



UCL Université catholique de Louvain - **Mons**

MONS

LES MODELES DE CONTAGION : UNE APPLICATION  
A LA CRISE DE LA DETTE SOUVERAINE EUROPEENNE

Promoteur :

Monsieur M. PETITJEAN

Mémoire présenté par :

Emmanuel JEAN

en vue de l'obtention du  
diplôme de Master en Sciences  
de gestion

Année académique 2011-2012

# Résumé

---

Depuis la crise des subprimes de l'été 2007, la perception du risque souverain a fortement fluctué, mettant sous pression la dette publique des pays de la zone euro en difficulté budgétaire. La crise s'est ensuite propagée aux autres pays membres et s'est transformée en crise de la dette souveraine.

Afin d'éviter l'effondrement de la zone euro, il est nécessaire de stabiliser les marchés financiers et de mieux gérer cette crise. Pour ce faire, il est indispensable d'identifier les mécanismes qui ont entraîné une telle propagation et de cerner les relations existantes entre les actifs financiers.

Ce mémoire propose donc de se plonger dans l'analyse quantitative des marchés financiers afin de mettre en avant la dynamique des relations entre les grandes classes d'actifs que sont les actions, les obligations et les Credit Default Swaps (CDS). En particulier, il s'intéresse à deux phénomènes majeurs, la contagion et la fuite vers des actifs moins risqués (« *flight-to-quality* »), qui sous-tendent la crise actuelle.

Pour commencer, l'étude présente les liens entre indices et obligations sur une longue période (août 1993-décembre 2011) afin d'introduire le contexte financier d'avant la crise. Ensuite, l'étude se focalise sur les relations entre indices, obligations et CDS juste avant et pendant la crise (janvier 2006-avril 2012). Deux types de modèles sont utilisés. D'une part, les modèles à changements de régime markoviens (MS-VAR) permettent de détecter des changements structurels, d'autre part, le modèle autorégressif généralisé avec hétéroscédasticité conditionnelle et corrélations conditionnelles dynamiques (DCC-MVGARCH) permet de visualiser l'évolution des relations entre actifs.

Ce mémoire démontre l'existence de trois mécanismes majeurs dans la période précédant la crise de la dette souveraine : contagion, « *flight-to-quality* » et intégration financière. Les résultats obtenus ont également identifié trois comportements différents dans l'évolution des

relations entre actifs au cours de cette crise. Ces divergences ont été expliquées par la forte fragmentation des marchés obligataires européens depuis la faillite de Lehman Brothers. Ceci a également permis de comprendre la relation négative qui existe actuellement entre une obligation « saine » et son CDS. Enfin, des phénomènes de contagion et de « *flight-to-quality* » ont été détectés et mis en relation avec des événements qui ont marqué le déroulement de la crise.

En conclusion, ce mémoire apporte une réponse quant à l'identification des mécanismes qui ont joué un rôle dans la crise. Il démontre également que certaines relations entre actifs financiers ont fortement varié pendant la crise. Il apparaît donc indispensable de mieux comprendre les dynamiques de corrélation afin de minimiser, en période de crise, leurs effets déstabilisateurs sur les marchés financiers.

Mots-clés : Contagion, crise de la dette souveraine européenne, modèles à changements de régime markoviens, Corrélations conditionnelles dynamiques

# Remerciements

---

Je voudrais remercier toutes les personnes qui m'ont aidé à réaliser ce mémoire. Ce projet n'aurait pas été possible sans l'aide et les conseils de mon promoteur Monsieur le Professeur Mikael PETITJEAN. Merci également à tous mes proches, et spécialement à mes parents et à ma fiancée Céline, pour avoir été à mes cotés tout au long de la réalisation de ce travail.

# Table des matières

---

RESUME.....	2
REMERCIEMENTS.....	4
TABLE DES MATIERES.....	5
LISTE DES TABLEAUX.....	7
LISTE DES FIGURES.....	8
LISTE DES ANNEXES.....	10
INTRODUCTION GENERALE.....	11
1 LA CONTAGION FINANCIERE.....	13
1.1 INTERDEPENDANCE.....	14
1.2 CONTAGION PURE.....	15
1.3 DEFINITION ET MESURE DE LA CONTAGION.....	19
2 NOTIONS SUR LES CREDIT DEFAULT SWAPS.....	21
2.1 LE MARCHE DES CDS SOUVERAINS.....	21
2.2 LIEN ENTRE PRIMES DES CDS ET SPREADS OBLIGATAIRES.....	23
3 LA CRISE DE LA DETTE SOUVERAINE EUROPEENNE.....	25
3.1 ORIGINE ET DYNAMIQUE.....	26
3.2 VERS UNE CRISE DE LA DETTE PUBLIQUE.....	29
3.3 MECANISMES DE CONTAGION DURANT LA CRISE DE LA DETTE SOUVERAINE.....	34
3.4 EFFETS SUR LE MARCHE DES CDS SOUVERAINS.....	37
3.5 CONSEQUENCES POUR LES ETATS ET FUTURE DE LA CRISE.....	38

<b>4</b>	<b>METHODOLOGIE .....</b>	<b>40</b>
4.1	PROPRIETES DES SERIES FINANCIERES .....	40
4.2	MODELISATION NON-LINEAIRES DES SERIES FINANCIERES .....	41
4.3	MODELES DE MARKOV A CHANGEMENTS DE REGIME .....	42
4.4	MODELE DCC-MVGARCH.....	45
<b>5</b>	<b>DYNAMIQUE DE CORRELATION AVANT ET APRES LA CREATION DE LA ZONE EURO.....</b>	<b>48</b>
5.1	PRESENTATION DES DONNEES ET ANALYSE STATISTIQUE.....	48
5.2	ETUDE DE LA DYNAMIQUE DES CORRELATIONS.....	55
5.3	CONCLUSION DE LA PREMIERE ETUDE EMPIRIQUE.....	61
<b>6</b>	<b>ANALYSE DES RELATIONS FINANCIERES ENTRE PAYS DE L'EUROZONE PENDANT LA CRISE DE LA DETTE SOUVERAINE .....</b>	<b>63</b>
6.1	PRESENTATION DES DONNEES ET ANALYSE STATISTIQUE.....	63
6.2	MISE EN EVIDENCE DES EQUILIBRES MULTIPLES ET DES POINTS DE RETOURNEMENT DE L'ACTIVITE FINANCIERE .....	71
6.3	ANALYSE DE LA DYNAMIQUE DES RELATIONS ENTRE ACTIFS FINANCIERS .....	84
6.4	CONCLUSION DE LA SECONDE ETUDE EMPIRIQUE.....	94
	<b>CONCLUSION GENERALE .....</b>	<b>96</b>
	<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>99</b>
	<b>ANNEXES .....</b>	<b>102</b>

# Liste des tableaux

---

Tableau 1 Statistiques descriptives (1 <sup>er</sup> étude).....	52
Tableau 2 Matrice des coefficients de corrélation inconditionnelle (1 <sup>er</sup> étude).....	54
Tableau 3 Récapitulatif des actifs "virtuels" .....	64
Tableau 4 Statistiques descriptives (2 <sup>nd</sup> étude).....	68
Tableau 5 Matrice des coefficients de corrélation inconditionnelle (2 <sup>nd</sup> étude) .....	70
Tableau 6 Critères d'information bayésien des modèles (MS-AR) .....	71
Tableau 7 Estimations des paramètres (MS-AR) .....	72
Tableau 8 Critères d'information bayésien (MS-VAR) .....	77
Tableau 9 Estimations des matrices de probabilités de transition (MSSH(3)) .....	77
Tableau 10 Estimations de la volatilité (MMSH(3)) .....	78
Tableau 11 Estimations des matrices de coefficients de corrélation (MMSH(3)).....	79
Tableau 12 Variations des coefficients de corrélations (MMSH(3)).....	80

# Liste des figures

---

Figure 1 Comparaison des volumes sur les marchés souverains .....	22
Figure 2 Principaux acteurs du marché des CDS souverains .....	22
Figure 3 Primes sur le marché européen des CDS souverains.....	29
Figure 4 Plan de sauvetage de la Grèce .....	33
Figure 5 Evolution du prix des obligations souveraines à 10 ans (1 <sup>er</sup> étude) .....	50
Figure 6 Evolution du prix des indices (1 <sup>er</sup> étude).....	51
Figure 7 Rendements des obligations européennes (1 <sup>er</sup> étude).....	53
Figure 8 Rendements des indices européens (1 <sup>er</sup> étude).....	53
Figure 9 Coefficients de corrélation conditionnelle (obligations - 1 <sup>er</sup> étude).....	56
Figure 10 Chute des coefficients de corrélation conditionnelle (obligations - 1 <sup>er</sup> étude) .....	57
Figure 11 Coefficients de corrélation conditionnelle (indices - 1 <sup>er</sup> étude) .....	58
Figure 12 Coefficients de corrélation conditionnelle (indices/obligations - 1 <sup>er</sup> étude).....	59
Figure 13 Coefficients de corrélation conditionnelle (Bund - indices).....	60
Figure 14 Coefficients de corrélation conditionnelle (DAX - obligations) .....	61
Figure 15 Evolution du prix des indices (2 <sup>nd</sup> étude) .....	65
Figure 16 Evolution de taux d'intérêt des obligations souveraines à 5 ans.....	66
Figure 17 Evolution des primes des CDS souverains à 5 ans.....	66
Figure 18 Rendements des indices (2 <sup>nd</sup> étude).....	68
Figure 19 Rendements des taux d'intérêts sur les obligations souveraines à 5 ans.....	69
Figure 20 Rendements des primes de CDS souverains à 5 ans .....	69
Figure 21 Probabilités lissées pour les rendements des indices (MS-AR) .....	74
Figure 22 Probabilités lissées pour les rendements des obligations (MS-AR).....	75
Figure 23 Probabilités lissées pour les rendements des CDS (MS-AR).....	76
Figure 24 Probabilités lissées des changements de régime (MMSH(3)).....	82
Figure 25 Corrélogrammes des résidus.....	83
Figure 26 Estimation par noyau de la densité des résidus .....	83
Figure 27 Diagrammes Quantile-Quantile des résidus .....	84
Figure 28 Coefficients de corrélation entre les résidus (indices).....	85

Figure 29 Coefficients de corrélation entre les résidus (obligations) .....	86
Figure 30 Coefficients de corrélation entre les résidus (CDS) .....	87
Figure 31 Coefficients de corrélation entre les résidus (CDS/indices).....	88
Figure 32 Coefficients de corrélation entre les résidus (obligations/indices).....	89
Figure 33 Différences de comportement entre les relations indice-obligation .....	90
Figure 34 Coefficients de corrélation entre les résidus (obligations/CDS) .....	91
Figure 35 Différences de comportement entre les relations obligation/CDS .....	92

# Liste des annexes

---

A. Dynamique de corrélation entre les marchés actions et obligations.....	102
B. Evolution des marchés du crédit grec (taux d'intérêt et prime de CDS).....	104

# Introduction générale

---

La crise économique et financière qui a émergé durant l'été 2007 a entraîné une forte révision à la hausse de la perception du risque souverain et une pression sans précédent sur les dettes des pays européens en difficulté budgétaire. La crise s'est ensuite propagée vers d'autres pays membres de la zone euro par différents mécanismes de transmission. Afin de mieux gérer cette crise et stabiliser les marchés financiers, il est nécessaire d'identifier ces mécanismes et de comprendre la dynamique des relations qui existent entre les différents actifs financiers.

S'il n'est nul besoin d'être un spécialiste de la finance pour se rendre compte que nous sommes actuellement dans une grave crise financière, il est par contre nécessaire d'avoir des connaissances approfondies dans ce domaine pour pouvoir réellement cerner tous les tenants et aboutissants permettant une meilleure gestion de la crise. En temps qu'ingénieur et passionné de finance, c'est tout naturellement que je me suis intéressé à cette problématique. Ce mémoire se plonge donc dans l'analyse quantitative des marchés financiers dans le but de mieux appréhender les relations pouvant exister entre différents actifs et s'intéresse particulièrement à deux phénomènes importants, la contagion et la fuite vers des actifs moins risqués, qui sous-tendent la crise actuelle.

Dans ce contexte, ce mémoire est composé de deux grandes parties. La première partie se concentre sur les notions théoriques et sur la méthodologie d'analyse. Le Chapitre 1 introduit la notion de contagion financière et permet de faire la distinction entre une continuité de liens forts qui existaient avant la crise (interdépendances) et une réelle contagion financière (contagion pure). Les principaux canaux de transmission de la contagion sont également présentés. Le Chapitre 2 donne quelques informations élémentaires sur un actif financier souvent pointé du doigt durant la crise, le Credit Default Swap (CDS). Ce chapitre présente les caractéristiques de ce marché et propose une première explication concernant le lien entre les CDS et les obligations. Le Chapitre 3 est consacré à la crise de la dette souveraine en elle-même. Premièrement, un bref historique sur ses origines et son déroulement est proposé. Ensuite, les mécanismes de transmission ayant joué un rôle dans la crise sont mis en évidence. Enfin, les

effets sur le marché des CDS et sur la gouvernance des Etats sont abordés. Le Chapitre 4 présente la méthodologie qui a été suivie dans les études empiriques. Deux types de modèles non linéaires habituellement utilisés pour évaluer la contagion y sont présentés. D'une part, les modèles autorégressifs à changements de régime markoviens (MS-VAR) seront appliqués afin de détecter des changements structurels et des transitions entre équilibres multiples. D'autre part, le modèle autorégressif généralisé avec hétéroscédasticité conditionnelle et corrélations conditionnelles dynamiques (DCC-MVGARCH) sera appliqué afin de mettre en évidence les changements significatifs de corrélation entre actifs.

La seconde partie de ce mémoire est constituée de deux études empiriques. Dans le Chapitre 5, la première étude met en avant les différences de comportement au niveau des corrélations entre les indices financiers et les obligations souveraines avant et après la création de la zone euro. Cette approche permet d'introduire le contexte financier existant avant le début de la crise et met déjà en avant certains comportements particuliers. La seconde étude empirique, présentée dans le Chapitre 6, cherche dans un premier temps à mettre en évidence l'existence de transitions entre équilibres multiples et la présence de points de retournement de l'activité financière. Dans un second temps, l'étude tente d'identifier les mécanismes de propagation de la crise et d'expliquer l'évolution des relations entre les marchés des actions et les marchés de la dette souveraine (obligations et CDS) des pays de la zone euro au cours de la crise.

# 1. La contagion financière

---

La contagion des marchés financiers est aujourd'hui un phénomène que l'on ne peut ignorer. La propagation des crises financières n'est pas un phénomène nouveau, néanmoins l'effet de contagion est devenu plus critique depuis quelques années suite à l'évolution de deux éléments majeurs. D'une part, une rapide intégration économique au niveau international a renforcé les liens d'interdépendance entre les marchés et a donc augmenté les risques de propagation de chocs. D'autre part, on observe un plus grand impact du comportement des investisseurs sur les marchés. Ce développement est essentiellement dû à l'apparition de nouveaux produits financiers (par exemple le CDS avec son mécanisme d'appel de marge), à l'amélioration des systèmes de communication (Bloomberg, Reuters, compte de trading en ligne,...) et surtout à la recherche frénétique de gains financiers immédiats. La littérature se rapportant à la contagion financière fut donc prolifique ces dernières années. Impact du krach d'Octobre 1987, crise asiatique, crise russe, éclatement de la bulle des dot-coms, crise de prêts hypothécaires américains dits « subprimes », crise de la dette publique européenne,... toutes ces crises ont été de nouvelles occasions d'étudier des situations de transmission de chocs.

D'une manière générale, la contagion fait référence à la diffusion des perturbations des marchés financiers d'un pays vers les marchés financiers d'autres pays. Néanmoins, la littérature théorique n'est pas unanime sur une définition unique de la contagion. Il s'agit en effet d'un phénomène complexe aux multiples facettes. La contagion peut par exemple se répandre vers des pays qui ont une situation économique saine ou qui ont des liens commerciaux et financiers limités avec le pays dont la crise est originaire. Ce phénomène se manifeste habituellement sous la forme de fuites importantes de capitaux, de pressions sur les taux de change, d'une augmentation des taux d'intérêts, d'une augmentation de la volatilité des marchés, d'une chute des valeurs boursières ; qui peuvent faire baisser la crédibilité d'une monnaie nationale.

Les travaux théoriques sur la propagation des chocs peuvent être classés en trois catégories représentant trois mécanismes à l'origine de la contagion : les **chocs agrégés** affectant

les fondamentaux<sup>1</sup> économiques de plus d'un pays, les **chocs intrinsèques** à un pays spécifique et affectant d'autres pays et, pour finir, les chocs qui ne sont pas expliqués par les fondamentaux et qui sont considérés comme de la **contagion pure** (Masson, 1998).

## 1.1 Interdépendance

Les deux premiers mécanismes mettent en avant la propagation de crise résultant d'une interdépendance entre les marchés. L'interdépendance implique que les chocs, qu'ils soient globaux ou locaux, se propagent à travers des liens réels ou financiers et affectent les fondamentaux des pays. C'est pourquoi on peut regrouper ces deux mécanismes sous la dénomination de « **contagion basée sur les fondamentaux** » (fundamentals-based contagion) (Kaminsky et Reinhart, 2000). Néanmoins, ces formes de comouvement étant liées à une interdépendance existante avant l'apparition de choc, on peut également considérer qu'il ne s'agit pas d'une vraie contagion.

Les **chocs globaux** affectent simultanément les fondamentaux de plusieurs économies. Par exemple, une baisse rapide de la demande agrégée mondiale, un changement significatif des prix de matières premières ou une variation importante du taux de change entre les principales devises peuvent ralentir la croissance de nombreux pays. Les marchés boursiers de tous les pays affectés par ce choc évoluent alors simultanément et, après le choc, les corrélations de ces marchés peuvent augmenter. Ces types de chocs sont également appelés « **effets de mousson** » car ils affectent de manière semblable l'ensemble des pays concernés.

Un **choc dans un pays** (ou un groupe de pays) peut affecter les fondamentaux d'autres pays (Eichengreen, Rose et Wypolsz, 1996). Ce mécanisme peut fonctionner à travers un certain nombre de liens économiques, tels que des liens commerciaux et financiers ou la coordination de la politique économique. On parle donc d'**effets de « débordements »** ou d'interdépendance macroéconomique. Une dévaluation dans un pays peut par exemple augmenter la compétitivité

---

<sup>1</sup> Les fondamentaux portent sur les données économiques et monétaires d'une zone ou d'un pays (PIB, budget et dettes de l'état, ...)

des biens de ce pays et potentiellement diminuer la compétitivité des biens provenant d'autres pays. Cela peut non seulement avoir un effet sur les ventes de biens et services de ces pays, mais si la perte de compétitivité est suffisamment importante, cela peut également augmenter les attentes d'une dévaluation. La coordination de la politique économique peut également transmettre les chocs et avoir un impact sur les fondamentaux. Par exemple, le changement de politique économique ou financière d'un pays suite à un choc peut pousser d'autres pays à suivre des politiques de crise similaires ou encore une politique monétaire laxiste dans un pays peut pousser d'autres pays à augmenter leurs barrières commerciales.

## 1.2 Contagion pure

Le dernier mécanisme de propagation, la **contagion pure**, est défini comme une augmentation du comouvement des marchés qui ne peut pas être expliquée par les deux processus précédents. Elle implique donc la propagation d'une crise financière ne provenant pas de changements observés dans les fondamentaux macroéconomiques mais résultant uniquement du comportement des investisseurs et autres agents financiers. Ce type de contagion est donc causé par des **phénomènes dits « irrationnels »** tels que la panique, la perte de confiance, une augmentation de l'aversion au risque ou un comportement grégaire.

Motivés par l'absence de preuve que les fondamentaux économiques d'un pays soient toujours à l'origine de la contagion financière, les chercheurs ont donc essayé de trouver d'autres explications en modélisant la psychologie des investisseurs. Ils ont étudié différents canaux à travers lesquels les chocs sont transmis aux marchés financiers à cause du comportement des investisseurs. D'une part, on peut distinguer un canal lié aux pratiques des investisseurs, c'est-à-dire un ensemble d'actions qui semblent, ex-ante, individuellement rationnelles mais qui peuvent conduire à des comouvements excessifs sur les marchés financiers, dans le sens où ils ne peuvent être expliqués par les fondamentaux. Dans ce premier canal, on peut observer deux problématiques : les problèmes de choc de liquidité et les problèmes d'asymétrie d'information. D'autre part, l'existence d'équilibres multiples peut également impliquer des comportements contagieux.

### **1.2.1 Choc de liquidité**

Après un choc sur un marché, les investisseurs peuvent réajuster de manière automatique leurs portefeuilles en vendant des actifs de même type. Ceci a pour effet de transmettre le choc initial à d'autres marchés. Ce type de rééquilibrage de portefeuilles fait donc référence à de la contagion basée sur les fondamentaux. Néanmoins, lorsque ces réajustements sont réalisés en excès par rapport aux situations fondamentales, on parle de contagion pure. Lorsqu'une crise dans un pays produit des pertes importantes, elle réduit la liquidité des participants au marché. Même si les contraintes de liquidité peuvent toucher tous les investisseurs, ce type de comportement est le plus souvent observé chez les investisseurs utilisant des effets de levier. En effet, ils doivent faire face aux appels de marge et sont donc les plus susceptibles de rencontrer des difficultés de liquidité au début d'une crise. Face à ces problèmes de liquidité, les investisseurs ont tendance à conserver les actifs dont les prix se sont déjà effondrés et dont le marché est déjà devenu moins liquide et à vendre d'autres actifs de leurs portefeuilles. En faisant cela, ils provoquent une chute des prix sur d'autres marchés. Le trouble initial peut donc se propager à travers différents instruments financiers et différents marchés.

### **1.2.2 Asymétrie d'information<sup>2</sup>**

Un autre canal de transmission de la contagion pure est lié à l'imperfection de l'information entre les agents du marché. Un choc dans un pays A qui n'aurait pas d'effet réel et financier dans le pays B si l'information était publiquement observable, peut avoir un impact réel et financier si l'information n'est pas publiquement observable. La présence d'asymétries d'information amplifie les mouvements des prix des actifs financiers. On retrouve donc la notion de mouvements excessifs caractérisant la contagion pure.

En présence de ce problème d'asymétrie, les chocs de liquidité peuvent être encore plus contagieux. En effet, les agents informés peuvent être obligés de vendre des actifs pour répondre à des appels de marge ou des exigences réglementaires. Or, les agents non informés ne peuvent

---

<sup>2</sup> L'information est imparfaitement distribuée, certains agents étant naturellement, et de manière transitoire, mieux informés que d'autres. (Wikipedia)

faire la différence entre un choc de liquidité et un signal identifiant une dégradation des fondamentaux des pays concernés par les ventes d'actifs. Ce phénomène de mimétisme, résultant d'une mauvaise interprétation des actions des agents informés, conduit donc à une amplification des retraits de capitaux des pays concernés.

De plus, sans information contraire, une crise financière dans un pays peut conduire les investisseurs à croire que d'autres pays sont confrontés aux mêmes problèmes. Ce canal de transmission suppose que les investisseurs ne soient pas pleinement informés des vraies conditions macro-économiques de chaque pays. Ils prennent donc leurs décisions sur base d'indicateurs connus, incluant ceux d'autres pays, lesquels peuvent ou non refléter le véritable état de vulnérabilité des pays. Ils peuvent également prendre des décisions basées sur les actions d'autres investisseurs (qu'ils croient mieux informés ou qui agissent avant eux).

