES*) seraient de -1,87%. Cela signifie que si l'entreprise avait vécu sous le système en crise durant la période 2006 à mi-2015, elle aurait dû **espérer perdre -1,87% de valeur dans ses rendements**. Les valeurs journalières générées de *MES* varient entre -4% et +2%, avec des pics de volatilité jusqu'à -9%. À partir du graphique de l'évolution des valeurs de *MES* de Total FP au cours du temps et des moyennes annuelles des valeurs de *MES* (voir *infra*), nous pouvons mettre en évidence les **trois mêmes périodes** observées pour les rendements du système : la période avant crise, la période relative à la crise des *subprimes* et la période après crise.

La première période est marquée par des valeurs de *MES* entre -4% et +1,5%, avec une valeur moyenne annuelle de -1,38% en 2006 et -1,34% en 2007 et nous observons trois valeurs de *MES* autour de -4%. La première le 8 juin 2006 suit la tendance du système avec une période plus volatile suite aux attentes de poursuite de resserrement monétaire aux États-Unis, avec une hausse des taux d'intérêt (voir *supra*, Chapitre 3, Section 1) et il pourrait également s'expliquer par une baisse du cours du pétrole de $1 ce jour-là suite à la mort de Zarqawi, leader d'al Qaeda en Irak (BBC, 2006). Celui du 17 novembre 2006 ne suit pas la tendance du système (mais bien celle lorsque le système est « en crise » lors du calcul de *MES*) et pourrait s'expliquer par une nouvelle chute du cours du pétrole (Reuters, 2006). Par contre, le 16 aout 2007 de + de -4% suit la tendance du système suite au début de la crise des subprimes (voir *supra*, Chapitre 3, Section 1).

La deuxième période est marquée par des valeurs de *MES* beaucoup plus volatiles que la période précédente, avec une moyenne annuelle maximale de -3,11% en 2008. Durant cette période, nous observons plusieurs pics de volatilité des valeurs de *MES* jusqu'à -9%. Le premier est celui du 21 janvier 2008 de -6% suit la tendance du système marqué par une grande volatilité des marchés boursiers et plus particulièrement le krach boursier (« *Black Monday* » de ce jour (voir *supra*, Chapitre 3, Section 1). Le deuxième est celui du 6 octobre 2008 de -9% est suit également la tendance du système qui vient un nouveau krach boursier avec de nombreuses craintes sur les bourses européennes (voir *supra*, Chapitre 3, Section 1). Celui du 16 décembre 2008 (-9%) suit également la tendance du système suite à la crise financière, et pourrait avoir été aggravé par l'arrestation du patron du Total d'Italie suite à une enquête sur des présumés pots-de-vin versés lors d'appels d'offre pour l'extraction de

pétrole (L'OBS Société, 2008). Enfin, ceux du 2 mars 2009 (-6%) et du 30 mars 2009 (-5%) suivent également la tendance du système suite à la crise des *subprimes* (voir *supra*, Chapitre 3, Section 1).

La troisième période est, elle, marquée par des valeurs de *MES* moins volatiles que la période précédente mais légèrement plus volatile que la première, avec une valeur moyenne maximale de *MES* en 2011 de -2,18%. Concernant les pics de volatilité dans les valeurs de *MES*, nous en observons trois. Le premier du 22 septembre 2011 de presque -6% suit la tendance du système avec une chute des bourses européennes et le début de la crise de la dette (voir *supra*, Chapitre 3, Section 1) ; cette valeur pourrait également avoir été accentuée suite à la distribution d'un dividende ce jour-là (Total, 2015). Celui du 2 octobre 2014 (-5%) suit la tendance du système avec les mauvais indicateurs américains et la crise de la dette qui persiste (voir *supra*, Chapitre 3, Section 1) et celui du 5 janvier 2015 légèrement inférieur à -6% suit la tendance du système qui subit toujours la crise grecque (voir *supra*, Chapitre 3, Section 1) ; de plus, nous pouvons mettre en avant un évènement relatif aux entreprises pétrolières : le cours du pétrole descend et ce depuis l'été 2014 (Tison, 2015). Par ailleurs, lors de l'observation des rendements de l'entreprise lorsque le système est « normal », nous remarquons un rendement extrême le 27 mars 2012 à -6% : il ne suit pas la tendance du système et pourrait s'expliquer par la fuite de gaz qui s'est produite dans la Mer du Nord le jour avant (Le Monde, 2012).


Évolution de la mesure de MES non paramétrique de l'entreprise Total au cours du temps
Source : Base de données Macrobonds ®
& code via R-commander
Total
MES de Total
Moyenne 2006 -1,38%
Moyenne 2007 -1,34%
Moyenne 2008 -3,11%
Moyenne 2009 -2,50%
Moyenne 2010 -1,87%
Moyenne 2011 -2,18%
Moyenne 2012 -1,51%
Moyenne 2013 -1,14%
Moyenne 2014 -1,81%
Moyenne 2015 -1,82%
Moyenne totale -1,87%
Marginal Expected Shortfall (%)
Date