En présence d'asymétries d'information, on constate donc l'apparition de comportements moutonniers. On peut effectivement distinguer deux groupes d'investisseurs : les investisseurs informés et ceux qui le sont moins (ou pas du tout). Etant donné le coût de la collecte et du traitement de l'information, la plupart des petits investisseurs ne peuvent pas se permettre de collecter eux-mêmes les informations spécifiques à chaque pays. Il est généralement moins coûteux pour les investisseurs moins informés de suivre les actions des agents informés que de payer pour obtenir l'information. Ainsi, les agents peu informés vont prendre leurs décisions d'investissement en s'inspirant des actions des agents informés plutôt que de se baser sur leurs informations incomplètes. En période de crise, cette uniformisation des actions des investisseurs conduit à des ventes massives d'actifs financiers. La contagion est alors caractérisée par des réajustements de portefeuilles qui ne sont pas directement liés aux fondamentaux.

On peut justifier l'augmentation des comportements grégaires par deux éléments. D'une part, plus le nombre de pays où des investissements peuvent être réalisés augmente (processus de libéralisation financière), plus la collecte et le traitement de l'information sont coûteux. D'autre part, il est devenu plus difficile d'établir sa réputation dans un milieu où les investisseurs sont de plus en plus hétérogènes. Etant donné ce coût, il est souvent plus judicieux pour un investisseur de suivre la tendance plutôt que de prendre ses propres décisions et de risquer d'être discrédité. De plus, si les dépenses pour maintenir sa réputation sont élevées, un investisseur individuel peut s'abstenir d'agir le premier, et ce même si l'évolution du marché favorise la création d'un

nouveau portefeuille, de peur qu'il puisse souffrir d'une perte de réputation dans le cas où sa prise de position serait une erreur. Afin d'être du côté le moins risqué, les investisseurs individuels suivront le troupeau. En particulier, certains investisseurs, tels que les gestionnaires de fonds, orientent leurs décisions de manière à maintenir leur réputation. Or celle-ci dépend de la performance de leurs portefeuilles comparée à un portefeuille de marché donné plutôt que d'une performance absolue. Ils ont donc intérêt à ne pas trop s'éloigner de la tendance de ce portefeuille de marché. Toutes ces situations impliquent un comportement d'investisseur qui est individuellement rationnel mais qui cependant peut causer une augmentation de la volatilité financière.

### **1.2.3 Equilibres multiples**

Dans le cadre de la contagion pure, c'est la réalisation voire simplement l'anticipation d'une crise dans un pays qui déclenche la crise dans un autre pays et ce indépendamment d'un changement effectif ou futur des fondamentaux. Ceci induit un changement dans les attentes « auto-réalisatrices »<sup>3</sup> sur des marchés financiers sujets à des équilibres multiples pour des valeurs données des fondamentaux économiques. Il y a donc contagion lorsqu'un pays en crise pousse d'autres pays d'un bon équilibre à un mauvais équilibre. Ce mauvais équilibre peut être caractérisé par une dévaluation (crise de change), une chute du prix des actifs financiers, des sorties de capitaux ou un défaut sur une dette. Le passage d'un bon équilibre à un mauvais et la transmission de la crise à d'autres pays dépendent donc de la confiance des investisseurs envers les marchés et de l'évolution de leurs anticipations ; et non de l'existence de liens réels entre pays. Selon ces paramètres, l'économie sera ou non dans une « zone de crise » qui la rendra vulnérable à un saut vers un mauvais équilibre.

Par ailleurs, les investisseurs, qu'ils soient plus ou moins informés, tentent d'obtenir de nouvelles informations à partir d'investisseurs agissant en premier dans le réajustement de leurs portefeuilles. Supposons qu'un investisseur informé, se basant sur ces informations, prenne une mauvaise décision qui l'entraîne dans un mauvais équilibre. Les investisseurs moins informés

---

<sup>3</sup> Par exemple, les anticipations de dégradation d'une dette sont auto-réalisatrices car la probabilité de dégradation ou de défaut élevé tend à s'auto-valider en augmentant le coût de la dette et inversement.

peuvent être tentés de négliger leurs propres informations et suivre l'investisseur informé. Ils font alors basculer l'économie dans un mauvais équilibre.

### **1.3 Définition et mesure de la contagion**

Dans le cadre de ce mémoire, la contagion est définie comme **une augmentation significative des liens entre les marchés après un choc dans un pays (ou un groupe de pays)**. En se basant sur cette définition utilisée par Forbes et Rigobon (2002) dans leurs travaux, la contagion basée sur des fondamentaux n'est donc pas considérée comme une contagion financière. Il s'agit plutôt d'une continuité des liens forts qui existaient avant le choc. De plus, si l'augmentation du comouvement n'est pas significative, ceci traduit également une continuité des interdépendances entre les marchés.

Cette distinction entre les deux formes de contagion, fondamentale et psychologique, est autant théorique qu'empirique. Par exemple, Forbes et Rigobon (2002) opposent les théories non contingentes à celles contingentes aux crises. Dans le cadre des théories non contingentes aux crises, les mécanismes de transmission après un choc ne sont pas significativement différents de ceux existant avant la crise. Il n'y a donc « *pas de contagion, uniquement des interdépendances* ». Dans le cas des théories contingentes aux crises, le mécanisme de transmission durant la crise (ou juste après) est fondamentalement différent de celui qui prévalait avant la crise. La crise provoque un changement structurel de telle sorte que les chocs se propagent par l'intermédiaire d'un canal qui n'existe pas durant les périodes de stabilité financière.

Dans la suite de ce mémoire, différentes approches seront mises en œuvre afin de poser dans un cadre pratique les notions exposées précédemment. D'une part, l'augmentation significative de corrélation entre les mouvements des actifs sera mis en évidence à l'aide d'un modèle autorégressif généralisé avec hétéroscédasticité conditionnelle et corrélations conditionnelles dynamiques (DCC-MGARCH- Dynamic Conditional Correlation Multivariate Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity). D'autre part, un modèle à changement de régime permettra d'intégrer les notions d'équilibres multiples et de changements structurels.

# 2. Notions sur les Credit Default Swaps

---

Le but de ce chapitre est de donner quelques informations préliminaires sur les marchés des Credit Default Swaps (CDS) afin de mieux appréhender l'analyse des relations entre actifs qui sera réalisée dans la suite de ce mémoire. Les caractéristiques de ces marchés sont mises en avant et une première explication sur le lien entre les CDS et les obligations est exposée.

## 2.1 Le marché des CDS souverains

Un Credit Default Swap souverain est un produit conçu à l'origine comme une protection contre le défaut d'une obligation d'Etat. Ainsi l'acheteur de CDS paie une prime périodique qui lui garantit le paiement du nominal de son obligation en cas de défaut. Les CDS souverains sont donc devenus aujourd'hui des indicateurs très utilisés pour quantifier la qualité de crédit d'un Etat. Mais si les CDS sont des instruments de couverture pour les uns, ils sont également des instruments de spéculation pour les autres. Afin de mieux comprendre les relations qui les lient avec le marché obligataire, il est important de mettre en avant certaines caractéristiques de ces marchés (Boulay, 2011)

Le marché européen des obligations souveraines est, en termes de liquidité et de volume, extrêmement profond. Ceci lui offre, en théorie, une certaine efficacité. Malheureusement, ceci est loin d'être le cas du marché des CDS souverains qui, par sa taille limitée et ses faibles volumes, a un comportement beaucoup plus irrégulier. Ainsi, par exemple, le rapport de volume entre le marché CDS et obligataire pour la France est de l'ordre de 1 pour 400 (cf. Figure 1).

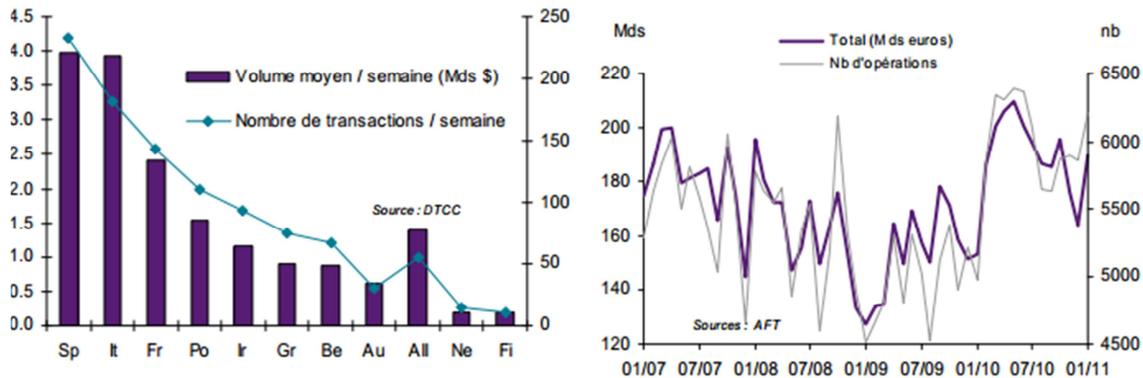


Figure 1 Comparaison des volumes sur les marchés souverains. A gauche: Transactions hebdomadaires sur le marché des CDS. A droite: Transactions quotidienne sur les obligations d'Etat française.

Fin 2010, les principaux acteurs sur le marché des CDS souverains étaient les reporting dealers<sup>4</sup> (50%) suivis par les banques et institutions financières (25%) (cf. Figure 2). Les hedge funds ne détenaient que 2% de positions longues, ce qui est une taille particulièrement faible. Entre 2006 et 2010, on a observé une baisse des positions longues pour tous les intervenants excepté les banques et les institutions financières (+39%). Celles-ci achètent de la protection pour réduire leur exposition au risque de crédit provenant de leurs portefeuilles d'obligations.

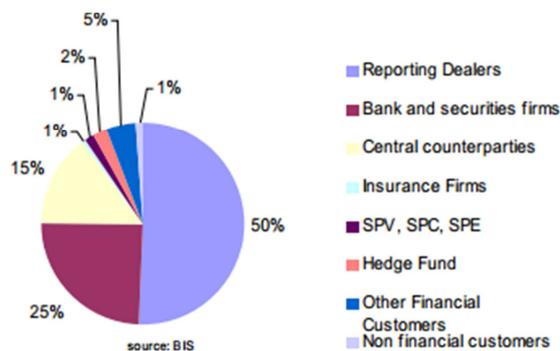


Figure 2 Principaux acteurs du marché des CDS souverains

Il est important de se rappeler qu'en théorie, l'achat (respectivement la vente) d'un CDS est économiquement équivalent à avoir une position courte (respectivement longue) sur l'obligation sous-jacente (Bonnet, 2012). Il existe donc un arbitrage possible entre ses deux actifs. Lorsqu'un investisseur estime que le coût de protection est sous-estimé par rapport au

<sup>4</sup> Equivalent des market makers sur le marché des CDS.

spread<sup>5</sup> de l'obligation, il peut acheter l'obligation et sa protection. Cependant, ceci implique un coût de liquidité (facilité d'accès à l'obligation) et un coût de financement. Au contraire, lorsqu'il estime que le coût de protection est trop cher, il peut vendre l'obligation et la protection. Ceci impose d'emprunter l'obligation et donc de payer les frais de repo associés. Les coûts de liquidité et de repo sont les paramètres qui permettent en principe d'expliquer la raison pour laquelle la prime du CDS et le spread de l'obligation peuvent être différents. Cette différence est appelée base.

## **2.2 Lien entre primes des CDS et spreads obligataires**

Les déterminants traditionnels des CDS souverains sont **les taux de défaut anticipés**, les taux de recouvrement et la **volatilité** tandis que, pour les obligations, ces déterminants sont le **déficit** budgétaire, l'**aversion pour le risque**, la **liquidité** ainsi que l'inflation et la croissance. L'existence de fondamentaux théoriques communs implique donc des relations étroites entre ces deux marchés. Ainsi l'impact d'une hausse de la **volatilité** n'étant pas la même sur tous les CDS, les investisseurs peuvent, par **aversion pour le risque**, se diriger vers le marché obligataire, et plus particulièrement sur les dettes considérées comme valeurs refuges et ayant une forte **liquidité**. Une relation négative entre taux d'intérêt et CDS peut donc exister. D'autre part, la raison première d'achat d'un CDS est de se protéger contre le risque de **défaut** d'une obligation détenue en portefeuille. Une dégradation de la qualité de l'émetteur, liée par exemple à un problème de **déficit**, entraîne une hausse du taux d'intérêt requis par l'investisseur mais également une hausse de la prime de CDS car la probabilité de défaut augmente. On observera donc dans ce cas une relation positive entre taux d'intérêt et CDS.

Au-delà des fondamentaux théoriques communs et du lien financier entre les CDS et les obligations ainsi que de la possibilité d'arbitrer leur valeur respective, la question qui se pose est de savoir si cette relation est observée historiquement et quelle est la réactivité de chacun des

---

<sup>5</sup> Le spread est ici défini comme l'écart entre le taux de rendement de l'actif et le taux de rendement de l'actif « sans risque ».

marchés. Des études récentes montrent que les CDS jouent un rôle leader pour les Etats dont la qualité de crédit est la plus faible tandis que pour les autres, le marché obligataire reste plus réactif. Certains points ont également été mis en avant par les acteurs du marché. Premièrement, les possibilités d'arbitrage entre CDS et obligations souveraines sont coûteuses à mettre en place et très risquées. Deuxièmement, les deux marchés correspondent à des problématiques distinctes et sont animés par des acteurs différents. Le marché obligataire souverain est très profond et les obligations servent, pour certaines, de valeur refuge. Les obligations souveraines sont également utilisées par les banques comme couverture contre le risque de taux. Les CDS souverains servent quant à eux de couverture d'exposition globale macro-économique sur un pays et permettent de réduire des expositions à la dette souveraine.

Les arguments évoqués précédemment vont donc dans le sens d'une faible influence entre la prime du CDS et le prix de l'obligation. Il est néanmoins concevable que des investisseurs décident de vendre des obligations qu'ils détiennent si les tensions sur les primes de CDS associés sont trop élevées, soit par aversion au risque, soit en raison de politiques de risque interdisant d'intervenir sur des titres dont les spreads sont supérieurs à un certain niveau. Ces changements de position peuvent conduire à une baisse du prix des obligations (donc une hausse du spread). Alternativement, les investisseurs pourraient acheter des CDS pour couvrir tout ou une partie de leurs positions, avec pour conséquence une augmentation de la prime. En fonction des coûts des CDS et de la liquidité des marchés obligataires secondaires, les investisseurs choisissent l'une ou l'autre des stratégies, ce qui fait converger les prix des deux marchés.

# **3. La crise de la dette souveraine européenne**

---

A partir du milieu des années 1990, plusieurs crises liées à la dette publique des Etats ont été observées. La Russie en 1998, l'Equateur et le Pakistan en 1999, l'Argentine en 2001 ont par exemple déclaré leur incapacité à honorer leurs engagements financiers vis-à-vis de leurs créanciers extérieurs. D'autres pays tels que le Mexique (1995) ou le Brésil (1998, 2001, 2002) ont été confrontés à des importants risques de défaut de paiements. Cependant, la crise financière internationale de 2007 reste l'une des crises les plus graves jamais vécues car elle a touché presque tous les secteurs tant privés que publics du monde entier. De plus, les problèmes rencontrés lors des restructurations de dettes sont différents de ceux des années antérieures. Durant les années 2000, les pays emprunteurs ont en effet utilisé des produits dérivés afin d'émettre davantage de titres obligataires. Les créanciers des Etats souverains sont donc plus nombreux et les instruments financiers utilisés plus complexes. Les restructurations sont par conséquent devenues plus longues, imprévisibles et coûteuses pour le débiteur et ses créanciers au point de devenir nuisibles pour la stabilité du système financier international.

Afin de mieux comprendre les tenants et aboutissants de cette crise, les deux premières parties de ce chapitre retracent brièvement son déroulement, de son origine jusqu'en début 2012. Une troisième partie est consacrée aux mécanismes ayant joué un rôle dans la propagation de la crise. La quatrième partie montre les effets observés sur le marché des CDS souverains. Enfin, la dernière partie de ce chapitre montre les conséquences de la crise pour les Etats.

## 3.1 Origine et dynamique

Le but de cette section est de présenter les différents éléments qui ont conduit à la crise de la dette souveraine actuelle depuis l'éclatement de la bulle immobilière américaine et la crise des subprimes jusqu'à la faillite de Lehman Brothers

### 3.1.1 Origine de la crise : L'explosion de la bulle immobilière aux Etats-Unis

La plus grande crise financière et économique depuis les années 1930 a débuté dans le secteur du marché hypothécaire des Etats-Unis appelé marché des « subprimes ». Les subprimes désignent une forme de crédit permettant l'accès à l'immobilier à des ménages ne présentant pas de garanties nécessaires pour accéder aux emprunts ordinaires (dits « primes »). Il s'agit donc d'hypothèques à haut rendement avec un risque de défaut élevé de la part de l'emprunteur. Pour les créanciers, les prêts subprimes étaient considérés comme individuellement risqués mais globalement sûrs et rentables grâce à la hausse rapide et continue du prix de l'immobilier. En effet, si un emprunteur ne pouvait payer, la revente du bien immobilier permettait au prêteur de récupérer son dû. En 2006, ce type de crédit représentait 10% de la totalité de la dette hypothécaire américaine.

La forte rentabilité de ces créances a amené les organismes de prêts à en proposer à des familles à faible revenu et peu informées du risque de saisie du logement, puis à s'en débarrasser en les transformant en titres représentatifs, appelés asset-backed security (ABS)<sup>6</sup>. Ces titres étaient ensuite revendus à des banques ou à des rehausseurs de crédits qui s'en servaient à leur tour pour créer des collateralized debt obligation (CDO)<sup>7</sup>. Ce mécanisme de titrisation des

---

<sup>6</sup> Un asset-backed security (ABS), ou « valeur mobilière adossée à des actifs » en français, est une valeur mobilière dont les flux sont basés sur ceux d'un actif ou d'un portefeuille d'actifs. La titrisation est le principal vecteur de création de ces actifs. Les flux peuvent par exemple être basés sur ceux d'un portefeuille d'emprunts immobiliers, de paiements de cartes bancaires, de créances commerciales. (Wikipedia)

<sup>7</sup> Les CDO (en français : « obligation adossée à des actifs ») sont des produits de crédit structurés, composés d'un portefeuille d'actifs à revenus fixes ou variables. Ils prennent la forme de titres de dettes émis par une structure ad-hoc, souvent un véhicule de titrisation (SPV), qui achète et détient des obligations émises par des entreprises ou des banques et/ou parfois des prêts bancaires. Ces actifs sont divisés et hiérarchisés en diverses tranches en fonction d'accord de subordination. Les titres émis par le SPV sont des obligations garanties par les créances à l'actif du SPV.

créances a permis aux banques de sortir les prêts de leur bilan et d'éviter d'immobiliser cette réserve de fonds propres. Il s'agit également d'une opération visant à diminuer les risques puisqu'elle regroupe des créances provenant de plusieurs États américains de façon à permettre en théorie une meilleure diversification du risque. Le risque de défaut de paiement est ainsi partagé entre de nombreux créanciers. Cependant, l'effet bénéfique de la diversification n'est effectif que si les défauts de paiement se produisent de façon isolée. S'ils arrivent de façon massive et simultanée, la titrisation peut répandre le risque à l'ensemble du système financier. Un autre problème posé par la titrisation est l'asymétrie d'information : l'exposition réelle à des produits « toxiques » est rendue impossible par la complexité et l'opacité du mécanisme de titrisation.

Il ne manquait donc plus qu'une étincelle pour mettre le feu aux poudres. Cette étincelle arriva **fin 2006** avec la fin de la croissance du marché immobilier américain et les difficultés croissantes rencontrées par les ménages américains à faible revenu pour rembourser les crédits qui leur avaient été consentis pour l'achat de leur logement. Les prêteurs se sont montrés intraitables avec les familles en retard de paiement et les logements saisis ont été mis sur le marché, faisant ainsi peu à peu chuter les prix des biens immobiliers. L'éclatement de la bulle immobilière aux Etats-Unis a fait passer le taux moyen de défaut de 11% début 2006 à plus de 20% en 2008.

### **3.1.2 D'une crise de confiance à une crise de liquidité de financement**

Dans ce contexte de retournement de prix de l'immobilier, la revente du logement n'a plus suffi à couvrir la créance. Les organismes prêteurs et leurs banquiers ont donc commencé à connaître également des difficultés financières. La méfiance s'est installée envers les créances titrisées (ABS et CDO) qui comprenaient une part plus ou moins grande de crédits « subprimes », puis envers les fonds d'investissement, les OPCVM<sup>8</sup> et les banques susceptibles de détenir ces dérivés de crédit.

---

En général, les CDO vont exposer les investisseurs à différentes tranches du risque total du portefeuille de créances. (Wikipedia)

<sup>8</sup> Un Organisme de placement collectif en valeurs mobilières est une entité qui gère un portefeuille dont les fonds investis sont placés en valeurs mobilières (monnaie, obligations et/ou actions). (Wikipedia)

Les incertitudes sur la liquidité des « collatéraux » et sur la localisation des titres contaminés ont progressivement bloqué les relations interbancaires. Pour se financer, les banques ont été obligées de vendre des actifs qui n'avaient pas encore été touchés par la crise. Cette vente massive d'actifs de « bonne » qualité a également entraîné une chute de leur prix. Face au manque de liquidité et à la dépréciation de leurs fonds propres, de nombreuses institutions financières ont rencontré des difficultés ou se sont retrouvées en état de faillite. L'Europe a tout autant été touchée par la crise que les Etats-Unis. Pour exemple, Northern Rock, la plus grande banque hypothécaire britannique a été nationalisée en février 2008.

### **3.1.3 D'une crise de liquidité à une crise financière et économique**

Durant l'été 2007, la crise des subprimes a donc entraîné une baisse modérée (et attendue par les spécialistes) sur les marchés boursiers provoquée par un arrêt temporaire de la spéculation. La chute s'est ensuite accélérée avec les ventes massives des banques ayant besoin de liquidité. Mais la baisse la plus profonde s'est produite à l'automne 2008 lorsqu'il devint évident que beaucoup de banques n'avaient pas assez de réserves pour faire face à leurs pertes. La crise a ainsi franchi un nouveau cap en **septembre 2008** lorsque les autorités américaines ont décidé de ne pas sauver la banque d'investissement Lehman Brothers. Les Etats-Unis avaient pourtant déjà renfloué d'autres institutions financières tels que la banque d'investissement Bear Sterns et les agences hypothécaires Freddie Mac et Fannie Mae. C'est pourquoi cette décision inverse a fortement déstabilisé le marché financier mondial. Afin d'éviter le même sort, les banques d'affaires Goldman Sachs et Morgan Stanley se sont transformées en simples banques commerciales afin d'être éligibles aux aides de liquidité de la Fed. En Europe, les banques Dexia et Fortis ont été sauvées par le Benelux et la France et plusieurs banques irlandaises ont reçu l'aide de leur gouvernement. En quinze mois, la crise de liquidité se changea en une crise de solvabilité puis en une crise financière internationale.

La crise financière a ensuite conduit une crise économique réelle. En effet, les mouvements de panique sur les marchés boursiers ont contribué à un transfert des risques de la sphère financière à la sphère réelle et la plupart des pays ont du revoir leurs prévisions de croissance à la baisse.

## 3.2 Vers une crise de la dette publique

A la suite de la faillite de Lehman Brothers, les primes sur les CDS souverains en Europe se sont envolées et les écarts (spreads) entre les primes des pays se sont élargis (cf. Figure 3). La perception du risque sur les dettes souveraines s'est accrue et l'attention des investisseurs s'est rapidement tournée vers les faiblesses et les problèmes de solvabilité spécifiques à certains pays en difficulté.

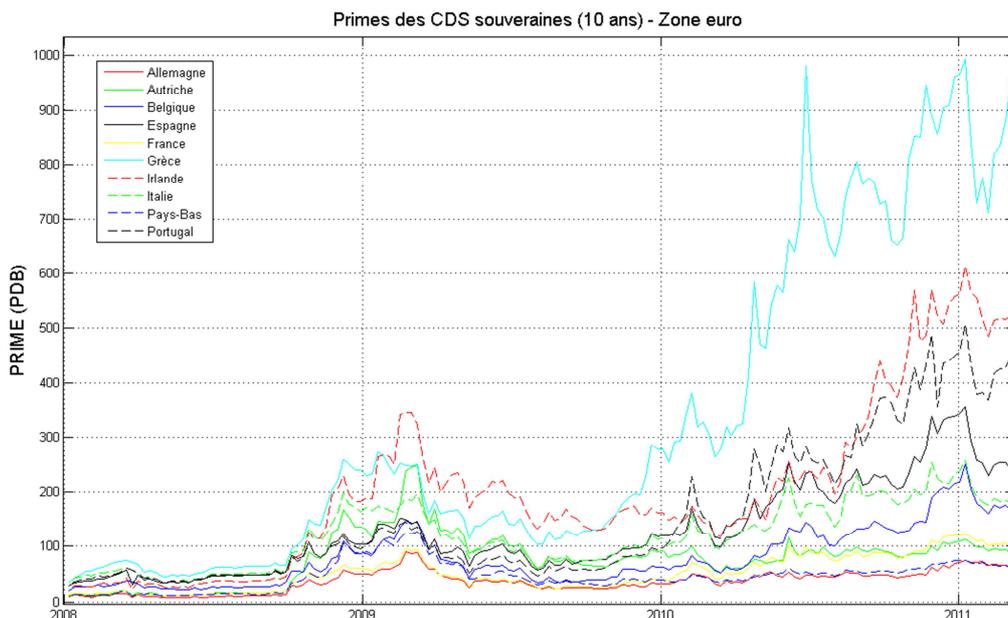


Figure 3 Primes sur le marché européen des CDS souverains à 10 ans (données hebdomadaires –DATASTREAM)

Les premiers facteurs à l'origine de ces faiblesses sont la rigidité des dépenses de fonctionnement et le déficit budgétaire structurelle. Néanmoins, la montée de certaines dépenses de protection sociale en période de récession telles que les indemnités de chômage a également entraîné une baisse rapide des recettes fiscales. De plus, les déséquilibres des comptes publics ont été aggravés par le financement de plans de relance budgétaire pour contrer la crise. Ces mesures visaient à stabiliser la demande et éviter la destruction des capacités productives efficaces. Pour éviter la faillite de certaines banques, les Etats ont également dû s'engager financièrement en injectant des capitaux dans le secteur bancaire. Il existe donc un lien entre le risque de la dette publique et les faiblesses du secteur bancaire. En Irlande, par exemple, les primes sur les CDS ont commencé à augmenter après que le gouvernement ait étendu sa garantie sur les banques irlandaises. Enfin, le ralentissement de la croissance a accentué les efforts budgétaires nécessaires pour stabiliser la dette publique.

### 3.2.1 Les prémices

Les inquiétudes européennes sur la dette souveraine ont commencé à se transformer en une crise à part entière en **automne 2009**, lorsque deux évènements importants se combinèrent pour mettre fin à la tranquillité toute relative des marchés financiers. Pour commencer, en octobre, le nouveau gouvernement grec a révélé que le déficit budgétaire était deux fois plus important qu'annoncé lors des prévisions. Ensuite, en novembre, Dubai World, le conglomérat détenu par le gouvernement de l'Emirat du Golfe, a demandé à ses créanciers un moratoire de six mois sur ses dettes. Ces nouvelles ont secoué les marchés financiers du monde entier et ont conduit à une forte augmentation de l'aversion au risque.

Au vu de l'aggravation rapide de la situation budgétaire en Grèce, les marchés financiers et les agences de notations portèrent leur attention sur les déséquilibres budgétaires grecs. Les primes sur les CDS grecs ont alors augmenté rapidement à plus de 400 points de base<sup>9</sup> au début de 2010, reflétant ainsi une augmentation significative des anticipations du marché quant à un défaut ou une restructuration de la dette grecque. Néanmoins, jusqu'en mars 2010, il y avait relativement peu de contagion à d'autres économies européennes. A l'époque, beaucoup d'investisseurs considéraient encore que l'impact d'un événement de crédit grec pouvait être contenu puisque la dette grecque ne s'élevait qu'à une petite fraction de la dette publique totale de la zone euro.

Il est devenu clair aujourd'hui que les mesures d'austérité budgétaire adoptées en Grèce n'ont pas été suffisantes pour rassurer les investisseurs. La crise commença donc à s'étendre à d'autres pays européens. A l'époque, la principale préoccupation était qu'un défaut de la Grèce conduirait les investisseurs à perdre la confiance dans d'autres pays de la zone euro avec une dette moins grave mais similaire et des problèmes de déficits comme le Portugal et l'Irlande, et peut-être même à de plus grands pays comme l'Italie ou l'Espagne. Une autre préoccupation était que le déclassement des dettes publiques les plus risquées par les agences de notation pouvait déstabiliser le marché interbancaire européen puisque ces dettes ne seraient plus acceptées en garantie par la Banque centrale européenne (BCE).

---

<sup>9</sup> 100 points de base représente 1%. 400 point de base d'un CDS protégeant 10 millions d'euros de dettes pendant cinq ans coûte donc 400 000 € par an.

### 3.2.2 Première phase critique

Face à ces inquiétudes, les pays de l'UE ont annoncé en mars 2010 qu'ils mettaient en place conjointement avec le FMI un mécanisme de prêts de crise pour la Grèce ou d'autres pays qui pourraient en avoir besoin. Cependant, l'effet de cette annonce sur la confiance du marché resta limité. La quantité des fonds engagés dans le mécanisme a été considérée par les marchés comme insuffisante au cas où des pays autres que la Grèce devaient être aidés.

**Fin avril**, la crise est alors entrée dans sa phase la plus critique. Après que la Grèce ait affiché un budget avec un déficit pire que prévu, les investisseurs ont commencé à craindre que le gouvernement grec ne soit pas en mesure de refinancer une quantité relativement importante de sa dette venant à échéance en mai si un plan de sauvetage n'était pas rapidement mis en place. Le **23 Avril 2010**, le gouvernement grec demanda que le mécanisme de prêt de crise créé par l'UE et le FMI puisse être activé. Le **27 Avril** la cote de la dette grecque fut dégradée par Standard & Poor's, ce qui a rendu la dette publique grecque inéligibles à titre de garantie auprès de la BCE. La rétrogradation simultanée du Portugal et celle de l'Espagne qui a suivi n'ont fait qu'accroître le sentiment négatif du marché. La prime sur les CDS liés à la dette publique grecque est passée à plus de 900 points de base, un niveau qui n'avait été vu auparavant que dans les pays émergents ou dans les économies en développement. Les marchés boursiers européens ont chuté, et l'euro s'est déprécié face aux principales devises. Dès lors, l'impact se propagea au-delà de l'Europe, provoquant des reventes massives sur les marchés boursiers mondiaux. La crise se propagea sur les marchés interbancaires, ravivant les mêmes préoccupations qu'en automne 2008 au sujet de l'augmentation du risque de contrepartie.

Saisis par un sentiment d'urgence, les autorités européennes ont réagi par un certain nombre de mesures de grande envergure. Début **mai 2010**, un accord de prêt de crise a été conclu avec la Grèce pour un total de 110 milliards d'euros, assez pour couvrir les besoins de financement de la Grèce jusqu'en 2012. La Banque centrale européenne assouplit ses règles et déclara que les obligations grecques resteraient éligibles comme garanties malgré leur notation, avant d'annoncer une politique de soutien du prix de certaines dettes publiques par le biais

d'achats sur le marché secondaire<sup>10</sup>. Une nouvelle entité, le Fonds européen de stabilité financière (FESF), a été créée pour accorder des prêts de crise conditionnels pour les gouvernements de la zone euro touchés par la contagion de la crise grecque<sup>11</sup>. Les mouvements des prix des actifs consécutifs à ces annonces suggèrent que la contagion liée à la crise grecque s'atténua dans un premier temps. Les primes des CDS européens ont diminué et l'euro s'est apprécié. Cependant, ce rebond sur les marchés s'est avéré n'être que temporaire. Les investisseurs ont continué à se soucier des interactions négatives se renforçant mutuellement entre réduction budgétaire, problèmes bancaires et récession économique.

A la fin de l'année 2010, la prime de CDS sur la dette irlandaise a également fortement augmenté. Cependant, la crise irlandaise diffère de celle de la Grèce par son origine, le secteur bancaire, et par son débordement sur la dette publique. Après plusieurs opérations de sauvetage des banques par le gouvernement, le système bancaire irlandais a dû compter sur l'apport de liquidités octroyées par la BCE, tandis que le gouvernement irlandais perdait l'accès aux marchés privés, avec des écarts de taux d'intérêts au-dessus du Bund allemand atteignant 600 points de base. Fin **novembre 2010**, le gouvernement irlandais a demandé et obtenu un paquet de soutien financier de 85 milliards d'euros de la part de l'UE et du FMI.

### **3.2.3 Deuxième phase critique**

En **mai 2011**, il est apparu que la Grèce ne pourra pas revenir sur les marchés en 2012 et qu'une autre source de financement devra être trouvée. En effet, malgré ses efforts le pays n'est pas arrivé à réduire la fraude fiscale et a vu sa récession aggravée par l'austérité.

---

<sup>10</sup> Les banques membres du Système Européen de Banques Centrales (SEBC) pouvaient dès lors commencer à acheter de la dette publique dans "ces segments de marché dysfonctionnels». La décision de la SEBC a été motivée par la conviction que le prix des dettes de certains états avait atteint des niveaux qui étaient anormalement bas, étant donné l'engagement du gouvernement de ces états à un ajustement budgétaire.

<sup>11</sup> Le FESF a été doté de 750 milliards d'euros de ressources. Le FESF peut émettre jusqu'à 440 milliards d'euros de la dette sur le marché pour lever les fonds nécessaires pour fournir des prêts aux pays en crise dans la zone euro. Ces ressources sont complétées par 60 milliards d'euros provenant du Mécanisme Européen de Stabilisation Financière (MESF), c.à.d. des fonds levés par la Commission européenne, et jusqu'à 250 milliards d'euros provenant du Fonds Monétaire International (FMI). Le FESF ne devrait accéder aux marchés qu'après qu'un membre de la zone euro ait présenté une demande d'aide. Les premières obligations FESF ont été émises en Janvier 2011 dans le cadre du paquet de soutien financier de l'UE / FMI pour l'Irlande.

Début **juillet 2011**, la situation en Grèce poussa Moody's à rétrograder à nouveau la note du Portugal. Selon l'agence de notation, l'augmentation du risque de défaut de la Grèce a augmenté la probabilité que le Portugal ait besoin d'un second plan d'assistance financière<sup>12</sup>. La rétrogradation du Portugal et, surtout, la persistance des craintes d'un défaut de la Grèce, ont déclenché une vente massive d'emprunts espagnols et italiens alors qu'à l'époque aucun mauvais chiffre n'avait encore été publié sur l'économie ou la situation budgétaire de ces pays. Le **18 juillet 2011**, le rendement des emprunts d'État italiens avait progressé de près de 100 points de base et celui des emprunts espagnols de plus de 80 points.

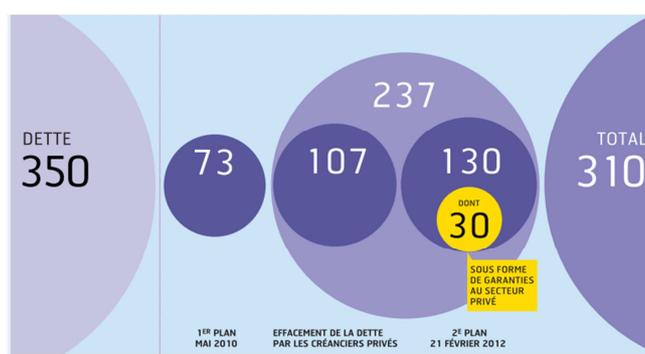


Figure 4 Plan de sauvetage de la Grèce (en milliards d'euro)

En réaction à cette nouvelle phase critique, les dirigeants européens ont adopté le **21 juillet 2011**, les grandes lignes d'un second plan de sauvetage. Ce plan permit à la Grèce de bénéficier de 109 milliards d'euros de fonds publics (2/3 FESF et 1/3 FMI). Par ailleurs, il instaura une contribution dite « volontaire » des créanciers privés avec l'abandon de 21% des créances (soit une contribution d'environ 50 milliards d'euro). De plus, les taux des prêts du FESF ont été ramenés de 4.5% à 3.5% et leur durée de remboursement a été allongée. Malheureusement, ce plan n'a pas été suffisant pour venir à bout de l'insolvabilité de la Grèce.

<sup>12</sup> Selon Moody's, « Il existe un risque croissant que le Portugal ait besoin d'un second plan d'assistance financière avant de pouvoir se financer lui-même sur les marchés internationaux, en particulier s'il devait subir la contagion d'un défaut de paiement de la Grèce, ou simplement pâtir de la probabilité croissante d'un tel défaut. Cette contagion modifierait significativement les risques pour les investisseurs qui détiennent actuellement des emprunts portugais, étant donné que la participation des créanciers privés est de plus en plus considérée comme une condition préalable à tout nouveau plan d'aide. »

Une seconde version est proposée le **27 octobre** et prévoit cette fois un abandon de 50% des créances privées (soit près de 100 milliards d'euros) en plus des 109 milliards provenant des créanciers publics. Le **21 février 2012**, l'accord final sur le deuxième plan de sauvetage de la Grèce est entériné. Comme le montre la Figure 4, les Européens ont accordé à la Grèce un plan d'aide d'un montant total de 237 milliards d'euros dont 107 milliards provenant d'une contribution « volontaire » des créanciers privés, le reste provenant du FESF et du FMI. De plus, la BCE et les autres banques centrales de la zone euro ont renoncé aux plus-values sur les obligations de la dette grecque qu'elles détiennent.

### **3.3 Mécanismes de contagion durant la crise de la dette souveraine**

Afin de stopper la propagation et l'amplification de la crise, des actions fortes et rapides des pouvoirs publics sont nécessaires. Pour cela, il est nécessaire de mieux comprendre comment les chocs sur les marchés souverains affectent en profondeur les marchés financiers et les systèmes bancaires de manière à pouvoir gérer au mieux la crise et identifier les canaux de transmission. Les principaux vecteurs de propagation de cette crise de la dette souveraine ont été les taux d'intérêt des obligations d'Etat, le système bancaire et l'économie réelle.

#### **3.3.1 Les taux d'intérêt des obligations d'Etat**

Les obligations d'Etat sont en théorie considérées comme des actifs sans risques. Elles sont une référence pour la valorisation de nombreux autres titres. Ainsi, une augmentation des rendements souverains entraîne mécaniquement une hausse des coûts de financement pour tous les agents du secteur privé. Les investisseurs ont une vision de plus en plus négative de la situation dans les pays en difficulté de la zone euro. Ils comprennent progressivement que ces pays sont confrontés à une crise de solvabilité et non une crise de liquidité. Ces pays s'endettent en effet de plus en plus auprès de l'UE, du FMI ou des marchés financiers. Leur taux d'endettement augmente donc et leur solvabilité se dégrade. On peut donc s'attendre à une hausse progressive des taux d'intérêt à long terme des pays concernés, ce qui affectera de facto leur croissance économique.

### **3.3.2 Le système bancaire**

La crise actuelle a mis en évidence que la contagion des marchés financiers à travers le système bancaire peut être problématique. Les banques détiennent en effet de la dette publique et ce pour différentes raisons, principalement à des fins de gestion de risque et de liquidité. Une des raisons qui explique pourquoi les banques détiennent des obligations d'Etat et d'autres obligations notées AAA est qu'elles peuvent s'en servir comme garantie pour les prêts interbancaires ou sur le marché des «repos» (accords de rachats). Un autre motif important pour lequel les banques détiennent des obligations d'Etat est l'accès à des liquidités publiques. En effet, les banques centrales exigent généralement des garanties sous la forme d'obligations d'Etat et d'autres titres très bien notés en contrepartie de prêts aux banques à taux très faible (taux directeur).

Ainsi, les banques sont exposées à une diminution brutale des prix de la dette souveraine puisqu'une part de leur actif est constituée d'obligations souveraines. De plus, les banques actives sur le marché des CDS en tant que vendeuses de protection sont également exposées à des pertes en valeur de marché et à des pertes réelles en cas de restructuration de la dette. Ces deux facteurs affaiblissent donc les ratios de fonds propres des banques et diminuent leur capacité de prêt à l'économie.

D'un autre côté, la crise de la dette souveraine provoque une intensification des tensions sur les financements des banques européennes. L'augmentation des rendements souverains a ainsi conduit à une hausse des rendements sur les obligations émises par les banques pour se financer. Cette contagion reflète la croyance selon laquelle les institutions financières nationales ne peuvent pas être moins risquées que les institutions souveraines. De plus, comme les banques possèdent généralement des positions importantes en obligations souveraines, la perception du risque bancaire sera de plus en plus négative et les coûts de financement des banques augmenteront continûment. Or une forte hausse des coûts de financement pénalise la rentabilité des banques et limite leur capacité à octroyer des crédits. Ceci va donc ralentir la croissance économique.

### **3.3.3 L'économie réelle**

Des ajustements budgétaires sont indispensables afin de rétablir la crédibilité des pays sur les marchés financiers. Lors de ces derniers semestres, la croissance économique a été largement soutenue par l'augmentation des investissements et des dépenses publics. Leur baisse pourrait donc peser sur la reprise. Dans les pays en difficulté avec leurs finances publiques, les entrepreneurs privés sont donc pénalisés, et le seront encore plus dans le cas où les prêteurs privés seraient inclus dans la restructuration des dettes publiques. Dans ces pays, les entreprises seront confrontées à des coûts de financement plus élevés et à des hausses des intérêts des crédits bancaires suite à l'augmentation des coûts de financement obligataires des banques. Ceci ne peut qu'affaiblir l'investissement et la croissance économique des pays en difficulté avec leur dette publique.

## **3.4 Effets sur le marché des CDS souverains**

Depuis l'émergence du problème du déficit budgétaire en Grèce, les marchés financiers portent une attention toute particulière au risque souverain. En conséquence, les primes des CDS souverains ont augmenté, principalement dans les pays périphériques de la zone euro (cf. Figure 3). Les primes des CDS souverains reflètent normalement la situation budgétaire réelle d'un pays. Néanmoins, les CDS sont très sensibles à des comportements spéculatifs dus à leur faible liquidité. Ainsi, une fois que les investisseurs ont pris conscience d'un risque souverain sur un pays, les primes sur les CDS de ce pays augmentent. De plus, par contagion, cette hausse peut se propager à d'autres pays, et cela même s'il n'y a pas de changement significatif de la situation budgétaire ou des fondamentaux de ces pays.

### **3.4.1.1 Expansion du marché**

Les transactions sur CDS souverains ont connu une expansion rapide. On note en effet une augmentation de plus de 30 % des encours entre 2009 et 2010. Trois facteurs expliquent cette augmentation de volume. Premièrement, les investisseurs ont augmenté l'attention qu'ils portent aux risques du secteur public suite à la mise en œuvre de plans de relance budgétaire et économique de grande envergure. Deuxièmement, l'activité sur le marché des CDS souverains a augmenté suite à une intensification des préoccupations des investisseurs concernant le risque souverain de certains pays européens à partir de l'automne 2009. Enfin, la liquidité des marchés des obligations d'État est relativement faible dans certains pays. Les CDS sont donc souvent utilisés pour couvrir le risque de fluctuations des prix des obligations souveraines.

### **3.4.1.2 Primes des CDS et risque budgétaire**

Vu le manque de profondeur du marché des CDS souverains, l'évolution des primes a été influencée par le comportement d'un petit nombre d'investisseurs. Lorsque ces investisseurs ont pris conscience des risques concernant dans un premier temps la Grèce puis les autres pays de la périphérie de la zone euro, leur attitude d'investissement a changé et les primes sur les CDS souverains ont augmenté. Les effets de cette hausse se sont ensuite propagés aux autres pays membres de la zone euro. Ceci a donc entraîné des comouvements dans les primes de CDS et

démontre que les primes sur CDS souverains ne sont pas seulement affectées par les fondamentaux économiques du pays de référence (facteurs idiosyncratiques). Elles le sont également par des effets globaux (qui touchent tous les marchés CDS simultanément) ou par des comportements « irrationnels » des investisseurs tels que des mouvements de panique ou un instinct grégaire (contagion pure).

### **3.5 Conséquences pour les Etats et future de la crise**

La crise a mis en évidence l'ampleur de l'interdépendance économique et financière créée par la détention de dettes publiques européennes par les banques de la zone euro. Une conséquence de l'intégration financière est en effet que ces banques sont exposées au risque moyen de la dette publique de la zone euro, et pas seulement au risque de la dette publique de leur pays d'origine. Ceci implique, puisque aucun gouvernement ne peut être indifférent à la santé de son système bancaire, que la dette publique en difficulté tend à devenir une « dette » pour tous les gouvernements en cas de crise.

Les mesures adoptées pendant la crise ont déjà conduit à une certaine collectivisation des dettes publiques. Les banques centrales de la zone euro ont assumé une partie du risque de la dette souveraine à travers les rachats de dettes en détresse dans les marchés secondaires. Le FESF a également institué un certain degré de solidarité budgétaire entre les gouvernements de la zone euro. Les prêteurs du FESF sont protégés par les rehaussements de crédit, prenant la forme d'une trésorerie tampon et d'une garantie collective limitée si un pays membre venait à faire défaut. Cela signifie que la défaillance d'un des pays membres du FESF pourrait ne pas être sans coût budgétaire pour les autres membres. Sans surprise, la crise a aussi donné un nouvel élan aux propositions visant à renforcer la gouvernance économique dans l'UE, en particulier la surveillance des politiques budgétaires.

Le récent regain de tension sur les marchés financiers, notamment sur les marchés de la dette souveraine, et son impact pour les Etats montre que la crise n'est pas encore derrière nous et que les actions des banques centrales sont encore indispensables pour accompagner le bon fonctionnement des marchés et le retour à une relance autonome. Afin de pouvoir piloter au mieux les mesures qui nous sortiront de la crise, une meilleure compréhension des mécanismes

de propagation au cours de la crise et des effets de contagion est nécessaire. La suite de ce travail consistera donc à utiliser des outils analytiques afin d'examiner plus systématiquement les données financières. Le but est en particulier de chercher à déterminer si la crise a modifié les relations existantes entre pays et entre les grandes classes d'actifs que sont les actions, les obligations et les CDS.