Annexe 3.2.12 : Shell

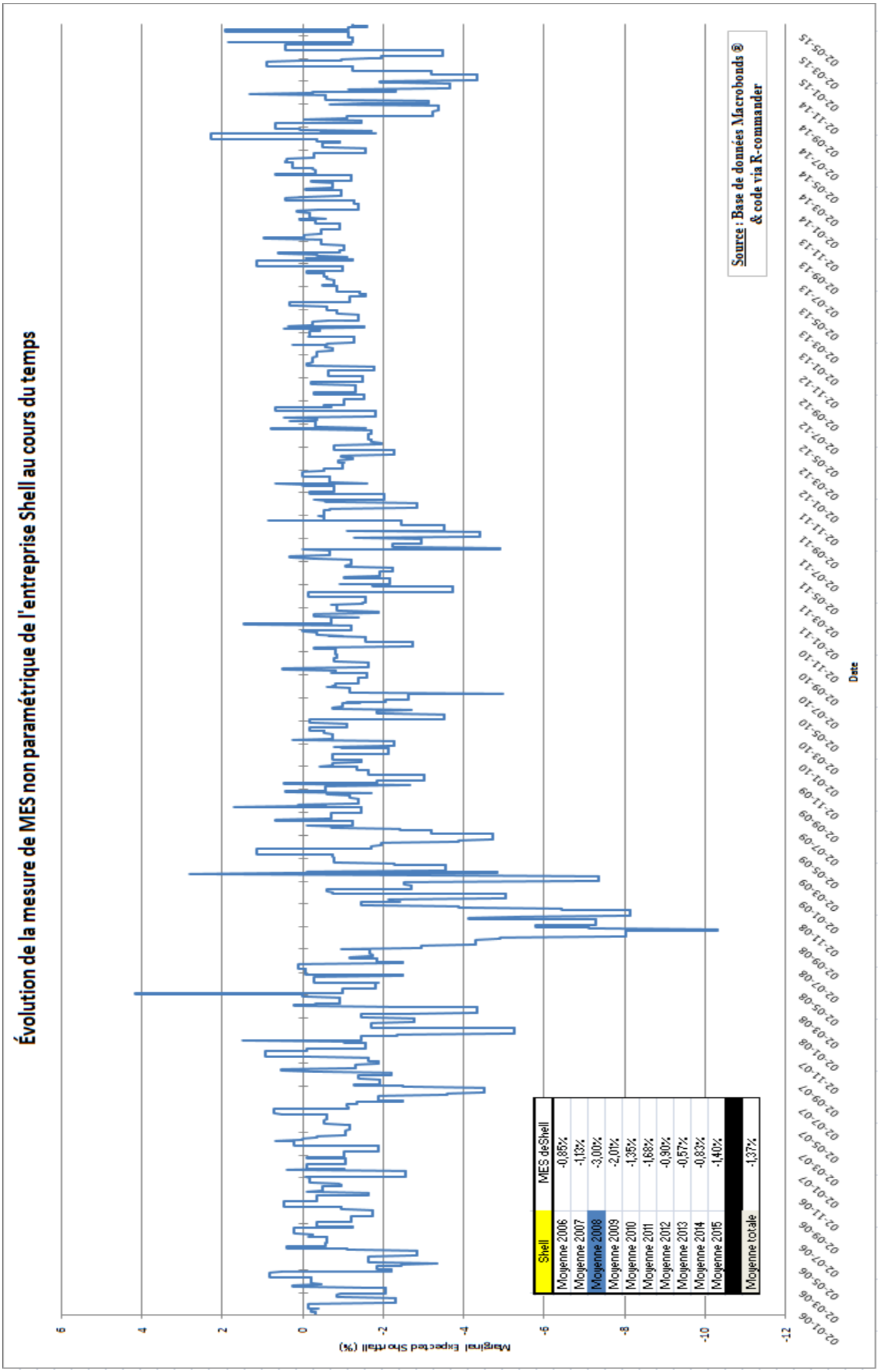
De manière générale, les rendements de **Shell** lorsque le système est dans son état « normal » sont de 0,0% alors que ceux si le système était « en crise » (*MES*) seraient de -1,37%. Cela signifie que si l'entreprise avait vécu sous le système en crise durant la période 2006 à mi-2015, elle aurait **dû espérer perdre -1,37% de valeur dans ses rendements**. Les valeurs journalières générées de *MES* varient entre -4% et +2%, avec des pics de volatilité compris entre -10% et +4%. À partir du graphique de l'évolution des valeurs de *MES* de Shell au cours du temps et des moyennes annuelles des valeurs de *MES* (voir *infra*), nous pouvons mettre en évidence les **trois mêmes périodes** observées pour les rendements du système : la période avant crise, la période relative à la crise des *subprimes* et la période après crise.

La première période est marquée par des valeurs de *MES* entre -4,5% et +1,5%, avec une valeur moyenne annuelle maximale de -1,13% en 2006. La valeur de *MES* la plus forte de cette période s'observe le 16 aout 2007 (-4,5%) : elle suit la tendance du système suite aux premiers effets de la crise des *subprimes* qui se profile (voir *supra*, Chapitre 3, Section 1).

La deuxième période est elle marquée par des valeurs de *MES* beaucoup plus volatiles que la période précédente, avec une moyenne annuelle de -3% en 2008 et de -2,01% en 2009. Durant cette période, nous observons plusieurs pics de volatilité entre -10% et +4%. Le premier le 21 janvier 2008 (-5%) suit la tendance du système avec le krach boursier du « *Black Monday* » (voir *supra*, Chapitre 3, Section 1). Le deuxième le 17 mars 2008 suit également la tendance du système marqué par la crise des subprimes et le rachat par JP Morgan de la banque d'affaires Bear Stearns à un prix très bas et ses impacts sur les bourses mondiales (voir *supra*, Chapitre 3, Section 1). Celui du 8 mai 2008 (+4%) ne suit pas la tendance du système « en crise » et pourrait représenter la hausse progressive du prix du baril de pétrole que Goldman Sachs prédit depuis deux ans et qui semble devENIr réalité (Reuters, 2008). Ensuite, nous retrouvons ceux du 6 octobre 2008 (-8%) et du 24 octobre 2008 (-10%) : ceux-ci représentent des jours où l'action a fortement chuté étant donné la crise financière, avec le krach boursier le 8 octobre et les craintes sur les bourses européennes ce mois (voir *supra*, Chapitre 3, Section 1). Nous observons également celui du 14 janvier 2009 (-4,5%) qui suit la tendance du système, marqué par la baisse des ventes au détail aux États-Unis et le début de la crise de la dette en Grèce (voir *supra*, Chapitre 3, Section 1). Enfin, le dernier est le 2 mars 2009 de -7% qui suit la tendance du système, en crise suite aux conséquences de la

faillite de Lehman Brothers et la panique sur les marchés boursiers européens (voir *supra*, Chapitre 3, Section 1).