# 4. Méthodologie

---

Afin de mettre en évidence les phénomènes de contagion, il est important de pouvoir mieux comprendre la volatilité et la nature des liens qui peuvent exister entre les différents marchés financiers. Se basant sur les propriétés des séries financières, ce mémoire s'intéresse tout particulièrement aux modélisations non-linéaires des données. Les modèles développés permettent d'une part de détecter les changements structurels et d'autre part de mettre en évidence les mouvements excessifs des corrélations entre les actifs financiers.

## 4.1 Propriétés des séries financières

Les séries financières sont généralement caractérisées par leur volatilité, c'est-à-dire leur variation, à la hausse ou à la baisse, avec une amplitude plus ou moins forte. Afin d'étudier la volatilité d'une série financière, on analyse son rendement, c'est-à-dire la trajectoire de ses variations. Le rendement peut également être interprété comme la variation relative du cours d'une série financière. En notant  $P_t$  le cours d'une série financière à la date  $t$ , le rendement  $r_t$  peut s'écrire :

$$r_t = \log P_t - \log P_{t-1} \quad (\text{Eq. 1})$$
$$r_t \approx \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}} \quad (\text{Eq. 2})$$

Eq. 1 est également appelée différence logarithmique de la série financière.

De nombreuses études mettent en évidence certaines caractéristiques et régularités statistiques propres aux séries financières. Voici quelques uns de ces faits stylisés encore largement discutés dans la littérature (Charpentier, 2002) :

- **non stationnarité** des cours d'une série financière
- **absence d'auto-corrélation** des rendements
- auto-corrélation des carrés des rendements
- **clustering** : de fortes variations des rendements sont souvent suivies de fortes variations (regroupement des extrêmes)
- **queues de distribution épaisses** : les cours ainsi que les rendements sont leptokurtiques (rejet de l'hypothèse de distribution gaussienne)
- **effets de levier** : des rendements négatifs ont tendance à provoquer une augmentation de la volatilité supérieure à celle induite par une hausse d'une ampleur similaire
- **saisonnalité** : la volatilité tend à augmenter lorsque les marchés ne fonctionnent pas (effet week-end et effet janvier par exemple)

Les modèles linéaires autorégressifs usuels, qu'ils soient univariés (ARMA) ou multivariés (VAR) ne sont généralement pas adaptés pour reproduire de telles propriétés statistiques. En effet, l'hypothèse de linéarité ne permet de prendre en compte ni des comportements d'asymétrie dans la dynamique des séries ni l'existence de cluster de volatilité. Elle ne permet pas non plus de modéliser des changements structurels (structural break). Il est donc nécessaire de considérer des processus non linéaires pouvant reproduire ces caractéristiques. Les modèles financiers les plus populaires utilisés pour prendre en compte ses particularités sont les modèles à changements de régime permettant aux séries des comportements différents selon différents points dans le temps et les modèles ARCH ou GARCH utilisés pour modéliser et prédire la volatilité.

## 4.2 Modélisation non-linéaires des séries financières

Les modèles autorégressifs vectoriels (VAR -Vector Autoregression) sont rapidement devenus une méthodologie dominante dans le domaine de la finance quantitative. Leur popularité repose sur leur estimation aisée et sur le grand nombre de développements théoriques permettant d'améliorer le modèle non-restreint. L'une des avancées de plus en plus utilisées est de permettre au modèle VAR de changer de régime suivant une chaîne de Markov cachée. Depuis l'introduction de ce modèle par Hamilton (1989), il est devenu assez fréquent de modéliser les séries temporelles économiques et financières à partir de processus autorégressifs sujets à des changements d'état.

Dans un modèle MS-VAR (Markov Switching Vector Autoregression), un grand nombre de paramètres peuvent changer de valeur selon le régime. Ainsi, la constante, les paramètres autorégressifs, les variances et les covariances peuvent tous dépendre du régime. La quantité de paramètres à estimer peut donc être potentiellement élevée et l'interprétation de chaque paramètre est inévitablement plus difficile. Le deuxième problème rencontré avec les modèles MS-VAR est que, dans le cas de données financières, les résidus issus du modèle ne sont pas totalement débruités et peuvent toujours contenir des informations qui peuvent servir à mieux comprendre les séries étudiées. En effet, ces données contiennent une forte hétéroscédasticité (variance non constante). On utilise alors des modèles de type MVGARCH (Multivariate Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity) afin de prendre en compte une variance conditionnelle dynamique. Néanmoins, les modèles utilisés dans le cadre de séries temporelles ignorent souvent la possibilité que les corrélations soient également conditionnellement dynamiques. Ces modèles ne permettent donc pas d'étudier l'évolution des relations entre les variables et la contagion en tant que changement significatif de corrélation. Ce problème a été traité par Engle et Sheppard (2001) par l'intermédiaire du modèle DCC-MVGARCH (Dynamic Conditional Correlation MVGARCH).

## **4.3 Modèles de Markov à changements de régime**

Le but de cette première méthode est d'utiliser un modèle MS-VAR univarié (MS-AR) afin de détecter les changements de régime possibles dans les rendements des séries financières et de vérifier si ces changements sont simultanés à travers les différents actifs étudiés. Un modèle MS-VAR multivarié est ensuite utilisé pour imposer un changement de régime simultané. Ceci permet d'étudier les phénomènes de contagion entre les rendements à travers l'analyse des paramètres du modèle. L'estimation des modèles a été implémentée sous Matlab et s'appuie sur la toolbox « MS\_Regress » de M. Perlin (2010).

### **4.3.1 Le modèle MS-AR**

Le modèle autorégressif à changements de régime markoviens (MS-AR - Markov Switching AutoRegressive model) introduit une hypothèse probabiliste dans le passage d'un régime à un autre. Le régime à la date  $t$  est déterminé par une variable inobservable  $S_t$  modélisée

par une chaîne de Markov cachée discrète du premier ordre<sup>13</sup>, homogène<sup>14</sup>, irréductible<sup>15</sup> et ergodique<sup>16</sup> tandis que l'évolution de la variable observée  $y_t$  suit un modèle autorégressif linéaire. Le modèle d'ordre  $p$  à  $M$  régimes le plus générale est le suivant :

$$y_t = \mu_{St} + \sum_{i=1}^p a_{i,St} y_{t-i} + u_t \quad (\text{Eq. 3})$$

Avec  $u_t \sim N(0, \sigma_{St})$ .

$St$  est dirigé par un processus de Markov du premier ordre défini par la matrice de transition

$P = \{p_{ij}\}$  tel que:

$$p_{ij} = Pr(s_{t+1} = j | s_t = i) \quad \sum_{j=1}^M p_{ij} = 1 \quad i, j = 1, \dots, M \quad (\text{Eq. 4})$$

Où  $p_{ij}$  est la probabilité que de passer d'un régime  $i$  au un régime  $j$ .

Suivant la notation de Krolzig (1997), on peut ajouter au sigle MS (Markov Switching) les lettres suivantes afin de spécifier les paramètres dépendants du régime : I pour la constante (Intercept), A pour les paramètres autorégressifs et H pour l'hétéroscédasticité (paramètre  $\sigma$ ). Ainsi le modèle le plus générale est le modèle MSIAH dans lequel la constante, les coefficients autorégressifs et la variance dépendent du régime.

L'application du modèle sur des données réelles permet d'obtenir les estimateurs des probabilités associées aux régimes inobservés conditionnellement à l'ensemble d'information disponible et donc de fournir une indication sur l'historique de ces régimes. On distingue alors trois types de probabilité : la probabilité associée au filtrage (Filtered probabilities),  $Pr(S_t | Y_t)$ , la probabilité lissée (Smoothed probabilities),  $Pr(S_t | Y_T)$ , et les probabilités prévues (predicted probabilities),  $Pr(S_t | Y_{t-1})$ , où  $Y_t$  désigne l'historique des réalisations de la variable  $y$  jusqu'à la date  $t$  pour  $t$  variant de 0 à  $T$ .

---

<sup>13</sup> La mémoire du processus est limitée au dernier état.

<sup>14</sup> La probabilité de transition dépend de l'état et non de l'instant  $t$

<sup>15</sup> Tout état est atteignable en un nombre fini d'étapes à partir de tout autre état

<sup>16</sup> Une chaîne de Markov qui est irréductible et apériodique ( $p_{ij} \neq 0$ ) est dite ergodique.

L'estimation du modèle se fait en utilisant l'algorithme EM. Dans l'étape « Expectation », une inférence est constituée sur la chaîne de Markov cachée pour un ensemble de paramètres à estimer fixé. Dans l'étape de « Maximisation », les paramètres de la chaîne de Markov cachée inférée sont réestimés. Ces deux étapes sont répétées jusqu'à la convergence de l'algorithme. L'utilisation de l'algorithme EM permet ainsi d'estimer les paramètres propres à chaque régime, la matrice de transition et les probabilités lissés (inférence optimal de la chaîne de Markov).

### 4.3.2 Modèle MS-VAR

La généralisation du modèle univarié au modèle multivarié est cruciale dans le cadre de cette étude. Elle permet en effet définir un modèle conjoint à plusieurs variables et d'identifier les changements de comouvements entre les régimes. Soit  $r_t$  un vecteur de dimension T contenant le rendement d'un actif financier, où T est la taille de l'échantillon, et  $R_t = (r_{1t}, \dots, r_{Kt})$ ,  $t = 1 \dots T$ , un vecteur de dimension K, où K est le nombre de variables endogènes, le modèle générale d'ordre p à M régimes est alors défini comme suit :

$$R_t = \mu_{St} + \sum_{i=1}^p A_{i,St} R_{t-i} + B_{St} u_t \quad (\text{Eq. 5})$$

$\mu_{St}$  est un vecteur de constante et  $A_{1St}, \dots, A_{pSt}$  sont les matrices de coefficients autorégressifs du modèle VAR pour l'état  $St$  avec  $St = 1, \dots, M$ . Les matrices  $B_{St} u_t$  correspondent à la forme réduite des perturbations fondamentales et  $u_t$  suit une distribution normale multivariée  $N(0, I_K)$  avec  $I_k$  une matrice de variance-covariance identité. Eq. 6 montre comment la matrice de variance-covariance des résidus  $B_{St} u_t$ , notée  $\Sigma_{St}$ , dépend également du régime.

$$\Sigma_{St} = E( B_{St} u_t u_t' B_{St}' ) = B_{St} E( u_t u_t' ) B_{St}' = B_{St} I_K B_{St}' = B_{St} B_{St}' \quad (\text{Eq. 6})$$

La variable inobservable  $St$  suit un processus de Markov caché. La matrice de probabilité de transition est donc à nouveau donnée par Eq. 4 et les paramètres du modèle sont obtenus par l'application de l'algorithme EM.

## 4.4 Modèle DCC-MVGARCH

Le but de cette seconde méthode est d'utiliser les résidus issus de la première étape suivant une spécification DCC-MVGARCH afin de filtrer l'hétéroscédasticité qu'ils contiennent et mettre en évidence l'existence d'une dynamique dans les corrélations conditionnelles.

Le modèle DCC-MVGARCH a largement été utilisé ces dernières années afin d'analyser les risques liés à un portefeuille composé de plusieurs actifs et examiner la présence de contagion sur les marchés financiers. Ce modèle, introduit par Engle et Sheppard (2001), est une approche permettant de modéliser à la fois les variances et les corrélations conditionnelles de plusieurs séries temporelles. La matrice de variance-covariance obtenues permet de capter les liens dynamiques entre les actifs et de mettre en évidence des changements brusques de corrélations pouvant être identifiés comme des phénomènes de contagion. Le modèle DCC est très flexible et permet de garder un nombre raisonnable de paramètres à estimer tout en tenant compte de la variation temporelle des corrélations entre les variables. Ce modèle suppose cependant une même structure (de type ARMA) de corrélation conditionnelle entre les rendements des actifs. Cette hypothèse n'est acceptable que pour un nombre limité de variables dans le système.

La démarche d'estimation comporte deux étapes. Premièrement, la variance conditionnelle de chaque variable du système est estimée à partir d'un processus GARCH univarié quelconque. Dans le cadre de ce mémoire, le processus choisi est le modèle GJR-GARCH(1,1) introduit par Glosten, Jagannathan et Runkle (1993). Il s'agit d'un modèle non linéaire permettant de prendre en compte les mécanismes d'asymétrie des chocs sur la volatilité au cas où ce phénomène serait présent dans les séries étudiées. En pratique, ce modèle permet à la dynamique de la variance conditionnelle un changement de régime qui dépend du signe de l'innovation passée. Il est donc défini comme suit :

$$h_t = \omega + \alpha \varepsilon_{t-1}^2 + \gamma I[\varepsilon_{t-1} > 0] \varepsilon_{t-1}^2 + \beta h_{t-1} \quad (\text{Eq. 7})$$

Dans la seconde étape, on suppose que les  $K$  résidus à l'instant  $t$  issus d'une première modélisation (le MS-VAR présenté précédemment par exemple) et notés  $\varepsilon_t$  suivent une distribution gaussienne multivariée conditionnelle dont la moyenne est nulle et dont la matrice de variance-covariance est notée  $H_t$ . Ces résidus sont standardisés dans le but d'estimer les corrélations de façon autorégressive et obtenir une matrice de corrélations conditionnelles qui évolue dans le temps. Le modèle s'écrit donc de la manière suivante :

$$\begin{cases} \varepsilon_t | \mathcal{F}_{t-1} \sim N(0, H_t) \\ H_t = D_t R_t D_t \\ R_t = (\text{diag } Q_t)^{-1/2} Q_t (\text{diag } Q_t)^{-1/2} \end{cases} \quad (\text{Eq. 8})$$

$\mathcal{F}_t$  est l'information disponible à l'instant  $t$ .

$D_t = \text{diag}(\sqrt{h_{11t}}, \dots, \sqrt{h_{NNt}})$  est une matrice de dimension  $(K \times K)$  contenant sur sa diagonale les écarts-types obtenus par le modèle GARCH univarié appliqué sur chaque actif.

$Q_t$  est une matrice de dimension  $(K \times K)$  symétrique, définie positive donnée par

$$Q_t = (1 - \theta_1 - \theta_2) \bar{Q} + \theta_1 \eta_{t-1} \eta'_{t-1} + \theta_2 Q_{t-1} \quad (\text{Eq. 9})$$

Le terme  $\bar{Q}$  est la matrice des variances et covariances inconditionnelles de dimension  $(K \times K)$  symétrique définie positive et  $\eta_t = (\eta_{1t}, \dots, \eta_{Nt})'$  est le vecteur colonne des résidus standardisés des  $K$  actifs au temps  $t$  :  $\eta_{it} = \frac{\varepsilon_{it}}{\sqrt{h_{it}}}$  pour  $i=1, \dots, K$ . La matrice de corrélation dynamique  $R_t$  est composée d'éléments de la forme  $\rho_{ijt} = \frac{q_{ijt}}{\sqrt{q_{iit}q_{jjt}}}$ . Les coefficients  $\theta_1$  et  $\theta_2$  sont à estimer. La somme de ces coefficients doit être inférieure à 1 pour respecter la positivité de la matrice  $Q_t$ .

L'estimation des paramètres des modèles GARCH multivarié est basée sur la méthode du maximum de vraisemblance logarithmique. En supposant que les résidus sont gaussiens, la fonction de vraisemblance s'écrit :

$$LL = -\frac{1}{2} \sum_{t=1}^T (N \log(2\pi) + \log(|H_t|) + \varepsilon_t' H_t^{-1} \varepsilon_t)$$

$$LL = -\frac{1}{2} \sum_{t=1}^T (N \log(2\pi) + \log(|D_t R_t D_t|) + \varepsilon_t' D_t^{-1} R_t^{-1} D_t^{-1} \varepsilon_t)$$

$$LL = -\frac{1}{2} \sum_{t=1}^T [(N \log(2\pi) + 2 \log(|D_t|)) + (\log(|R_t|) + \eta'_t R_t^{-1} \eta_t)]$$

$$LL = -\frac{1}{2} \sum_{t=1}^T [(N \log(2\pi) + \log(|D_t|^2) + \varepsilon'_t D_t^{-2} \varepsilon_t) + (-\eta'_t \eta_t + \log(|R_t|) + \eta'_t R_t^{-1} \eta_t)]$$

(Eq. 10)

La première partie de la fonction de vraisemblance ne dépend pas de la matrice des coefficients de corrélation. Elle correspond à la somme des vraisemblances des GJR-GARCH univariés. On peut donc dans une première étape estimer les paramètres dans  $D_t$  de manière à maximiser individuellement la vraisemblance de chaque modèle univarié. On estime ensuite les paramètres  $\theta_1$  et  $\theta_2$  en maximisant la fonction de vraisemblance de Eq. 9.

La méthodologie expliquée ci-dessus à été implémentée sur Matlab par K. Sheppard (2009) dans la fonction *dcc* de sa librairie *MFE Toolbox*.

# **5. Dynamique de corrélation avant et après la création de la zone euro**

---

Afin de mieux appréhender le contexte financier préexistant, la première partie de cette étude empirique se porte sur les marchés des actions et des obligations souveraines de différents pays européens sur une période de près de 18 ans. Cette analyse consiste à mettre en avant la dynamique des corrélations entre les différents actifs à l'aide d'un modèle DCC-MVGARCH. Cette approche permet de faire la distinction entre trois types de phénomènes : la contagion entre marchés financiers, la fuite vers des actifs moins risqués et une augmentation des liens d'interdépendance liée à une plus grande intégration économique et financière en Europe, générée notamment par la création de l'Eurozone (zone de monnaie unique).

## **5.1 Présentation des données et analyse statistique**

Cette première étude utilise les données hebdomadaires des prix des indices et des obligations souveraines à dix ans de onze pays européens sur une période allant du 2 août 1993 au 5 décembre 2011. Les pays ont été choisis en fonction de la disponibilité des données dans la base DATASTREAM pour la période déterminée. Dix des pays sélectionnés, l'Allemagne, l'Autriche, la Belgique, l'Espagne, la Finlande, la France, l'Irlande, l'Italie, les Pays-Bas et le Portugal, sont des membres fondateurs de la zone euro<sup>17</sup>. Le Royaume-Uni a été ajouté afin de démontrer l'influence de l'appartenance à une union monétaire.

---

<sup>17</sup> Les données sur le onzième membre fondateur, le Luxembourg, n'étaient pas disponibles sur DATASTREAM.

La Figure 5 montre l'évolution du marché européen des obligations souveraines à 10 ans. Les différentes séries temporelles présentent le même comportement. Afin de pouvoir comparer au mieux les prix des différentes obligations, ceux-ci ont été transformés de manière à avoir une valeur de 100 à la première donnée (le 2 août 1993). On peut distinguer 4 sommets importants : début février 1994, début février 1999, mi-septembre 2005 et le dernier à la mi-octobre 2010. A l'opposé, mars 1995, février 2000 et juin 2008 marquent des creux dans l'évolution des obligations. Durant la période étudiée, on peut isoler différentes phases importantes. On observe par exemple une période de croissance continue entre mars 1995 et février 1999. On constate ensuite une chute rapide des obligations jusqu'en début 2000 suivie d'une remontée plus lente jusqu'à mi-septembre 2005. Après cela, les obligations vont à nouveau connaître un mouvement baissier jusqu'en juin 2008 et un mouvement haussier jusqu'en début 2010. On remarque néanmoins que l'Irlande et le Portugal connaissent des événements particuliers durant cette dernière phase et que le prix de leur obligation va commencer à décliner avant celui des autres pays. Enfin, depuis octobre 2010, les obligations évoluent de manière plus chaotique avec une tendance fortement baissière pour l'Espagne, l'Irlande, l'Italie et le Portugal.

La Figure 6 montre l'évolution des marchés des actions, représentés par les prix des indices nationaux. Les différentes séries temporelles présentent à nouveau le même comportement et les données ont été une nouvelle fois transformées de manière à avoir une valeur de 100 à la première donnée (le 2 août 1993). On peut distinguer 4 sommets importants : en juillet 1998, en mars 2000, en juillet 2007 et en juillet 2011. A l'opposé, octobre 1998, mars 2003, mars 2009 et fin septembre 2011 marquent des creux dans l'évolution des indices. On peut isoler différentes périodes importantes. On observe une phase de croissance continue entre août 1993 et juillet 1998. On constate après cela une chute rapide des indices jusqu'en octobre 1998 suivie d'une remontée jusqu'à mars 2000. Les indices ont ensuite connu un mouvement baissier jusqu'en mars 2003 et un mouvement haussier jusqu'en juillet 2007. Enfin, les indices ont fortement chuté jusqu'en mars 2009. Depuis lors, les marchés des actions tendent à remonter mais la reprise à été stoppée durant l'été 2011 et les indices ont presque retrouvé leurs plus bas niveaux de 2009.

Des tests de racine unitaire (Unit Root Test) ont été conduits sur les séries financières et ont identifié formellement leur non-stationnarité. Pour la suite de cette étude, les données utilisées seront donc les différences logarithmiques des séries exprimées en pourcentage. Celles-

ci correspondent aux rendements des actions et des obligations à 10 ans et sont calculées comme suit :

$$R_t = 100 * (\ln(P_t) - \ln(P_{t-1})) \quad (\text{Eq. 11})$$

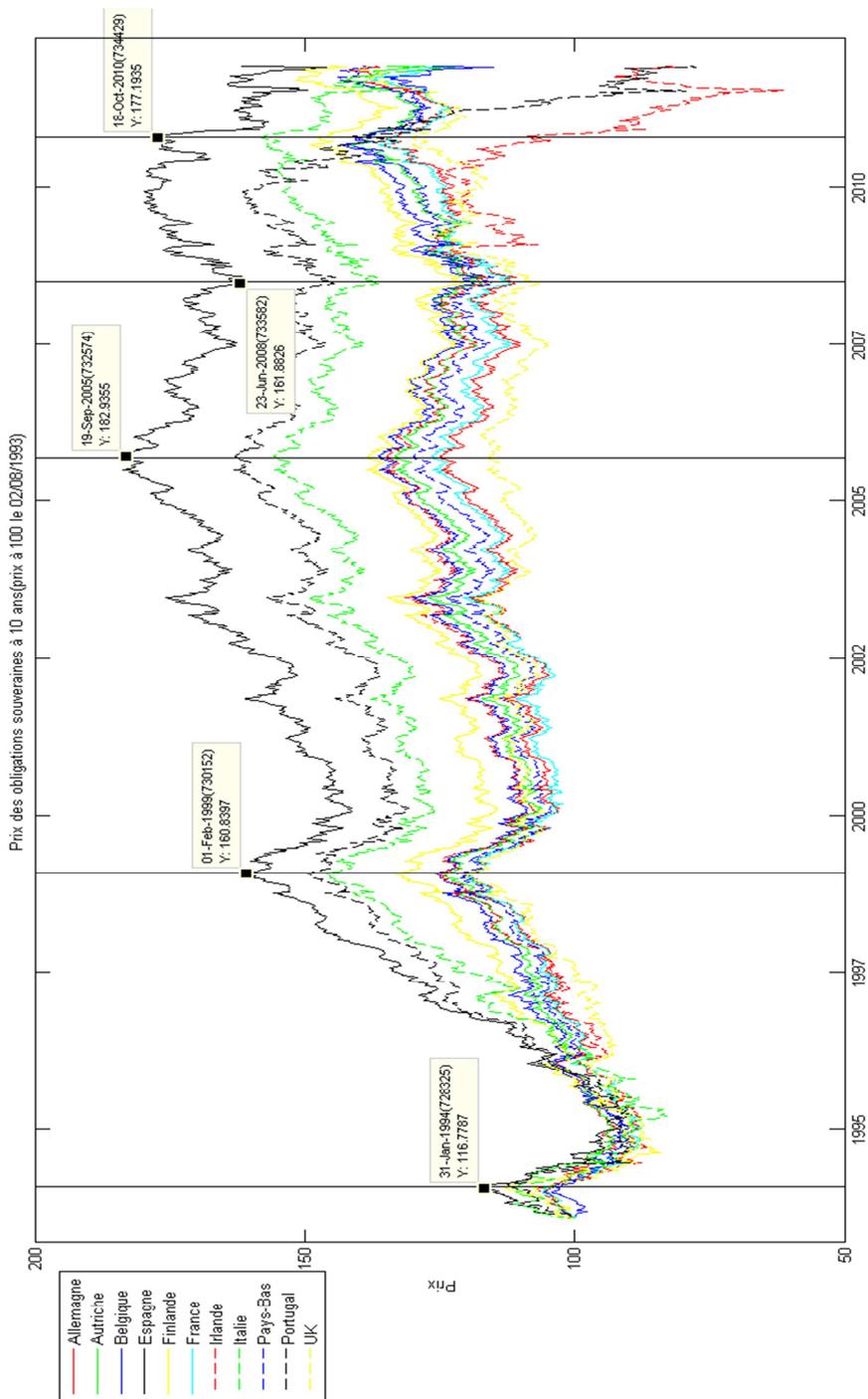


Figure 5 Evolution du prix des obligations souveraines à 10 ans (valeurs hebdomadaires)

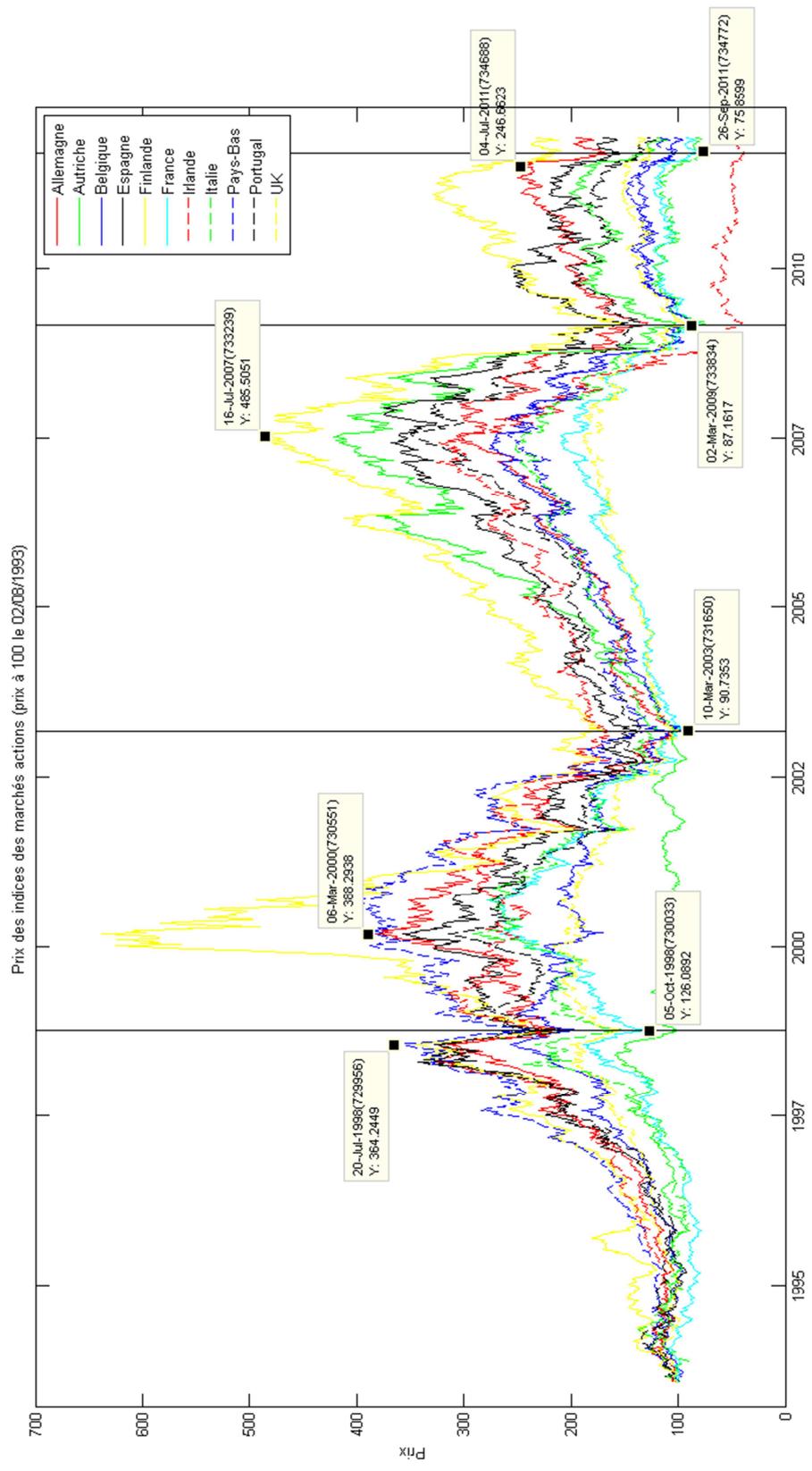


Figure 6 Evolution des indices de prix des actions (valeurs hebdomadaires)

Le Tableau 1 présente quelques statistiques descriptives sur les rendements des actifs étudiés. Au niveau du rendement des obligations, l'Irlande et la Portugal présentent des volatilités beaucoup plus élevées que les autres pays (avec des écarts-types respectivement de 1,391 et 1,415). Néanmoins, la volatilité des obligations reste beaucoup plus faible que celle des actions. On constate également que la majorité des séries ont un coefficient d'asymétrie (skewness) négatif. De plus, toutes les séries sont fortement leptokurtiques, elles ont donc des queues de distribution plus épaisses qu'une distribution normale. Les tests de normalité (Jarque-Bera) effectués sur les rendements rejettent d'ailleurs l'hypothèse de normalité sur toutes les données. Bien que les rendements soient stationnaires, les Figures 8 et 9 montrent la présence de grappes de volatilité (clustering) et justifient l'utilisation d'un modèle GARCH afin de mieux interpréter les données. On retrouve donc dans l'ensemble les caractéristiques propres aux variables financières.

**Tableau 1 Statistiques descriptives des rendements hebdomadaires des indices nationaux et obligations souveraines à 10 ans des pays étudiés**

OBLIGATIONS	Moyenne	Ecart-type	Skewness	Kurtosis	Min	Max
Allemagne	0,036	0,810	-0,285	4,106	-3,095	2,968
Autriche	0,034	0,781	-0,360	5,583	-3,295	4,610
Belgique	0,028	0,891	0,513	21,007	-6,524	9,734
Espagne	0,055	1,013	0,969	18,787	-5,083	10,634
Finlande	0,043	0,860	-0,544	5,102	-4,795	2,695
France	0,031	0,827	-0,243	4,317	-3,686	3,775
Irlande	-0,009	1,391	-0,037	29,578	-12,966	14,574
Italie	0,036	1,062	-0,178	14,164	-7,719	9,234
Pays-Bas	0,038	0,784	-0,264	3,911	-3,498	2,687
Portugal	-0,015	1,415	-2,450	45,569	-16,849	12,981
UK	0,038	0,920	-0,191	4,664	-4,793	3,673
INDICES	Moyenne	Ecart-type	Skewness	Kurtosis	Min	Max
Allemagne	0,127	3,357	-0,512	5,749	-16,043	14,815
Autriche	0,071	3,186	-0,874	9,504	-21,002	19,928
Belgique	0,047	2,946	-0,439	7,558	-13,901	15,868
Espagne	0,111	3,308	-0,469	6,302	-21,632	14,198

Finlande	0,158	3,705	-0,363	4,594	-16,545	13,620
France	0,043	3,190	-0,320	5,040	-14,915	13,991
Irlande	-0,007	3,711	-0,723	8,463	-22,890	19,814
Italie	0,034	3,218	-0,443	4,974	-14,304	12,188
Pays-Bas	0,072	3,285	-0,634	7,325	-16,468	16,408
Portugal	0,059	2,537	-0,716	7,457	-15,064	11,627
UK	0,067	2,580	-0,433	6,586	-14,142	14,265

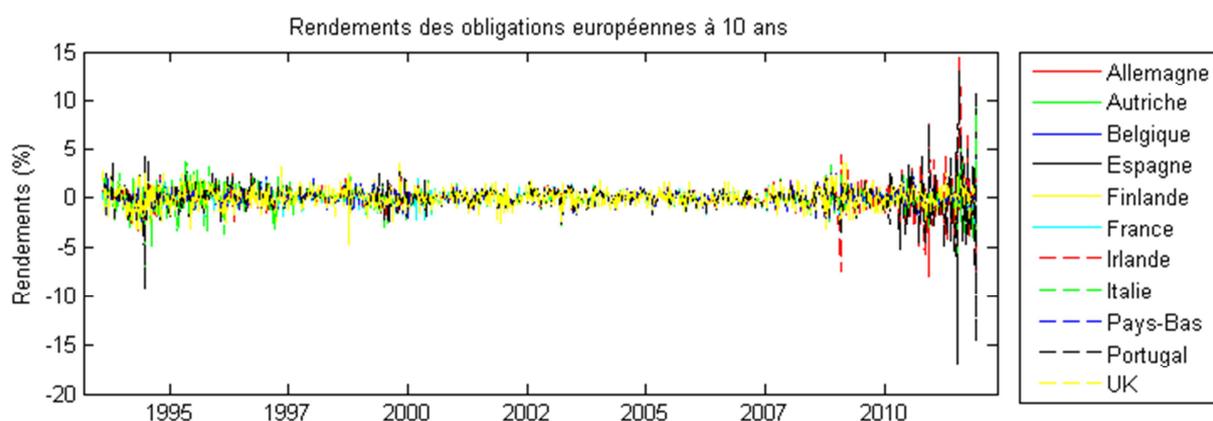


Figure 7 Rendements hebdomadaires des obligations européennes à 10 ans

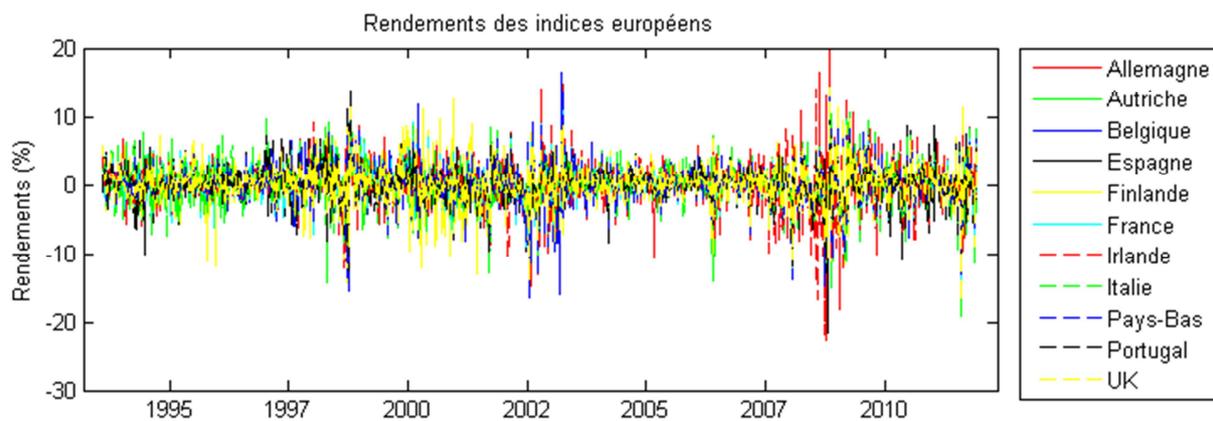


Figure 8 Rendements hebdomadaires des indices européens

Le Tableau 2 montre les valeurs des corrélations inconditionnelles action-action, obligation-obligation et action-obligation. La matrice triangulaire inférieure contient les coefficients de corrélation entre les rendements des indices des obligations de deux pays et la matrice triangulaire supérieure donne les coefficients de corrélation entre les rendements des indices des actions de deux pays. Sur la diagonale principale de la matrice, on retrouve les coefficients de corrélation entre les rendements de l'indice et de l'obligation pour un même pays. La corrélation entre action et obligation est plus fortement négative pour l'Allemagne et les Pays-Bas alors qu'elle est plus positive pour l'Italie et le Portugal. La corrélation obligation-obligation est plus forte entre l'Allemagne, l'Autriche, la Belgique, la Finlande, la France et les Pays-Bas tandis qu'elle est plus faible pour l'Irlande et le Portugal. Au niveau de la corrélation action-action, l'Autriche et l'Irlande semblent être des marchés moins corrélés avec les autres pays.

**Tableau 2 Matrice des coefficients de corrélation inconditionnelle des rendements hebdomadaires**

	Allemagne	Autriche	Belgique	Espagne	Finlande	France	Irlande	Italie	Pays-Bas	Portugal	UK
Allemagne	-0,238	0,623	0,773	0,793	0,748	0,888	0,586	0,773	0,882	0,620	0,812
Autriche	0,889	-0,130	0,662	0,609	0,580	0,621	0,583	0,584	0,631	0,562	0,628
Belgique	0,763	0,862	-0,078	0,725	0,634	0,789	0,606	0,689	0,836	0,604	0,769
Espagne	0,576	0,685	0,732	0,084	0,685	0,810	0,539	0,773	0,795	0,671	0,742
Finlande	0,850	0,830	0,755	0,606	-0,140	0,750	0,536	0,672	0,745	0,604	0,725
France	0,857	0,869	0,826	0,670	0,806	-0,142	0,587	0,809	0,885	0,655	0,855
Irlande	0,427	0,513	0,587	0,591	0,462	0,496	-0,002	0,532	0,618	0,473	0,621
Italie	0,541	0,654	0,733	0,791	0,576	0,654	0,576	0,174	0,774	0,645	0,731
Pays-Bas	0,930	0,900	0,812	0,621	0,872	0,898	0,504	0,588	-0,253	0,618	0,852
Portugal	0,368	0,456	0,537	0,554	0,393	0,444	0,759	0,578	0,412	0,134	0,588
UK	0,770	0,696	0,624	0,490	0,744	0,742	0,399	0,478	0,794	0,332	-0,143

## 5.2 Etude de la dynamique des corrélations

Afin d'analyser les comouvements entre les différents marchés, les volatilités et corrélations dynamiques des rendements sont estimées à l'aide du modèle DCC-MVGARCH présenté dans la méthodologie. L'utilisation de cette méthode nécessite que les données suivent une distribution gaussienne multivariée dont la moyenne est nulle. Pour ce faire, les rendements sont filtrés par le modèle VAR(1) suivant :

$$R_t = A_0 + A_1 R_{t-1} + \varepsilon_t \quad \text{avec } \varepsilon_t \sim N(0, \Sigma) \quad (\text{Eq.12})$$

A partir des 22 rendements étudiés, le modèle fournit 231 coefficients de corrélation à chaque instant  $t$ . Afin de présenter clairement les résultats obtenus, les relations sont classées en 3 types de couples : obligation-obligation, action-action et obligation-action. En plus de montrer la relation action-obligation existante au sein d'un même pays, l'analyse suivante se concentrera sur les relations existantes avec l'Allemagne. Néanmoins, les interprétations restent similaires en prenant les autres pays comme référence. En effet, les dynamiques de corrélation sont fortement corrélées comme le montrent les Figures A1-3 en annexe.

### 5.2.1 Relation obligation-obligation

La Figure 9 montre les changements de corrélation entre les obligations étudiées. La première chose à constater est que l'obligation du Royaume-Uni ne semble pas suivre la même dynamique. Sa corrélation avec l'obligation allemande est restée assez stable passant de 0,6 en début de période à 0,8 en fin de période. Par contre, les autres pays ont connu deux phases importantes. Dans un premier temps, les corrélations entre les obligations ont convergé vers l'unité. Malgré l'existence de différences au point de vue des fondamentaux, l'intégration financière liée à la création d'une zone monétaire unique a poussé les investisseurs à considérer les obligations des différents pays comme étant presque identiques. Ceci explique la forte corrélation entre les obligations des pays membres de la zone Euro. Néanmoins, avec la crise de liquidité et la faillite de. Certaines obligations d'Etat ont été privilégiées et d'autres délaissées. La Figure 10 montre cette décorrélation rapide des rendements des obligations.

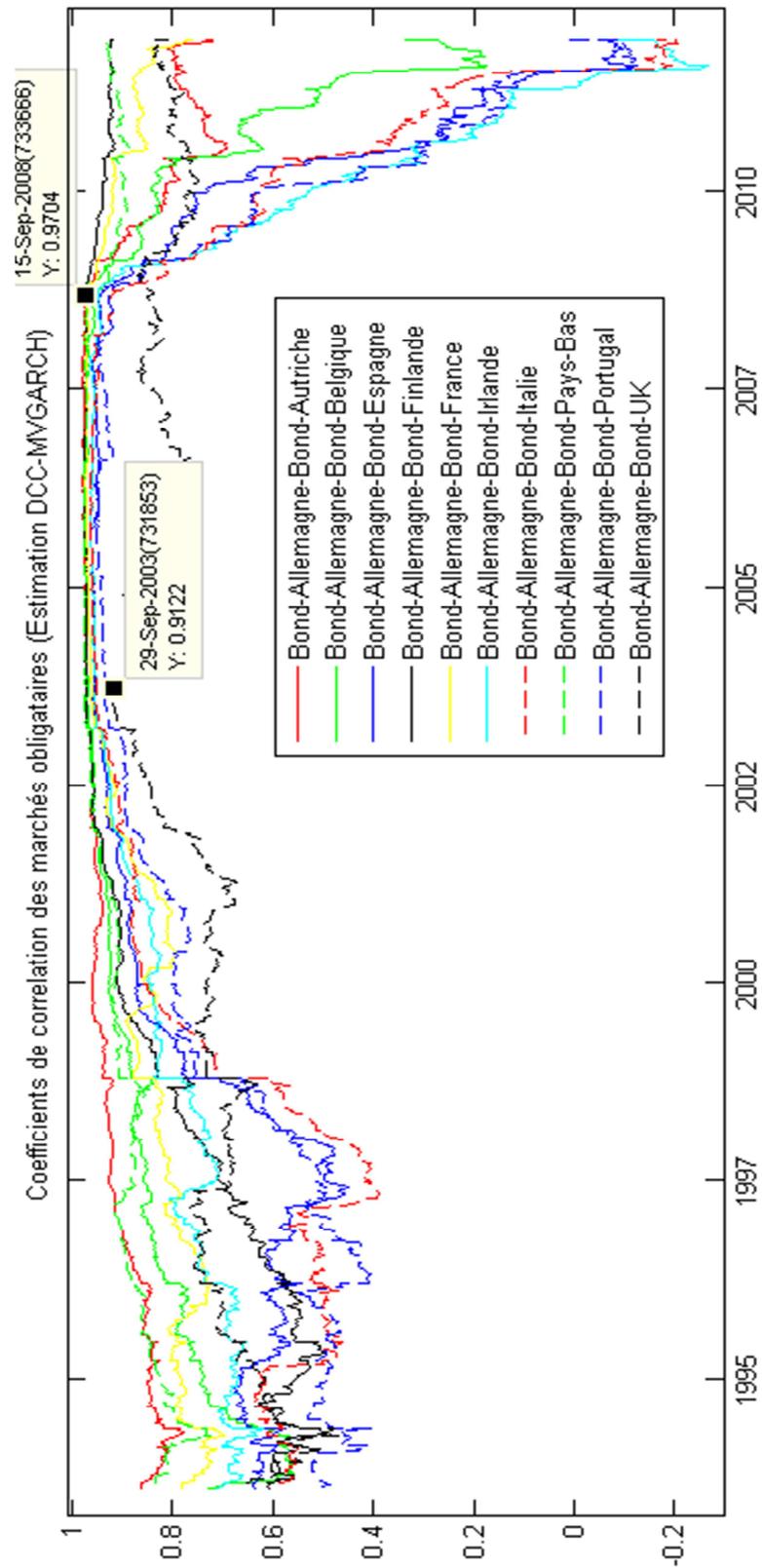
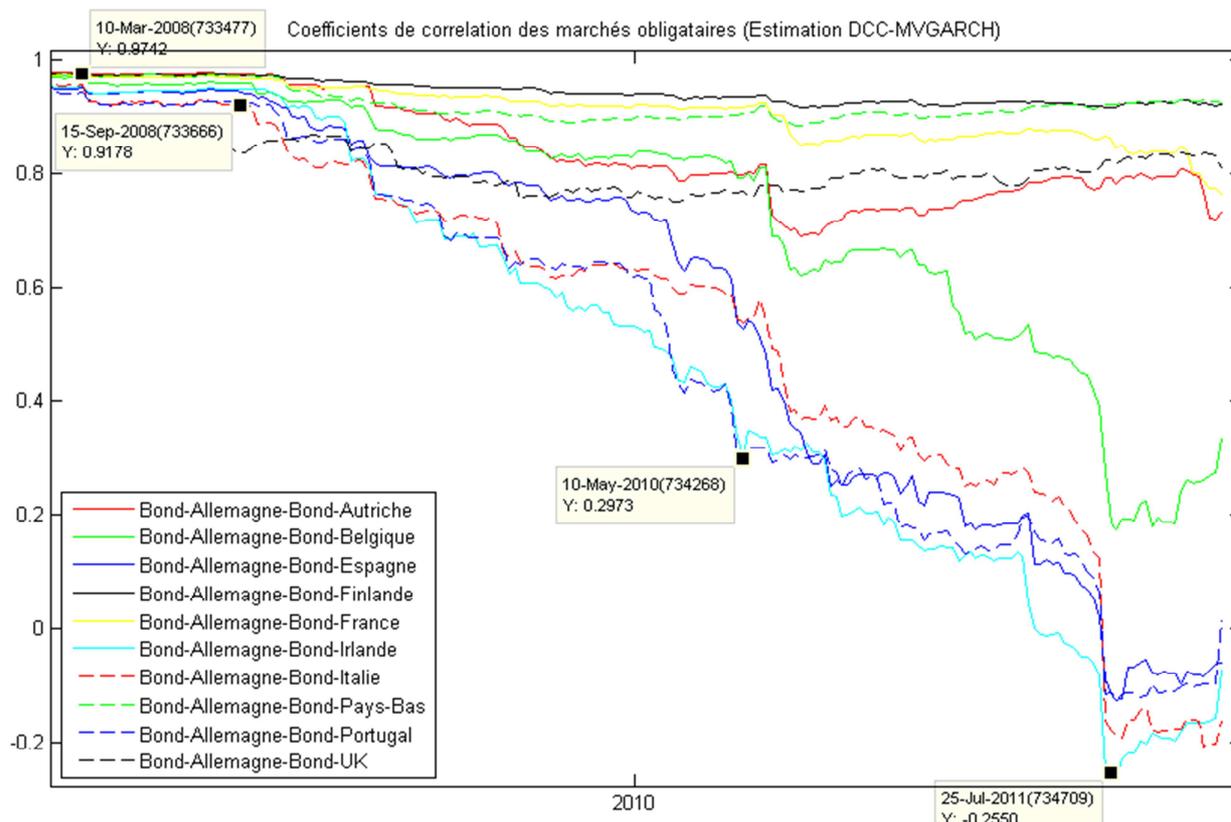


Figure 9 Evolution des coefficients de corrélation conditionnelle entre les rendements des obligations d'Etat à 10 ans (valeurs hebdomadaires)

On remarque que les pays les plus touchés par cette décorrélation sont l'Espagne, l'Irlande, l'Italie et le Portugal. Ces pays ont d'ailleurs une corrélation négative en fin de période. L'Autriche, la Belgique et la France ont été impactés un peu plus tardivement (à partir de juin 2010). Seules les obligations finlandaises et néerlandaises ont conservé une très forte corrélation avec l'obligation allemande. On constate également deux fortes accélérations baissières, l'une en début 2010 qui fut ralentie grâce au premier plan de sauvetage de la Grèce (10 mai 2010) et l'autre entre avril et fin juillet 2011, stoppée par le deuxième plan de sauvetage à la Grèce (21 juillet 2011). Cette diminution de la corrélation de certaines obligations envers l'obligation allemande peut être vue comme une fuite vers un actif de meilleure qualité (« *flight-to-quality* ») à l'intérieur du marché obligataire.