La troisième période est elle marquée par des valeurs de *MES* moins volatiles que la période précédente mais légèrement plus volatile que la première, avec une valeur moyenne maximale de *MES* en 2011 de -1,68%. Nous observons quatre pics de volatilité dans les valeurs de *MES* en-dessous de -4%. Le premier le 14 juillet 2010 ne suit pas la tendance du système (mais bien celle lorsque le système est « en crise » lors du calcul de MES) et pourrait s'expliquer par des rumeurs concernant ses résultats, ou *profit warning* (Reuters, 2010). Ceux d'aout et septembre 2011 suivent la tendance du système avec une chute des bourses européennes suite aux inquiétudes sur la croissance américaine et la crise de la dette en zone euro (voir *supra*, Chapitre 3, Section 1). Enfin, celui du 5 janvier 2015 suit la tendance du système qui subit toujours la crise grecque (voir *supra*, Chapitre 3, Section 1) ; de plus, nous pouvons mettre en avant un évènement relatif aux entreprises pétrolières : le cours du pétrole descend et ce depuis l'été 2014 (Tison, 2015).


Évolution de la mesure de MES non paramétrique de l'entreprise Shell au cours du temps
Source : Base de données Macrobonds ®
& code via R-commander
Marginal Expected Shortfall (%)
Date
Shell
MES deShell
Moyenne 2006 -0,85%
Moyenne 2007 -1,13%
Moyenne 2008 -3,00%
Moyenne 2009 -2,01%
Moyenne 2010 -1,35%
Moyenne 2011 -1,68%
Moyenne 2012 -0,90%
Moyenne 2013 -0,57%
Moyenne 2014 -0,83%
Moyenne 2015 -1,40%
Moyenne totale -1,37%

Annexe 3.2.13 : BP

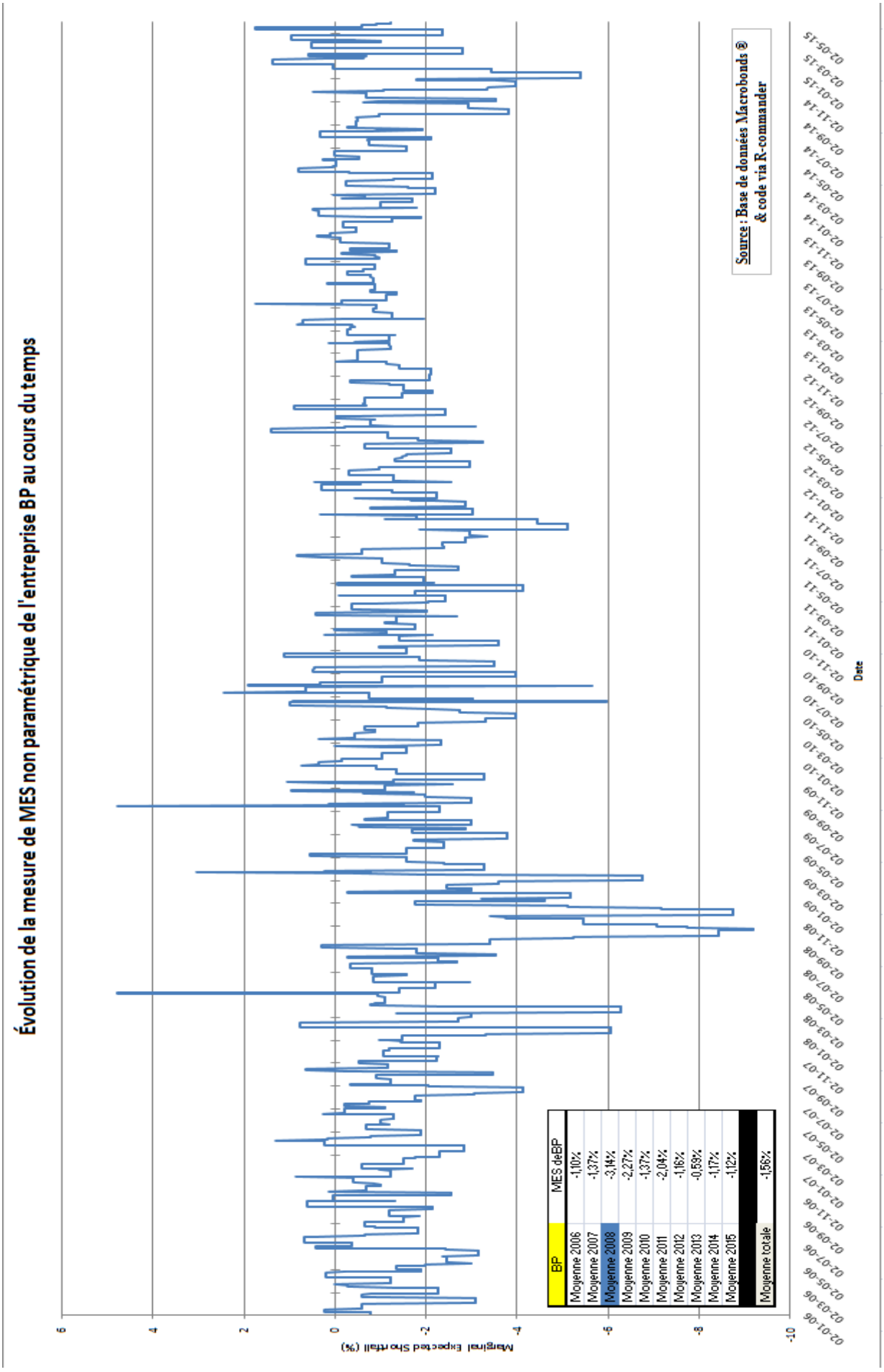
De manière générale, les rendements de **BP** lorsque le système est dans son état « normal » sont de -0,01% alors que ceux si le système était « en crise » (*MES*) seraient de -1,56%. Cela signifie que si l'entreprise avait vécu sous le système en crise durant la période 2006 à mi-2015, elle aurait dû **espérer perdre -1,56% de valeur dans ses rendements**. Les valeurs journalières générées de *MES* varient entre -4% et +2%, avec des pics de -10% jusqu'à +4%. À partir du graphique de l'évolution des valeurs de *MES* de BP au cours du temps et des moyennes annuelles des valeurs de *MES* (voir *infra*), nous pouvons mettre en évidence les **trois mêmes périodes** observées pour les rendements du système : la période avant crise, la période relative à la crise des *subprimes* et la période après crise.