**Figure 10** Chute des coefficients de corrélation conditionnelle entre les rendements des obligations d'Etat à 10 ans après septembre 2008 (valeurs hebdomadaires)

## 5.2.2 Relation action-action

La Figure 11 montre l'existence d'une relation positive entre les différents marchés des actions européens. De plus, les coefficients de corrélation conditionnelle ont fortement augmenté entre 1993 et 2011. Cette hausse ne semble pas avoir été causée par un évènement particulier mais apparaît plutôt comme le résultat d'une plus grande intégration financière en Europe.

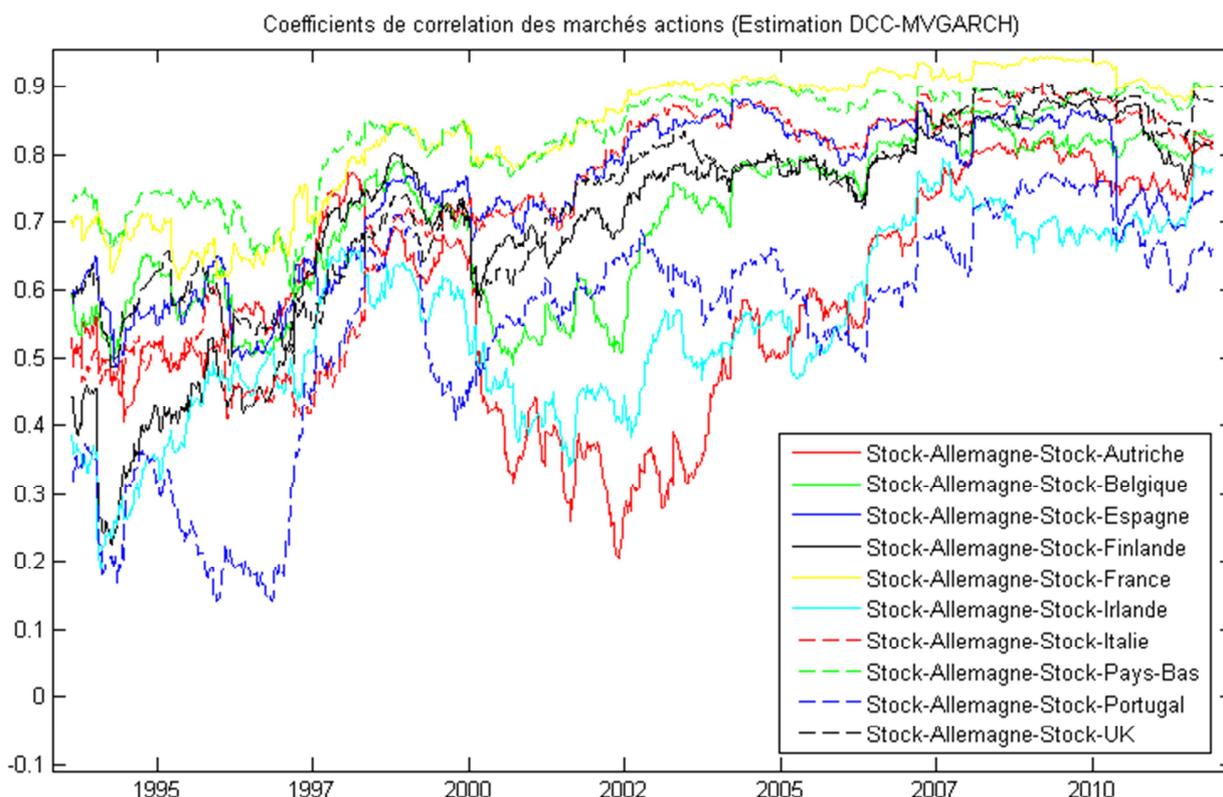


Figure 11 Evolution des coefficients de corrélation conditionnelle entre les rendements des indices des marchés actions européens (valeurs hebdomadaires)

## 5.2.3 Relation action-obligation

La Figure 12 montre la relation entre le rendement de l'indice représentatif du marché des actions et l'obligation d'Etat à 10 ans de chaque pays étudié. On constate que la dynamique de corrélation est fort volatile et qu'il n'est pas possible de déterminer l'existence d'une corrélation, positive ou négative, entre les rendements pour l'ensemble de la période. On remarque néanmoins qu'en début de période, ces relations ont été positives, assez stables et fortement

hétérogènes. Suite à la crise asiatique (octobre 1997) et à la crise russe (juin 1998), les corrélations ont brusquement chuté. Une seconde diminution de la corrélation correspond à la crise des dot-coms. Cette chute est plus lente mais plus profonde que la précédente. Ces deux baisses de corrélation correspondent à des périodes où le marché obligataire était haussier tandis que les marchés des actions étaient baissiers (cf. Figures 6 et 7). Il s'agit donc d'un phénomène de fuite vers des actifs moins risqués, des actions vers les obligations. Une troisième forte diminution a eu lieu entre 2006 et 2008 mais ne semble pas pouvoir être interprétée comme une phase de « flight-to-quality » car le marché obligataire était plutôt en baisse. Enfin, suite à la crise financière de 2008, on observe deux comportements différents en fin de période. Pour les pays périphériques de la zone Euro (Espagne, Irlande, Italie et Portugal), les coefficients de corrélation vont repartir à la hausse et atteindre le niveau qu'ils avaient en début de période. La Belgique va également suivre ce comportement à partir de mai 2010. Ceci peut être interprété comme un phénomène de contagion si l'on considère ce mouvement comme une augmentation excessive de la corrélation suite à un choc. Pour les autres pays, les coefficients de corrélation sont restés stables (Autriche et France) voire continuent de décliner en territoire négatif (Allemagne, Finlande et Pays-Bas). Il semble donc que depuis la crise, le « flight-to-quality » ne se fasse plus vers l'ensemble des obligations mais uniquement vers les obligations les plus sûres.

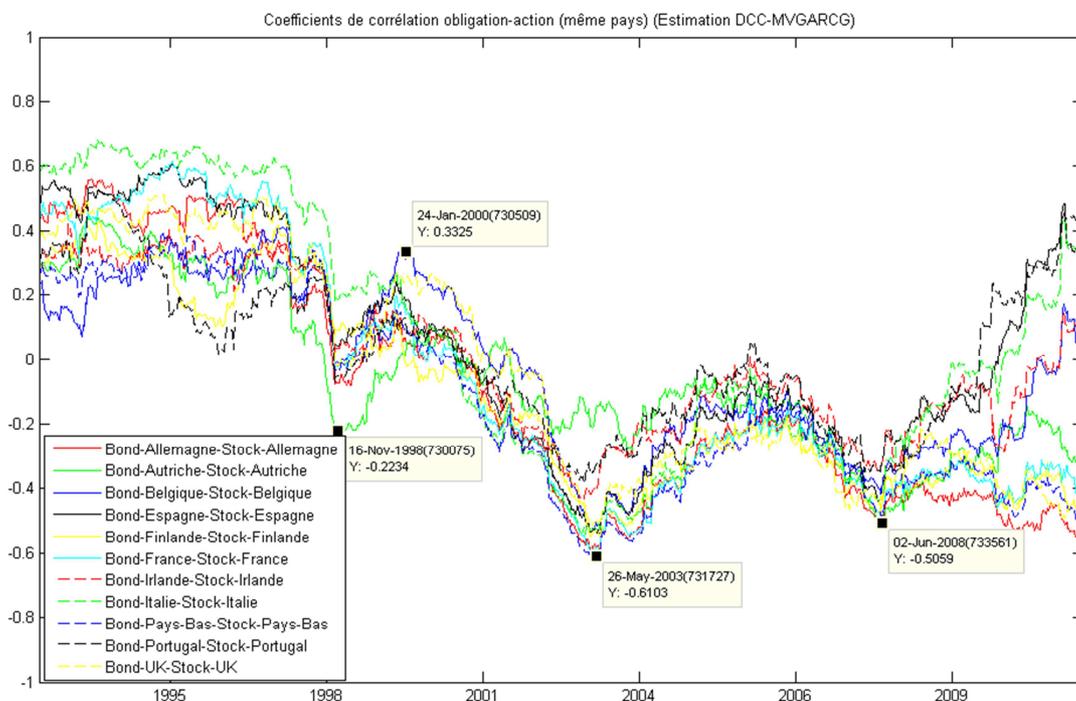


Figure 12 Evolution des coefficients de corrélation conditionnelle entre les rendements de l'obligation d'Etat à 10 ans et l'indice du marché des actions d'un même pays (valeurs hebdomadaires)

Les Figures 13 et 14 illustrent à nouveau le lien action-obligation mais en utilisant des pays différents pour les deux rendements, l'Allemagne étant pris comme l'un des pays. Ceci permet de mettre en avant la manière avec laquelle le marché d'un pays réagit aux informations venant d'un autre pays. On peut constater sur la Figure 13 que la relation action-obligation ne dépend que faiblement de l'origine de l'action. Ceci s'explique par la forte corrélation des marchés européens des actions. Sur la Figure 14, on constate qu'entre 2000 et 2008 les différentes courbes sont presque confondues. Ceci s'explique par une très forte corrélation des obligations sur cette période. Par contre, le pays émetteur de l'obligation joue un rôle majeur dans la relation depuis 2008 et les débuts de la crise financière actuelle.

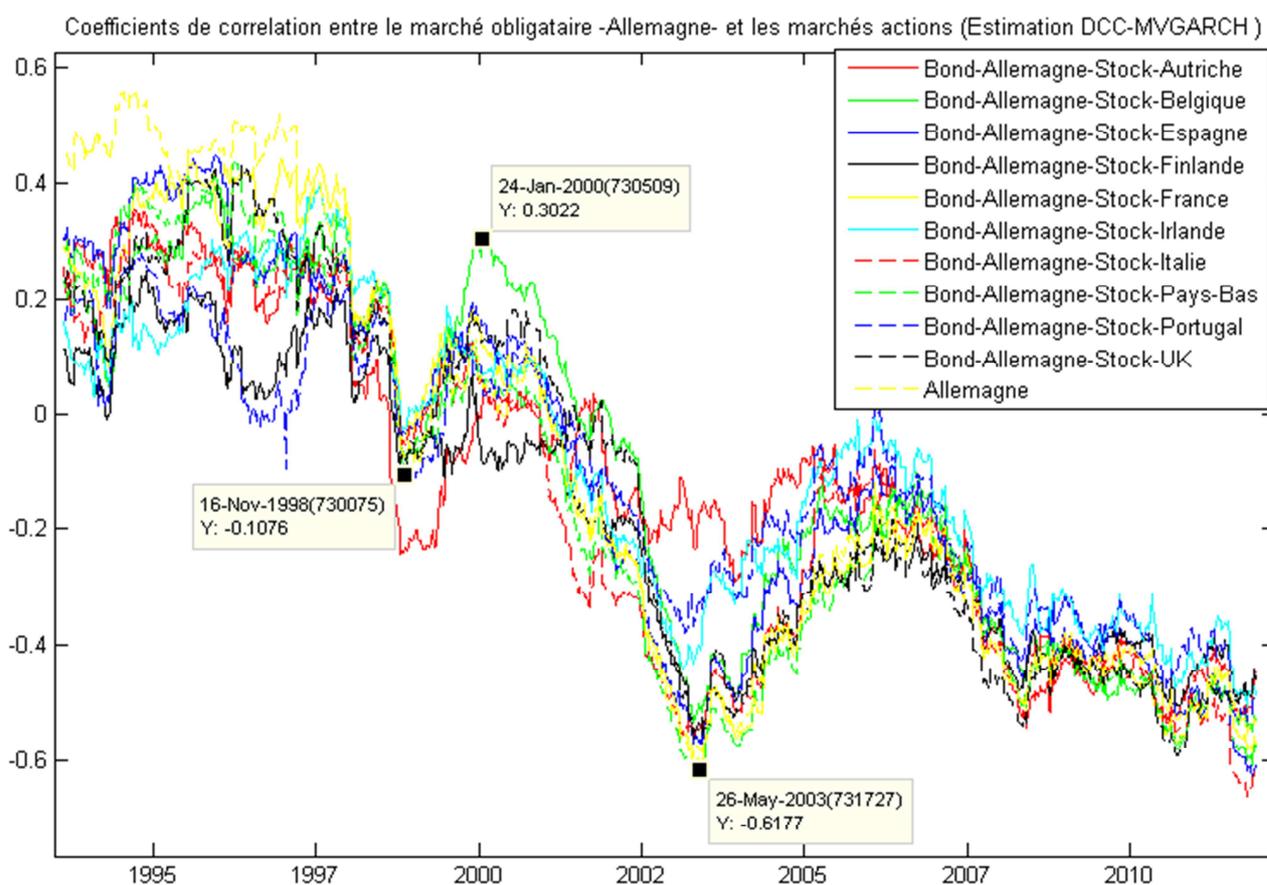
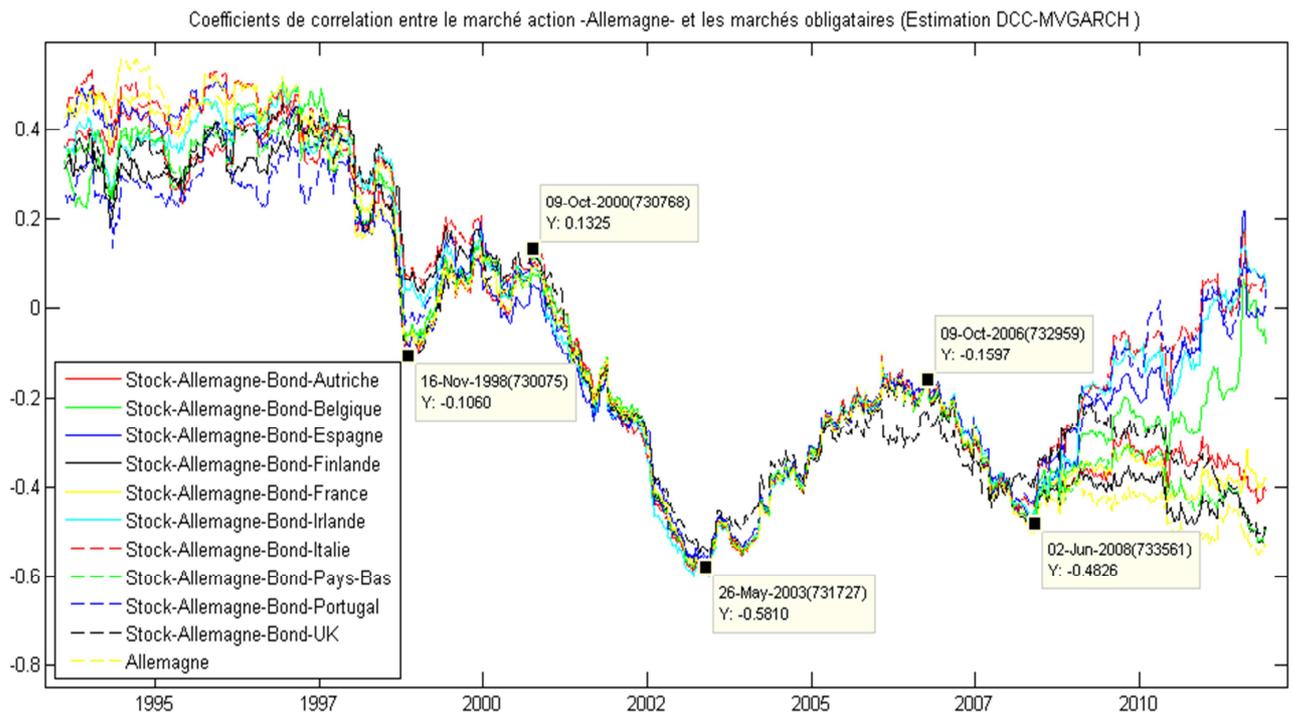


Figure 13 Evolution des coefficients de corrélation conditionnelle entre les rendements de l'obligation d'Etat allemande à 10 ans et les indices de marchés actions (valeurs hebdomadaires)



**Figure 14** Evolution des coefficients de corrélation conditionnelle entre les rendements de l'indice allemande et des obligations d'Etat à 10 ans (valeurs hebdomadaires)

### 5.3 Conclusion de la première étude empirique

En étudiant les relations entre les rendements des actions et des obligations en Europe, cette première étude empirique a mis en avant trois phénomènes importants. Premièrement, on constate que depuis les années 1990, les différents pays étudiés ont connu une forte intégration économique et financière. Ceci est visible dans la relation action-action avec une augmentation progressive des liens de dépendance entre les marchés. L'adhésion à une union monétaire unique, la zone euro, a également eu un impact en maquillant pendant la période 1999-2008 les différences entre les obligations d'Etat. Deuxièmement, les relations action-obligation ont montré la présence de hausse excessive de corrélation. Ceci peut être utilisé pour identifier des périodes de contagion financière. Enfin, on constate tant dans les relations obligation-obligation que dans les relations action-obligation des périodes de forte diminution de corrélation pouvant être interprétées comme des fuites vers des actifs moins risqués. Néanmoins, depuis le début de la crise de la dette souveraine européenne, cette fuite ne se fait plus vers le marché obligataire dans son ensemble. Certaines obligations, et en particulier le Bund allemand, sont très demandées alors que la dette des pays périphériques attire de moins en moins les investisseurs.

A la fin de la période étudiée, c'est-à-dire pendant la crise de la dette souveraine actuelle, certains événements ont eu un impact majeur sur les dépendances entre actions et obligations avec des phénomènes de contagion et de fuite vers des actifs moins risqués. Néanmoins, les comportements observés dépendent des pays. Ainsi, cette analyse a mis en avant trois groupes de pays : un groupe de pays connaissant de graves problèmes budgétaires<sup>18</sup> (Espagne, Irlande, Italie et Portugal), un autre regroupant des pays dont la situation est préoccupante mais pas catastrophique<sup>19</sup> (Autriche, Belgique et France) et enfin un dernier où l'on retrouve les économies considérées comme les plus stables de l'Eurozone<sup>20</sup> (Allemagne, Finlande et Pays-Bas). La suite de ce mémoire consistera donc à analyser plus en détails les relations entre actifs financiers durant la crise de la dette souveraine tout en tenant compte de ces différences de comportements.

---

<sup>18</sup> Selon l'agence de notation Standard&Poor's, ces pays ont une note de qualité moyenne (Espagne, Irlande et Italie : BBB+) voire spéculative (Portugal : BB) (juillet 2012)

<sup>19</sup> Selon l'agence de notation Standard&Poor's, ces pays ont une note de haute qualité (Autriche et France : AA+, Belgique : AA) (juillet 2012)

<sup>20</sup> Selon l'agence de notation Standard&Poor's, ces pays ont encore une note de première qualité (AAA) (juillet 2012)

# **6. Analyse des relations financières entre pays de l'Eurozone pendant la crise de la dette souveraine**

---

Le but de cette seconde étude empirique est d'identifier et détecter des phénomènes de contagion au cours de la crise financière actuelle. Pour ce faire, elle a dans un premier temps recours aux modèles à changements de régime markoviens. L'objectif est de mettre en évidence la présence de points de retournements des activités financières et les transitions entre équilibres multiples. Dans un second temps, l'étude portera plus en détails sur les relations entre les marchés en étudiant la dynamique des corrélations à l'aide d'un modèle DCC-MVGARCH.

## **6.1 Présentation des données et analyse statistique**

Trois types d'actifs financiers ont été utilisés : d'une part, les indices des pays, représentatifs des marchés actions nationaux ; d'autre part, les obligations souveraines avec une maturité de 5 ans et les CDS correspondants afin d'avoir une vue d'ensemble du marché du crédit. A partir de neuf pays membres de l'Eurozone sélectionnés précédemment<sup>21</sup>, trois groupes

---

<sup>21</sup> La Finlande a du être retirée de l'étude par manque de données (marché CDS dans DATASTREAM indisponible avant 2009). Les données sont également indisponibles pour le Luxembourg. La Grèce a été à nouveau écartée à cause de l'illiquidité de son marché du crédit (obligations et CDS souverains) depuis mai 2010 (premier plan de sauvetage). Sur la Figure B en annexe, on constate en effet de très fortes variations et un écart parfois très important entre le rendement de l'obligation et la prime de CDS. Lors de l'arrêt de la cotation du marché CDS pour une maturité de 5 ans en mars 2012, le taux d'intérêt de l'obligation grecque était de 42.3% et la prime de CDS associée était de 37030 points de base.

de pays ont été constitués conformément aux observations de la première étude. Le premier groupe (G1) reprend les pays dont la dette est « sans risque » avec l'Allemagne et les Pays-Bas. Le deuxième (G2) regroupe les pays à « risque moyen » avec l'Autriche, la Belgique et la France. Enfin le dernier groupe (G3) avec l'Espagne, l'Irlande, l'Italie et le Portugal est constitué des pays dont la dette est considérée « à risque ». Les données hebdomadaires ont été récoltées sur DATASTREAM pour une période allant du 2 janvier 2006 au 9 avril 2012. Pour chaque groupe et pour chaque actif financier, un actif « virtuel » a été créé afin de faciliter l'analyse. Ces actifs virtuels ont été construits de manière à ce que leur valeur (à l'instant t) soit la somme pondérée (par le PIB des pays du groupe) des valeurs de l'actif considéré (prix de l'indice, taux d'intérêt de l'obligation ou prime de CDS). Le Tableau 3 récapitule les neuf actifs qui serviront de base à cette seconde étude empirique.

**Tableau 3 Récapitulatif des actifs "virtuels" construits et leur dénomination**

Pays/Actifs	Indices	Obligations souveraines à 5 ans	CDS souverains à 5 ans
Allemagne – Pays-Bas	Indice G1	Bond G1	CDS G1
Autriche – Belgique – France	Indice G2	Bond G2	CDS G2
Espagne - Irlande - Italie – Portugal	Indice G3	Bond G3	CDS G3

La Figure 15 présente les prix des indices transformés de manière à avoir une valeur de 100 à la première donnée (le 2 janvier 2006). Pour l'ensemble des groupes, on observe une première phase de croissance jusqu'en été 2007 et l'éclatement de la crise des subprimes. Les prix ont ensuite fortement chuté jusqu'en mars 2009. A partir de ce point, on constate que G2 et G3 ont connu une reprise beaucoup plus faible que G1. L'été 2011 marque une période de forte correction. G2 et G3 sont revenus sur leur plus bas niveau de mars 2009 tandis que G1 a réussi à se maintenir au-dessus. G1 a ensuite connu un rebond important alors que G2 a repris une croissance beaucoup plus lente et que G3 reste stable. On a donc trois comportements différents en fin de période. Il semble donc que, même si les marchés des actions sont toujours fortement corrélés dans la zone Euro, la crise de la dette souveraine a créé une distinction entre les pays « sans risque » et les autres pays.