La première période est marquée par des valeurs de *MES* assez stables entre -3% et +1%, avec une valeur moyenne annuelle maximale de -1,37% en 2007. Nous observons une seule valeur de *MES* plus forte durant cette période : le 16 aout 2007 (-4%) qui suit la tendance du système qui commence à ressentir les premiers effets de la crise des *subprimes* qui se dessine (voir *supra*, Chapitre 3, Section 1).

La deuxième période est elle marquée par des valeurs de *MES* beaucoup plus volatiles que la période précédente, avec une moyenne annuelle maximale de -3,14% en 2008. Durant cette période, nous observons plusieurs pics de volatilité entre -6% et +5%. Le premier s'observe le 21 janvier 2008 (-6%) : il suit la tendance du système avec le krach boursier « *Black Monday* » de ce jour (voir *supra*, Chapitre 3, Section 1). Le deuxième s'observe le 17 mars 2008 (-6%) et suit la tendance du système, marqué par la crise des subprimes et le rachat de Bear Stearns par JP Morgan à un prix cassé et ses impacts sur les bourses mondiales (voir *supra*, Chapitre 3, Section 1). Celui du 6 mai 2008 (+5%) ne suit pas la tendance du système « en crise » et pourrait s'expliquer par la hausse progressive du prix du baril de pétrole que Goldman Sachs prédit depuis deux ans (Reuters, 2008), comme pour l'entreprise précédente. Le quatrième est, également comme pour l'entreprise précédente, représenté par un double pic de volatilité : le premier le 6 octobre 2008 (-8,5%) et le second le 24 octobre 2008 (-9%) ; ceux-ci représentent des jours où les bourses européennes ont fortement chuté étant donné la crise financière et la pire période concernant celle-ci (voir *supra*, Chapitre 3, Section 1). Le cinquième du 1er décembre 2008 (-9%) suit la tendance du système qui subit une baisse après un mois de remontée dans les marchés boursiers et la prise de nombreux bénéfices durant cette période (voir *supra*, Chapitre 3,

Section 1). Le sixième est celui du 2 mars 2009 de -7% qui suit à nouveau la tendance du système qui est en crise, notamment avec beaucoup de craintes concernant les bourses européennes (voir *supra*, Chapitre 3, Section 1). Enfin, celui du 16 septembre 2009 (+5%) ne suit pas la tendance du système « en crise » mais pourrait s'expliquer par la nouvelle stratégie de BP qui se focalise sur l'énergie éolienne aux États-Unis et qui désinvestit en Inde (BP, 2009).

La troisième période est elle marquée par des valeurs de *MES* moins volatiles que la période précédente mais légèrement plus volatile que la première, avec une valeur moyenne maximale de *MES* en 2011 de -2,04%. Nous observons quatre pics de volatilité dans les valeurs de *MES*. Les deux premiers sont ceux du 21 juin 2010 (-6%) et 2 aout 2010 (-6%) qui ne suivent pas la tendance du système (mais bien celle lorsque le système est « en crise » lors du calcul de *MES*) : ils pourraient s'expliquer par le communiqué de BP à la bourse de Londres en juin 2010. En effet, ils ont déjà dépensé plus de deux milliards de dollars afin de réparer les dégâts de la marée noire dans le Golfe du Mexique (Le Soir, 2010) et le pic suivant fait suite au premier. Le troisième est celui du 22 septembre 2011 de -5% suit la tendance du système avec la chute des bourses européennes suite aux craintes concernant leurs réelles valeurs boursières et la crise de la dette en Europe (voir *supra*, Chapitre 3, Section 1). Enfin, le dernier du 5 janvier 2015 de -5,5% suit la tendance du système qui subit toujours la crise de la dette grecque (voir *supra*, Chapitre 3, Section 1) ; de plus, nous pouvons mettre en avant un évènement relatif aux entreprises pétrolières : le cours du pétrole descend et ce depuis l'été 2014 (Tison, 2015), comme les entreprises pétrolières précédentes.


Évolution de la mesure de MES non paramétrique de l'entreprise BP au cours du temps
Marginal Expected Shortfall (%)
Date
Source : Base de données Macrobonds ®
& code via R-commander
BP
MES deBP
Moyenne 2006
-1,10%
Moyenne 2007
-1,37%
Moyenne 2008
-3,14%
Moyenne 2009
-2,27%
Moyenne 2010
-1,37%
Moyenne 2011
-2,04%
Moyenne 2012
-1,16%
Moyenne 2013
-0,58%
Moyenne 2014
-1,17%
Moyenne 2015
-1,12%
Moyenne totale
-1,56%

Annexe 3.2.14 : Exxon Mobil

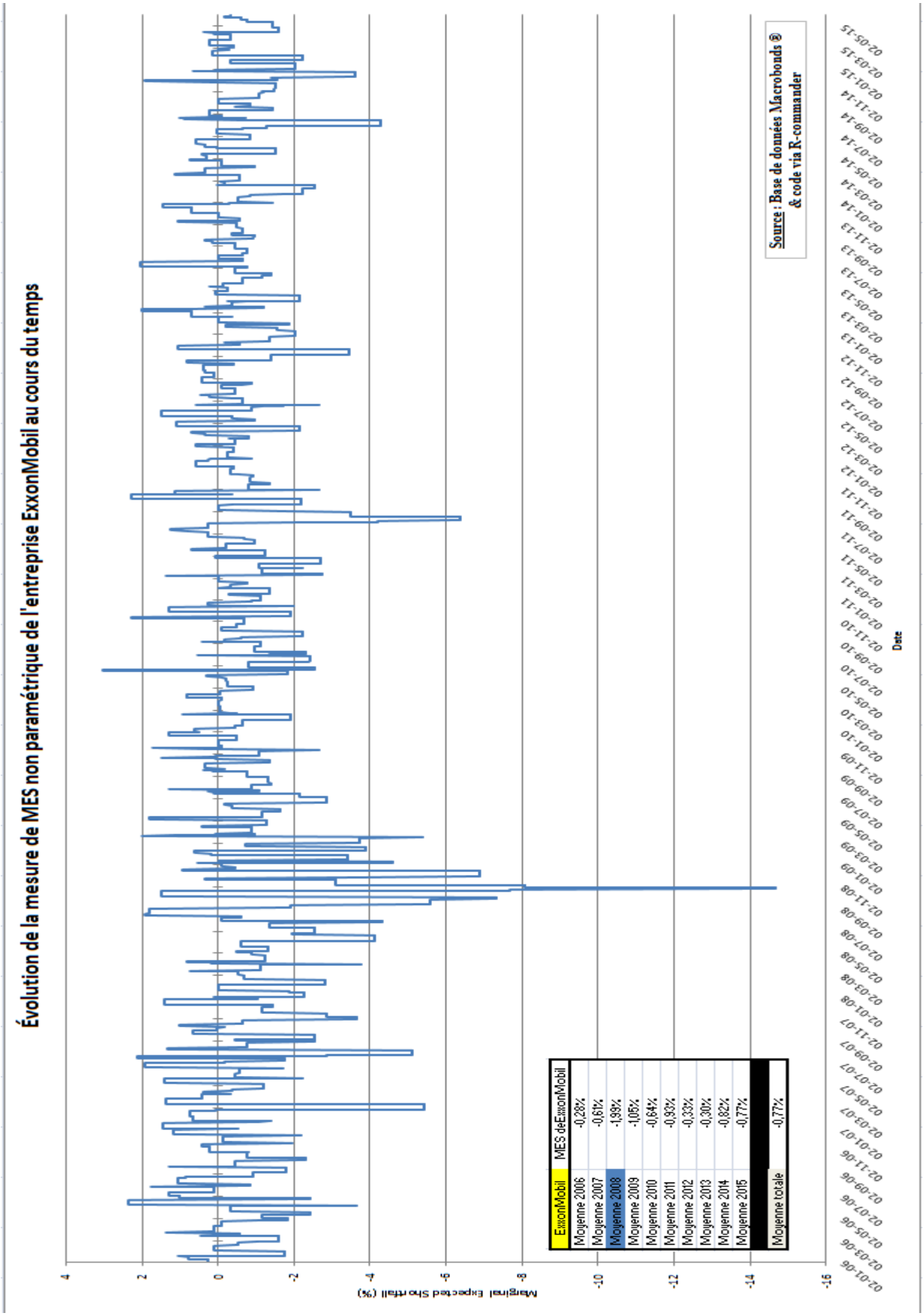
De manière générale, les rendements d'**Exxon Mobil** lorsque le système est dans son état « normal » sont de 0,02% alors que ceux si le système était « en crise » (*MES*) seraient de -0,77%. Cela signifie que si l'entreprise avait vécu sous le système en crise durant la période 2006 à mi-2015, elle aurait dû **espérer perdre -0,77% de valeur dans ses rendements**. Les valeurs journalières générées de *MES* varient entre -4% et +2%, avec des pics de volatilité dans les valeurs de *MES* compris entre -14% et +3%. À partir du graphique de l'évolution des valeurs de *MES* d'Exxon Mobil au cours du temps et des moyennes annuelles des valeurs de *MES* (voir *infra*), nous pouvons mettre en évidence les **trois mêmes périodes** observées pour les rendements du système : la période avant crise, la période relative à la crise des *subprimes* et la période après crise.

La première période est marquée par des valeurs de *MES* entre -2% et +2%, avec une valeur moyenne annuelle maximale de -0,61% en 2007. Durant cette période, nous observons deux pics de volatilité dans les valeurs de *MES* plus importants : le 27 février 2007 à -5,5% et le 26 juillet 2007 à -5%. Ceux-ci suivent la tendance du système : le premier rappelle la chute dans les valeurs boursières mondiales suite à la chute des valeurs boursières asiatiques dues à une valorisation de celles-ci et le second coïncide avec les prémices de crise des *subprimes* (voir *supra*, Chapitre 3, Section 1).