Figure 15 Prix des indices (valeurs hebdomadaires)

La Figure 16 montre que les taux d'intérêt pour les obligations souveraines à 5 ans des différents groupes étaient presque identiques entre 2006 et juillet 2008. On remarque ensuite un comportement totalement différent entre le groupe G3 et les deux autres. On constate néanmoins que les positions des pics et des creux sont encore assez corrélées. Ainsi septembre 2010 et 2011 ont marqué des creux dans l'évolution des séries temporelles tandis que le 28 novembre 2011 est un sommet bien visible. Le comportement de G3 est caractérisé dans un premier temps par une tendance baissière lente du taux d'intérêt puis par une tendance haussière avec des mouvements brusques et volatils. Le dernier pic (28/11/11) a été suivi d'une forte correction. G1 et G2 ont également connu une tendance baissière mais celle-ci a été plus profonde, ramenant les taux sous les 2%. Les taux ont ensuite remonté de plus de 1%. Après avoir atteint un pic en avril 2011, le comportement de G1 et G2 a également commencé à diverger et cela à partir de septembre 2011. G1 s'est stabilisé au niveau des 1% tandis que G2 est resté assez volatil dans une fourchette comprise entre 2% et 3%. On retrouve donc à nouveau trois comportements différents en fin de période.

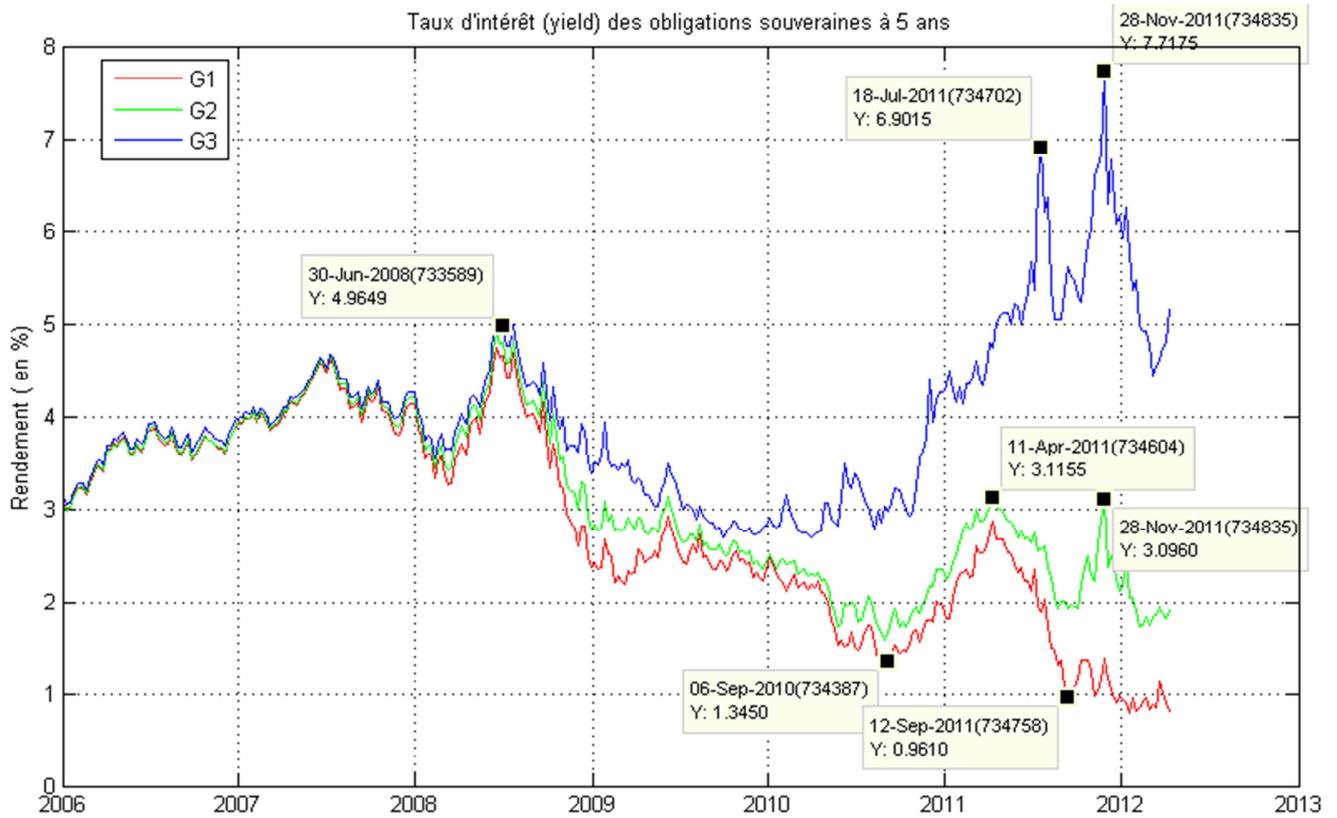


Figure 16 Taux d'intérêt des obligations souveraines à 5 ans (valeurs hebdomadaires)

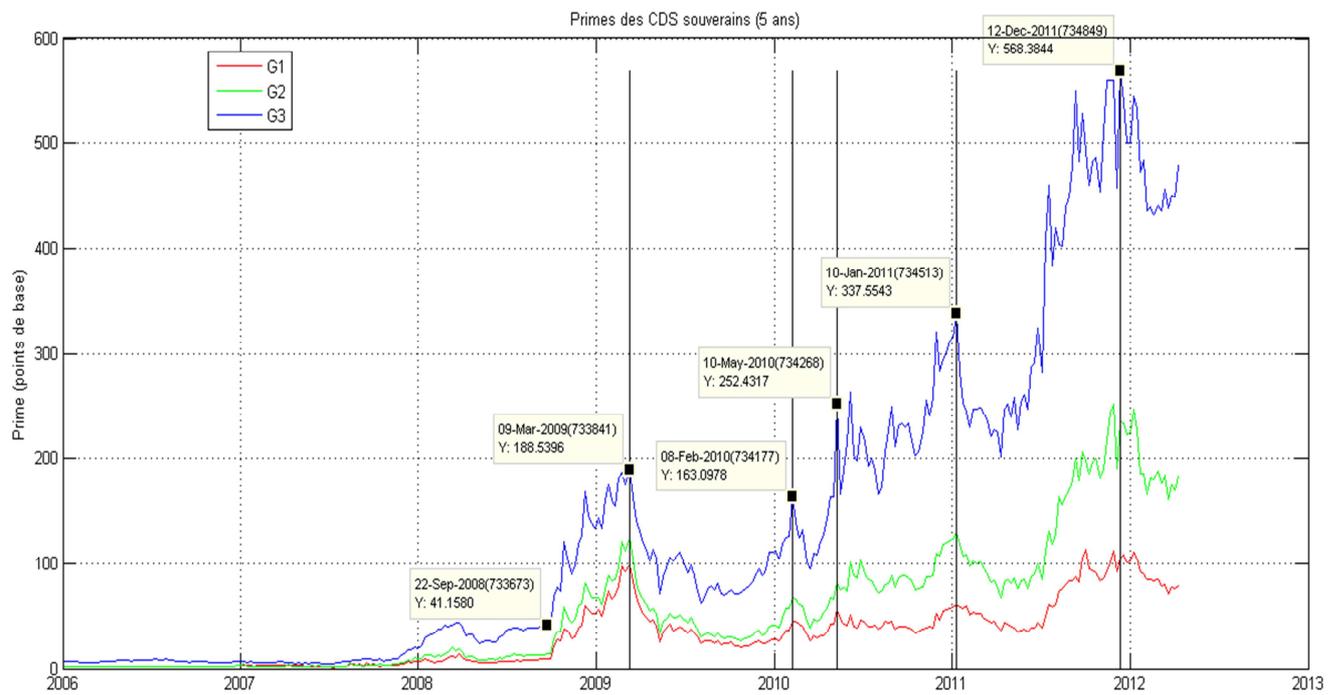


Figure 17 Primes des CDS souverains à 5 ans (valeurs hebdomadaires)

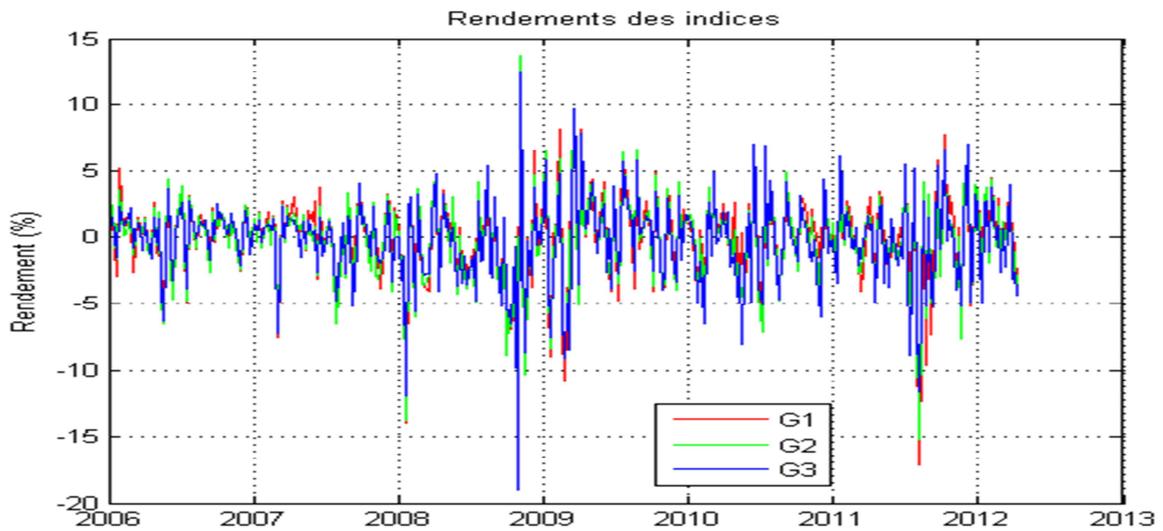
La Figure 17 présente l'évolution des primes de CDS souverains à 5 ans. On constate facilement que l'activité de cet actif financier était très faible avant l'été 2007 et que ce n'est qu'avec la faillite de Lehman Brothers (septembre 2008) que les primes de CDS ont commencé à suivre des mouvements plus amples. On constate que les séries temporelles ont atteint durant des périodes identiques différents sommets : en mars 2009, en février 2010, en mai 2010, en janvier 2011 et en fin 2011. Néanmoins, le groupe des pays « à risque » (G3) a eu un comportement beaucoup plus volatil avec des périodes de très fortes variations. Les primes de CDS des deux autres groupes présentent des mouvements fortement corrélés jusqu'au 10 mai 2010 (premier plan de sauvetage de la Grèce). Leur comportement diverge ensuite lentement. Durant l'été 2011, cette divergence s'est accrue et l'écart actuel est de l'ordre de 100 points de base. A nouveau, les trois groupes présentent des comportements bien distincts en fin de période.

Comme pour la première étude empirique, des tests de racine unitaire (Unit Root Test) ont été conduits sur les séries financières et ont identifié formellement leur non-stationnarité. Les données utilisées par la suite seront donc à nouveau les différences logarithmiques des séries exprimées en pourcentage (cf. Eq.11). Celles-ci peuvent être interprétées comme des rendements sur le prix des indices, sur le taux d'intérêt des obligations et sur la prime de CDS.

Le Tableau 4 donne quelques statistiques descriptives sur les rendements des actifs étudiés. Contrairement aux observations faites dans la première étude, on constate ici que les rendements sur obligations ont une volatilité plus importante que celles sur les indices mais cette volatilité reste faible comparée à celle observée sur le rendement des primes de CDS. On peut également noter que la moyenne du rendement de l'obligation du groupe 3 est positive contrairement à celles des deux autres groupes. La majorité des séries présente à nouveau un coefficient d'asymétrie (skewness) négatif et une distribution fortement leptokurtique. Ceci implique des valeurs extrêmes plus fréquentes. Les tests de normalité (Jarque-Bera) effectués sur les rendements rejettent l'hypothèse de normalité sur toutes les données. Les rendements sont stationnaires mais on observe néanmoins sur les Figures 18 à 20 la présence de grappes de volatilité (clustering). De plus, on constate que les CDS ont connu une période d'extrême volatilité dans la première partie de la période étudiée. Le marché des CDS souverains est en effet assez récent et n'était pas très liquide avant 2008 et les débuts de la crise de la dette, crise qui a mis ce marché sur le devant de la scène.

**Tableau 4 Statistiques descriptives des rendements hebdomadaires calculés sur les différents actifs financiers**

OBLIGATIONS	Moyenne	Ecart-type	Skewness	Kurtosis	Min	Max
G1	-0,406	6,076	-0,128	6,210	-25,238	28,806
G2	-0,149	4,635	-0,612	7,002	-26,872	16,409
G3	0,152	4,306	-0,054	6,368	-20,350	19,778
CDS	Moyenne	Ecart-type	Skewness	Kurtosis	Min	Max
G1	1,176	17,153	0,521	8,582	-68,627	85,364
G2	1,439	19,356	-0,153	9,128	-101,085	84,997
G3	1,283	11,335	0,472	6,263	-42,475	51,453
INDICES	Moyenne	Ecart-type	Skewness	Kurtosis	Min	Max
G1	-0,020	3,474	-0,766	6,146	-17,141	13,732
G2	-0,185	3,483	-0,545	5,275	-15,237	13,705
G3	-0,235	3,442	-0,653	6,294	-19,076	12,444



**Figure 18 Rendements hebdomadaires des indices**

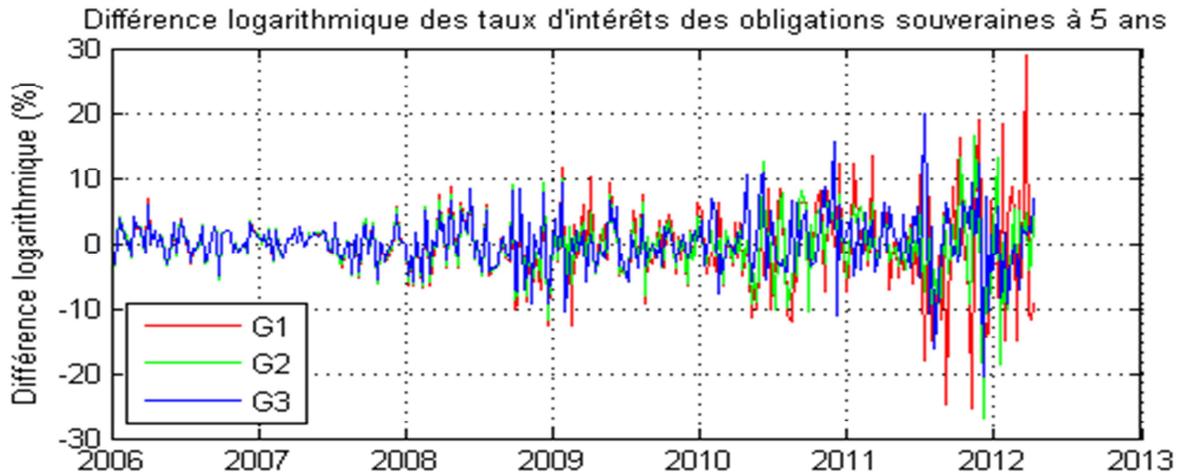


Figure 19 Rendements hebdomadaires des taux d'intérêts sur les obligations souveraines à 5 ans

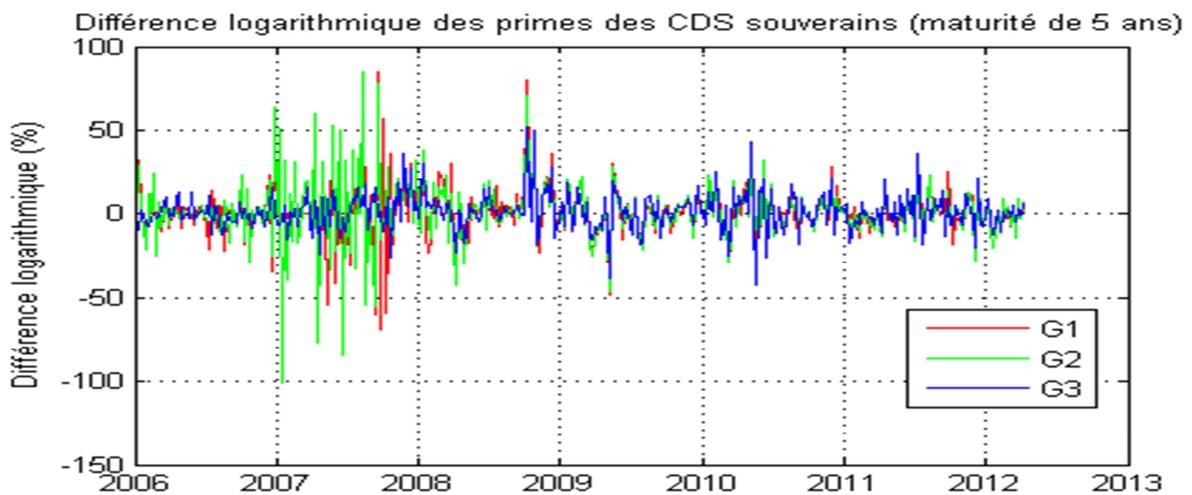


Figure 20 Rendements hebdomadaires sur les primes de CDS souverains

Le Tableau 5 représente la matrice des coefficients de corrélation inconditionnelle des rendements hebdomadaires des actifs financiers étudiés pour les trois groupes de pays. Premièrement, on constate l'existence de relations positives entre les indices et entre les CDS. Les marchés des indices sont même très fortement corrélés. Par contre, la relation entre obligations dépend fortement du groupe. Ainsi la paire G1-G2 est plus corrélée que la paire G2-G3, elle-même plus corrélée que la paire G1-G3. Ceci se justifie par la décorrélation des obligations sur la période 2008-2011 démontrée dans la première étude. Deuxièmement, on remarque que les relations entre une obligation et un autre actif dépendent fortement du groupe auquel appartient l'obligation. Ainsi, les CDS ont une relation faiblement négative avec

l'obligation G1, une relation nulle avec l'obligation G2 et une relation faiblement positive avec l'obligation G3. De même, les indices ont une corrélation plus positive avec l'obligation G1 qu'avec l'obligation G2 et la corrélation avec l'obligation G3 est quasi nulle voire légèrement négative avec l'indice G3. Ceci est conforme à l'interprétation graphique. Durant la période 2006-2012, le taux d'intérêt de l'obligation G1 (« sans risque ») a diminué alors que les primes sur CDS ont connu une forte hausse et que les indices ont eux également chuté. Enfin, on peut voir que la relation indice-CDS est clairement négative. En effet, en période de crise, les indices chutent tandis que les primes de CDS augmentent.

**Tableau 5 Matrice des coefficients de corrélation inconditionnelle des rendements hebdomadaires des actifs étudiés**

		Obligations			Indices			CDS		
Groupes		G1	G2	G3	G1	G2	G3	G1	G2	G3
Obligations	G1	1,000	0,714	0,199	0,436	0,450	0,455	-0,120	-0,136	-0,256
	G2	0,714	1,000	0,547	0,280	0,270	0,228	0,005	0,017	-0,030
	G3	0,199	0,547	1,000	0,071	0,018	-0,102	0,164	0,156	0,332
Indices	G1	0,436	0,280	0,071	1,000	0,957	0,895	-0,241	-0,272	-0,323
	G2	0,450	0,270	0,018	0,957	1,000	0,945	-0,263	-0,286	-0,369
	G3	0,455	0,228	-0,102	0,895	0,945	1,000	-0,298	-0,313	-0,448
CDS	G1	-0,120	0,005	0,164	-0,241	-0,263	-0,298	1,000	0,682	0,420
	G2	-0,136	0,017	0,156	-0,272	-0,286	-0,313	0,682	1,000	0,484
	G3	-0,256	-0,030	0,332	-0,323	-0,369	-0,448	0,420	0,484	1,000

Avant de poursuivre cette étude, il convient d'attirer l'attention sur l'interprétation de la corrélation. En effet, lorsque l'on compare un taux d'intérêt à un indice, une augmentation du coefficient de corrélation (vers plus 1) signifie qu'une chute du prix de l'indice entraînera une diminution du taux d'intérêt (donc une augmentation de son prix). Ceci peut être identifié comme un phénomène de fuite vers un actif moins risqué. Le phénomène de contagion sera lui caractérisé par une forte diminution du coefficient de corrélation (vers moins un). La prime de CDS se comporte comme le taux d'intérêt. L'interprétation sur la paire indice-CDS est donc identique à ce qui vient d'être expliqué tandis que la corrélation sur la paire obligation-CDS est identique à celle observée dans la première étude empirique.

## 6.2 Mise en évidence des équilibres multiples et des points de retournement de l'activité financière

Dans cette section, les actifs financiers étudiés ont été modélisés suivant un modèle MS-AR (univarié) afin de détecter l'existence d'équilibres multiples et, le cas échéant, de vérifier si ces changements de régime sont simultanés au sein d'un même type d'actifs et/ou au sein d'un même groupe de pays. L'étude est ensuite étendue au cas multivarié afin de pouvoir analyser les relations entre actifs au moyen des matrices de variance-covariance du modèle.

### 6.2.1 Le modèle MS-AR : Analyse univariée

Le modèle MS-AR se décline en différentes variantes suivant les paramètres dépendants du régime (cf. Modélisation). Pour chaque actif, différentes configurations ont donc été essayées et le choix du modèle a été fait en minimisant un critère d'information. Le Tableau 6 donne le critère d'information bayésien<sup>22</sup> des modèles testés. On constate que pour l'ensemble des actifs, la préférence va à un modèle à changements de régime à deux états. De plus, pour une majorité des actifs, le modèle le plus simple a été sélectionné. Dans ce modèle MSH(2), seule la variance dépend du régime et il n'y a ni constante ni coefficient autorégressif. Pour les actifs CDS G1 et CDS G2, le modèle optimal est le MSIH(2)-VAR(1), modèle où la constante et la variance dépendent du régime mais pas le coefficient autorégressif.

Tableau 6 Critères d'information bayésien (BIC) des différents modèles estimés à partir des rendements hebdomadaires des actifs

BIC	Bond G1	Indice G1	CDS G1	Bond G2	Indice G2	CDS G2	Bond G3	Indice G3	CDS G3
MSH(2)	<b>2015,4</b>	<b>1700,4</b>	2650,4	<b>1875,2</b>	<b>1722,3</b>	2734,1	<b>1829,4</b>	<b>1708,0</b>	<b>2493,7</b>
MSH(3)	2049,5	1727,3	2590,4	1891,3	1746,9	2740,1	1863,5	1726,3	2514,9
MSIH(2)	2024,8	1705,9	2660,4	1884,5	1729,4	2743,2	1840,3	1716,1	2500,8

<sup>22</sup>  $BIC = -2 \ln(L) + k \ln(n)$  avec  $n$  le nombre d'observations,  $k$  le nombre de paramètres libres estimés et  $L$  le maximum de vraisemblance du modèle estimé.