La deuxième période est marquée par des valeurs de *MES* plus volatiles que la précédente, avec une moyenne annuelle maximale de -1,99% en 2008 pour cette période. Durant cette période, nous observons plusieurs pics de volatilité dans les valeurs de *MES*. Ceux du 15 septembre 2008 (-5,5%), du 29 septembre 2008 (-7,5%) et du 27 octobre 2008 (-14%) suivent la tendance du système, pendant laquelle la crise des *subprimes* se fait le plus ressentir (voir *supra*, Chapitre 3, Section 1), et l'entreprise la ressent d'autant plus étant donnée qu'elle est cotée sur le marché boursier américain. De même, ceux du 1er décembre 2008 (-7%) et du 17 mars 2009 (-5,5%) suivent également la tendance du système avec l'évolution de la crise des *subprimes* (voir *supra*, Chapitre 3, Section 1).

La troisième période est, elle, marquée par des valeurs de *MES* moins volatiles que la période précédente mais similaire à la première période, avec des valeurs entre -2% et +2% avec une valeur moyenne maximale de *MES* en 2011 de -0,93%. Nous observons un pic de volatilité dans les valeurs de *MES* le 8 aout 2011 de -6,5% : il suit la tendance du système et s'explique par la pire journée vécue par les bourses américaines depuis décembre 2008 ;

d'autant plus qu'Exxon est cité comme une entreprise ayant particulièrement subi la crise dans ses rendements (L'OBS Économie, 2011a).



Annexe 4 : Données concernant la $\Delta CoVaR$

Annexe 4.1 : Codage de la $\Delta CoVaR$

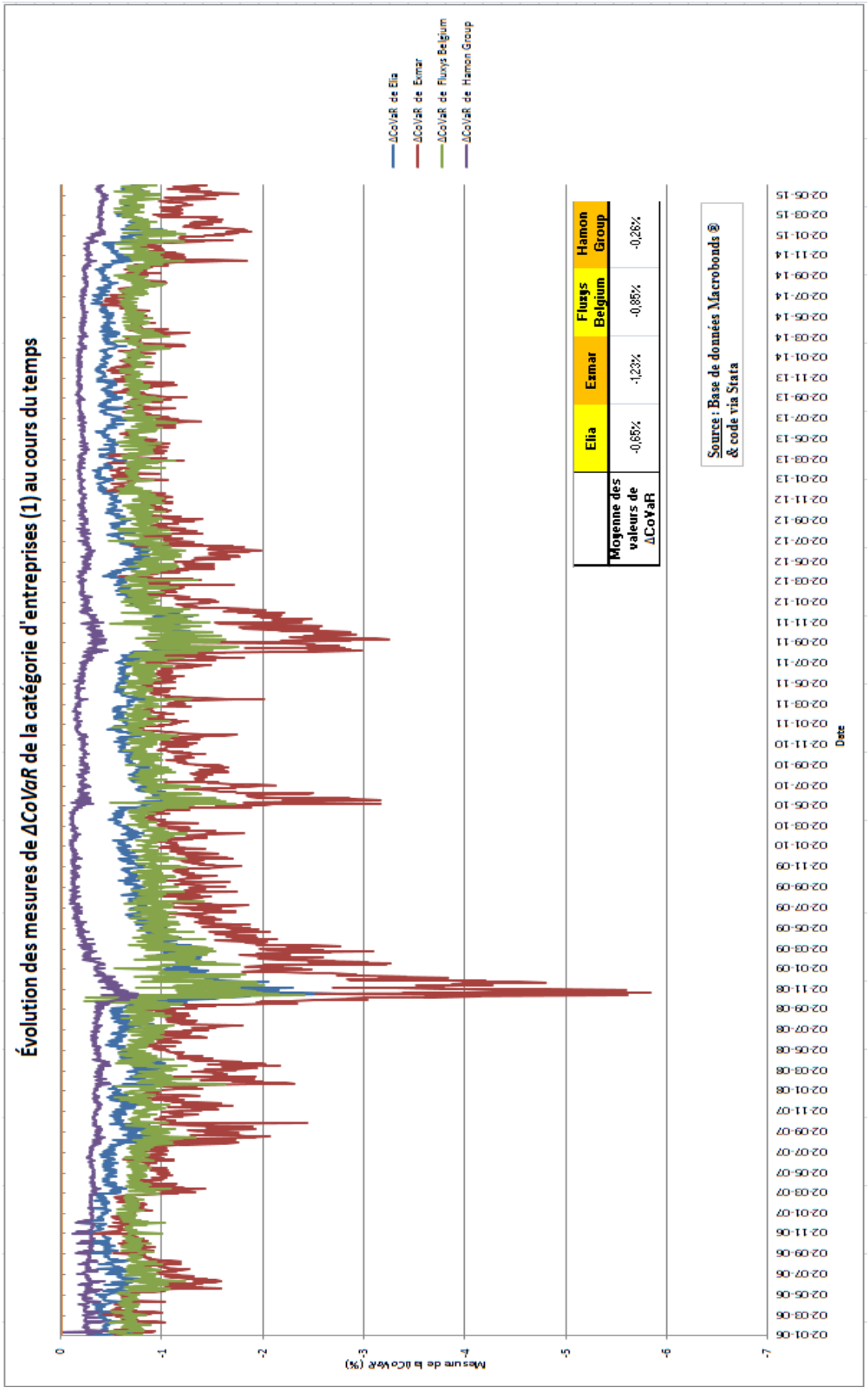
```
clear
cd "E:\Dropbox\MTh_Jérôme Wéry\R\Codage Mr Zountcheme"
* Importation des donnees de rendements
import delimited "rdt.csv", delimiter(";") varnames(1)
drop if _n > 2478
gen daten = date(date,"DM20Y")
format daten %td
drop date
save rdt, replace

reshape  long rdt, i(daten) j(firm) string
sort firm daten

save rdt_long, replace
clear
import delimited "mt_st.csv", delimiter(";") varnames(1)
drop if _n > 2478
gen daten = date(date,"DM20Y")
format daten %td
drop date

save mt_st,replace

merge 1:n daten using rdt_long
```

```
drop _merge

encode firm, gen(firm_id)

save dcovar, replace


*encode firm, gen(firm_id)

keep if firm_id == 1

tsset daten

gen lvstoxx = vstoxx[_n - 1]

gen leuliqspd = euliqspd[_n - 1]

gen lgerbill = gerbill[_n - 1]

gen leuyldspd  = euyldspd[_n - 1]

gen leucdtspd = eucdtspd[_n - 1]

gen lrdteurostoxx50 = rdteurostoxx50[_n - 1]

gen leurostoxxrer = eurostoxxrer[_n - 1]

qui qreg rdt lvstoxx leuliqspd lgerbill leuyldspd  leucdtspd lrdteurostoxx50 leurostoxxrer,
q(.5)

predict var50

qui qreg rdt lvstoxx leuliqspd lgerbill leuyldspd  leucdtspd lrdteurostoxx50 leurostoxxrer,
q(.99)

predict var99

qui qreg rdtstoxx600 rdt lvstoxx leuliqspd lgerbill leuyldspd  leucdtspd lrdteurostoxx50
leurostoxxrer, q(.99)

gen dcovar = _b[rdt]*(var99 - var50)

save dcovar_out, replace



use dcovar, clear

*preserve
```

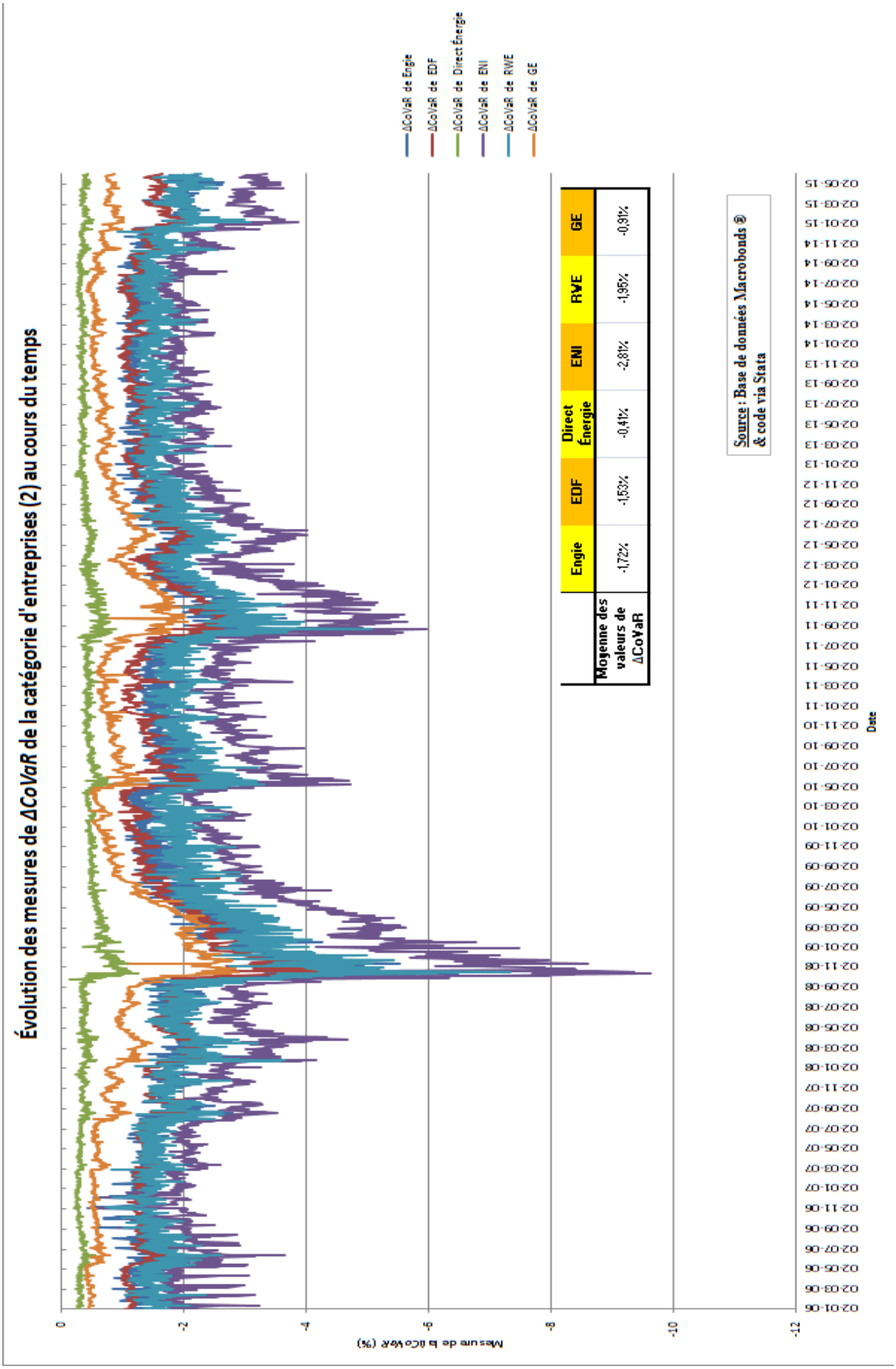
```
su firm_id, meanonly

foreach i of num 2/`r(max)' {

        use dcovar, clear

        keep if firm_id == `i'

        gen lvstoxx = vstoxx[_n - 1]

        gen leuliqspd = euliqspd[_n - 1]

        gen lgerbill = gerbill[_n - 1]

        gen leuyldspd  = euyldspd[_n - 1]

        gen leucdtspd = eucdtspd[_n - 1]

        gen lrdteurostoxx50 = rdteurostoxx50[_n - 1]

        gen leurostoxxrer = eurostoxxrer[_n - 1]

        qui qreg rdt lvstoxx leuliqspd lgerbill leuyldspd  leucdtspd lrdteurostoxx50
leurostoxxrer, q(.5)

        predict var50

        qui qreg rdt lvstoxx leuliqspd lgerbill leuyldspd  leucdtspd lrdteurostoxx50
leurostoxxrer, q(.01)

        predict var99

        qui qreg rdtstoxx600 rdt lvstoxx leuliqspd lgerbill leuyldspd  leucdtspd
lrdteurostoxx50 leurostoxxrer, q(.01)

        gen dcovar = _b[rdt]*(var99 - var50)

        append using dcovar_out

        save dcovar_out, replace

}
```

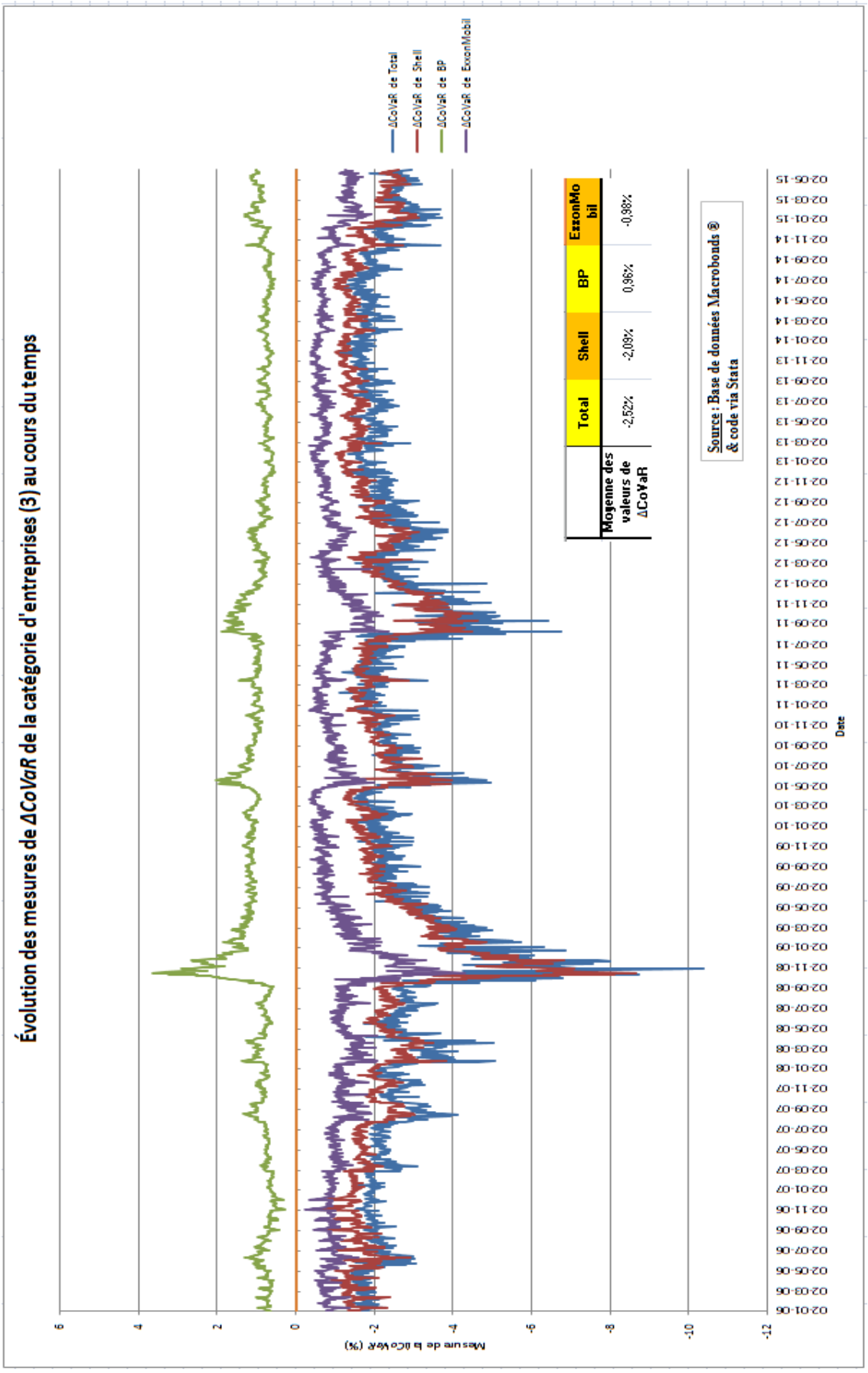
Annexe 4.2 : Résultats catégorie par catégorie des *ΔCoVaR*

Annexe 4.2.1 : Entreprises de transport et de gestion d'énergie



Annexe 4.2.2 : Entreprises électriques et gazières



	Engie	EDF	Direct Énergie	ENI	RWE	GE
Moyenne des valeurs de ΔCoVaR	-1,72%	-1,53%	-0,41%	-2,81%	-1,95%	-0,91%

Annexe 4.2.3 : Entreprises pétrolières