BIC	Bond G1	Indice G1	CDS G1	Bond G2	Indice G2	CDS G2	Bond G3	Indice G3	CDS G3
MSIH(3)	2062,1	1731,3	2649,4	1899,9	1753,5	2755,0	1861,0	1738,6	2527,5
MSIAH(2)	2035,9	1715,5	2654,6	1895,9	1735,3	2728,3	1849,3	1721,4	2508,3
MSIAH(3)	2080,1	1745,6	2647,8	1933,3	1778,2	2763,6	1875,2	1742,1	2528,3
MSAH(2)	2026,6	1710,5	2646,6	1886,6	1732,9	2805,4	1838,3	1718,4	2503,2
MSAH(3)	2064,5	1750,6	2686,7	1916,3	1765,9	2731,7	1859,6	1750,5	2531,7
MSIH(2)-VAR(1)	2030,2	1709,7	<b>2586,1</b>	1890,1	1733,2	<b>2728,1</b>	1844,4	1716,2	2504,4
MSIH(3)-VAR(1)	2054,9	1730,1	2647,6	1910,4	1750,6	2764,6	1866,5	1729,8	2530,6

L'estimation des paramètres, donnée dans le Tableau 7, permet de démontrer l'existence d'un régime à faible volatilité (Etat 1) et d'un régime à haute volatilité (Etat 2). On constate en effet que l'Etat 2 est deux à trois fois plus volatil que l'Etat 1. La modélisation des CDS a donné de moins bons résultats. Ceci est dû en partie à la très forte volatilité des rendements de CDS avant 2008 (cf. Figure 20), volatilité liée à un manque de liquidité sur le marché plus qu'à une véritable période d'instabilité financière.

**Tableau 7 Estimations des paramètres du modèle de Markov univarié à deux états estimés à partir des rendements hebdomadaires des actifs**

	Bond G1	Indice G1	CDS G1	Bond G2	Indice G2	CDS G2	Bond G3	Indice G3	CDS G3
Model	MSH(2)	MSH(2)	MSIH(2)-VAR(1)	MSH(2)	MSH(2)	MSIH(2)-VAR(1)	MSH(2)	MSH(2)	MSH(2)
Moyenne Etat 1	-	-	0,205	-	-	1,060	-	-	-
Moyenne Etat 2	-	-	4,450	-	-	3,434	-	-	-
Volatilité Etat 1	<b>3,318 ***</b>	<b>2,523 ***</b>	<b>9,125***</b>	<b>3,042 ***</b>	<b>2,553 ***</b>	<b>10,243 ***</b>	<b>2,272 ***</b>	<b>2,430 ***</b>	<b>8,216 ***</b>
Volatilité Etat 2	<b>8,853 ***</b>	<b>6,147 ***</b>	<b>28,200***</b>	<b>7,260 ***</b>	<b>5,501 ***</b>	<b>28,955 ***</b>	<b>5,430 ***</b>	<b>5,476 ***</b>	<b>19,604 ***</b>
AR(1)	-	-	-0,177***	-	-	-0,280 ***	-	-	-
p11	0,987 ***	0,985 ***	0,973 ***	0,985 ***	0,977 ***	0,984***	0,983 ***	0,974 ***	0,955 ***
p22	0,987 ***	0,930 ***	0,920 ***	0,967 ***	0,926 ***	0,958 ***	0,991 ***	0,921 ***	0,813 ***

\*\*\* Significatif à un niveau de 1%

Les Figures 21 à 23 présentent les probabilités lissées des autorégressions à changements de régime appliquées aux neuf rendements étudiés. Ces figures démontrent l'existence d'une coïncidence relative des deux régimes existants pour les rendements de même type d'actifs. Une analyse plus détaillée permet également de mettre en avant des liens plus étroits entre obligations

et indices. Ainsi, suite à l'entrée de l'obligation de G3 en régime plus volatile début janvier 2008, l'ensemble des indices a connu une courte période de volatilité fin janvier 2008<sup>23</sup>. Lors de la faillite de Lehman Brothers (mi-septembre 2008), les obligations de G1 et G2 ont également basculé en régime plus volatil tout comme les indices des trois groupes. Le retour en régime tranquille n'a eu lieu qu'en mars 2009 pour les obligations et un mois plus tard environ pour les indices. En 2010, le Bond G3 (en janvier) puis les Bond G1 et Bond G2 (en mai)<sup>24</sup> sont entrés dans une nouvelle période de forte volatilité. Ceci a eu pour effet d'entraîner les indices des groupes 2 et 3 dans une courte phase de forte volatilité en juin 2010. Alors que les obligations des groupes G1 et G3 ne vont plus quitter ce régime, celle du groupe G2 repassent entre septembre 2010 et juillet 2011<sup>25</sup> par un stade de tranquillité. La fin de cette phase coïncide avec l'entrée de l'ensemble des indices dans une nouvelle période de volatilité élevée qui durera jusqu'en fin 2011. Ceci démontre l'existence de liens entre indices et obligations, liens agissant sur leur volatilité. Enfin, des périodes de forte volatilité sont détectées sur le marché des CDS entre mi-septembre 2008 et mi-décembre 2008 et en mai 2009. Le CDS G3 a également connu des périodes plus volatile en avril-juin 2010 et en juillet 2011. Ces deux phases coïncident relativement bien avec les périodes de forte volatilité détectées sur les obligations et les indices.

En résumé, le modèle univarié a permis d'identifier un régime de faible volatilité et un régime de forte volatilité pour chaque actif. Il semble que la transition entre les régimes soit parfois provoquée par l'annonce de rétrogradation de notes de crédit de pays de l'Eurozone par les agences de notations. De plus, même si cette modélisation ne permet pas d'obtenir directement les relations entre les actifs (par une matrice de variance-covariance par exemple), l'analyse graphique des probabilités de transition a mis en avant l'existence de ces liens. C'est pourquoi l'étape suivante de cette étude empirique introduit un modèle conjoint multivarié.

---

<sup>23</sup> Le 21 janvier 2008 a eu lieu un mini crack sur les places boursières asiatiques et européennes (CAC à -6.83%)

<sup>24</sup> Fin avril 2010 : Rétrogradation de la note de crédit de l'Espagne, de la Grèce et du Portugal par S&P.

<sup>25</sup> Juillet 2011 : Rétrogradation de la note de crédit du Portugal et de l'Irlande dans la catégorie spéculative par Moody's.

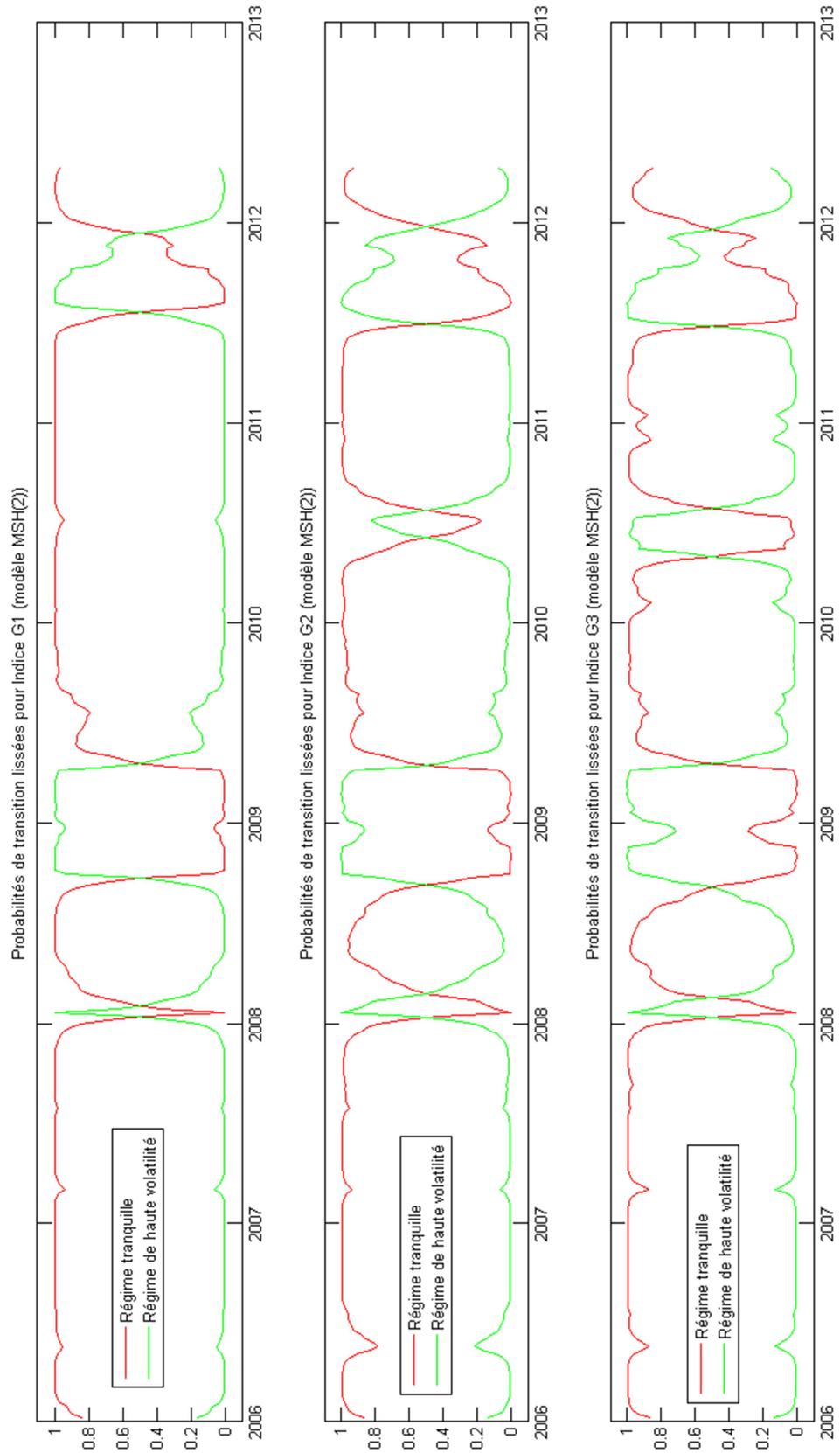


Figure 21 Probabilités lissées pour les rendements hebdomadaires des indices

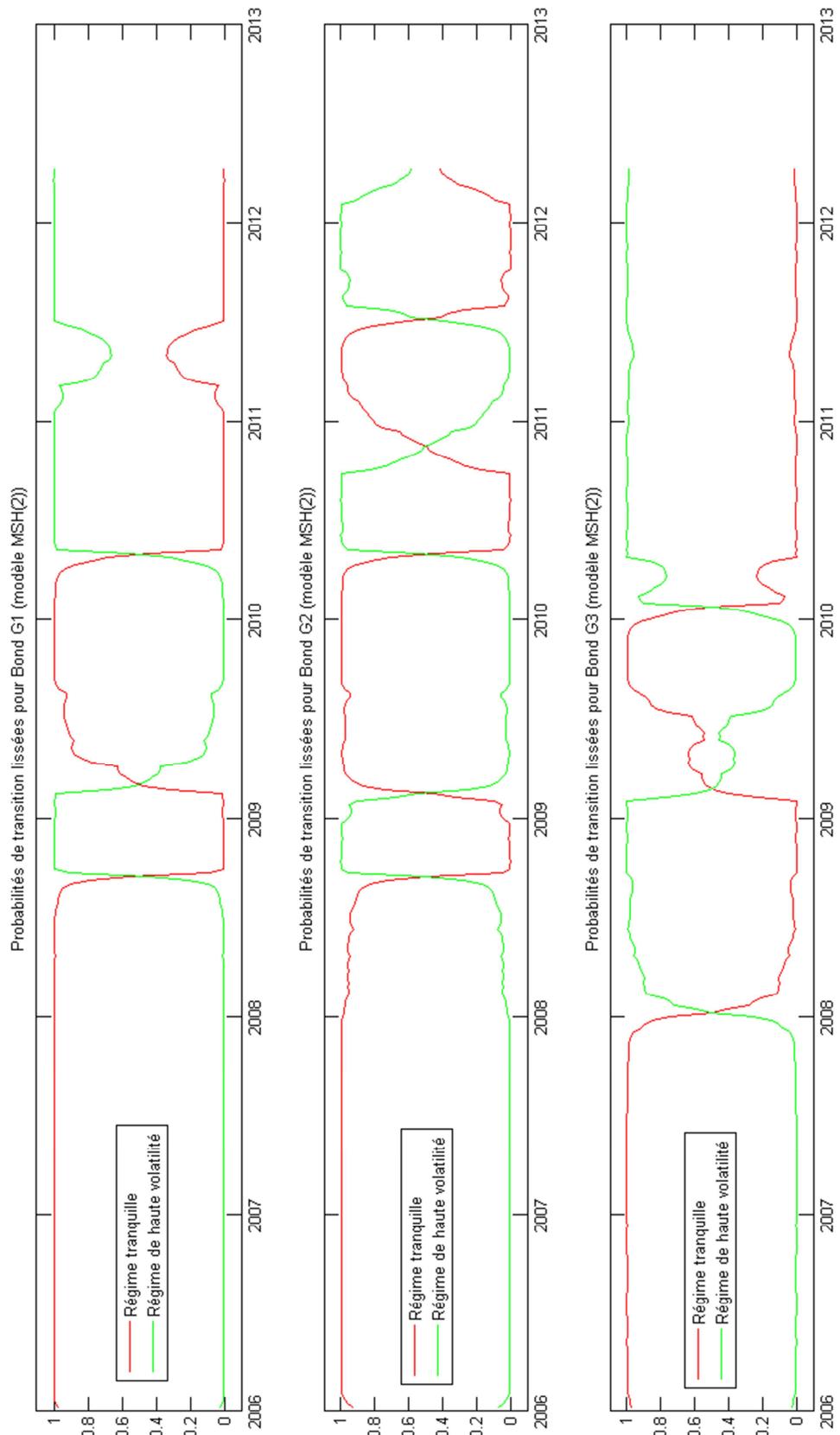


Figure 22 Probabilités lissées pour les rendements hebdomadaires des obligations souveraines à 5 ans

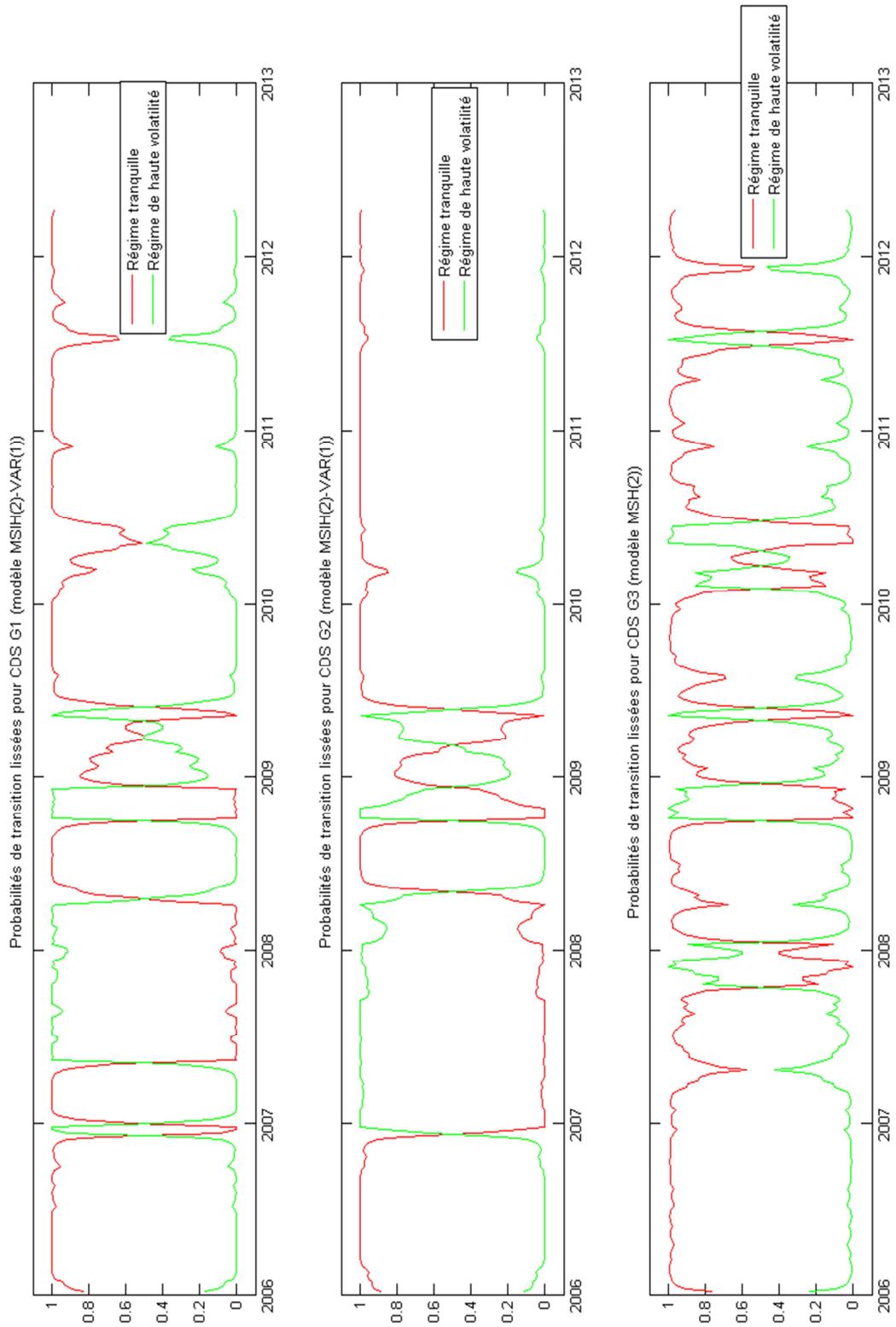


Figure 23 Probabilités lissées pour les rendements hebdomadaires des CDS souverains à 5 ans

## 6.2.2 Le modèle MS-VAR : Analyse multivariée

Le modèle MS-VAR est un modèle complexe avec un nombre de paramètres à estimer qui augmente rapidement avec le nombre de variables. C'est pourquoi l'analyse effectuée se limitera à un modèle à trois variables à savoir les trois différents actifs financiers et cela pour chaque groupe de pays. Le but est de pouvoir estimer la matrice des coefficients de corrélation entre les rendements des actifs pour chaque régime et d'interpréter les résultats obtenus en termes de relations entre actifs.

Le modèle sélectionné par le critère d'information (cf. Tableau 8) est à nouveau un modèle dont seule la matrice de variance-covariance dépend du régime et qui ne possèdent ni constante ni coefficient d'autorégression. Cependant, le critère sélectionne cette fois un modèle à trois régimes. Les Tableaux 9 à 11 présentent les paramètres estimés des différents modèles étudiés.

**Tableau 8 Critères d'information bayésien (BIC) pour les différents modèles multivariés estimés à partir des rendements hebdomadaires des actifs**

		Modèles							
		BIC	MMSH(2)	MMSH(3)	MSSH(4)	MMSIH(2)	MMSIH(3)	MMSIAH(2,1)	MMSIH-VAR(2,1)
Groupes	G1	6412	<b>6347</b>	6396	6446	6589	6537	6492	
	G2	6285	<b>6263</b>	6327	6321	6430	6453	6342	
	G3	5952	<b>5906</b>	5948	5976	6052	6072	6015	

**Tableau 9 Estimations des matrices de probabilités de transition pour les différents modèles multivariés estimés à partir des rendements hebdomadaires des actifs. Toutes les estimations sont significatives à un niveau de 1%.**

Groupe 1			Groupe 2			Groupe 3		
0,948	0,000	0,052	0,902	0,077	0,021	0,890	0,081	0,029
0,006	0,976	0,017	0,027	0,965	0,009	0,046	0,954	0,000
0,054	0,061	0,886	0,045	0,000	0,965	0,013	0,000	0,987

Le Tableau 10 permet d'identifier un régime de haute volatilité (Etat 1) et un régime de faible volatilité (Etat 2). L'interprétation du troisième régime est plus complexe. Pour les groupes G1 et G2, cet état correspond à une phase de très forte volatilité sur les CDS uniquement. Il permet donc par exemple de modéliser l'excès de volatilité du marché des CDS

lié au manque de liquidités en début de période. Pour le groupe des pays « à risque », ce régime correspond plutôt à une phase de forte volatilité sur le marché obligataire avec une volatilité modérée sur les autres marchés.

**Tableau 10 Estimations de la volatilité (écart-type) des rendements hebdomadaires des actifs pour les différents modèles multivariés étudiés. Toutes les estimations sont significatives à un niveau de 1%.**

	G1	G2	G3
Volatilité Bond Etat1	10,46	7,42	5,08
Volatilité Indice Etat1	5,67	5,35	5,18
Volatilité CDS Etat1	12,10	13,18	17,04
Volatilité Bond Etat2	4,40	3,53	2,31
Volatilité Indice Etat2	2,52	2,71	2,24
Volatilité CDS Etat2	9,10	10,76	8,13
Volatilité Bond Etat3	3,55	2,38	5,87
Volatilité Indice Etat3	2,79	2,30	3,31
Volatilité CDS Etat3	33,59	35,16	10,13

Le Tableau 11 donne une vision statique des relations entre les différents actifs en présentant pour chaque groupe les matrices des coefficients de corrélation selon le régime. Le régime de haute volatilité (Etat 1) présente une relation négative entre les marchés des actions et des CDS tandis que celui de faible volatilité (Etat 2) montre une relation positive entre l'indice et l'obligation. Le troisième régime est lui caractérisé par une forte corrélation entre actions et obligations ; très positive pour les groupes G1 et G2 et très négative pour le groupe G3.

Il existe également certaines caractéristiques propres aux groupes. Ainsi, pour les pays dont la dette est « sans risque », la relation entre obligation et CDS est faiblement négative pour tous les régimes tandis que le lien entre obligation et indice reste élevé dans le régime de haute volatilité. On remarque également que dans les deux premiers régimes, la relation indice-CDS est plus négative dans le groupe G2 que dans les autres groupes. Enfin, le groupe G3 montre dans le troisième régime un coefficient de corrélation fortement positif pour la paire obligation-CDS et fortement négatif pour la paire indice-CDS. Ceci démontre déjà que les relations entre les actifs dépendent à la fois du régime et du groupe auquel ils appartiennent.

Afin d'identifier des phénomènes de contagion ou de « *flight-to-quality* », il est néanmoins nécessaire d'avoir une vision dynamique du modèle et d'interpréter les variations excessives de corrélation entre les différents actifs lors de la transition entre régimes. A l'aide du

Tableau 12 donnant le sens et l'intensité de ces changements, on constate que la transition entre le régime « tranquille » (E2) et le régime de forte volatilité (E1) est caractérisée par un phénomène de forte contagion sur la paire CDS-indice du groupe G1 et sur la paire obligation-CDS du groupe G2. Pour cette même transition, on note aussi une contagion beaucoup plus faible sur l'ensemble des actifs du groupe G3 et sur l'indice du groupe G2. Ce changement de régime marque donc le début d'une période de forte volatilité et de contagion entre les actifs. Toutefois, cette contagion ne semble pas affecter l'obligation du groupe G1.

Tableau 11 Estimations des matrices de coefficients de corrélation entre les rendements hebdomadaires des actifs pour les différents modèles multivariés étudiés. Toutes les estimations sont significatives à un niveau de 1%.

		Etat 1			Etat 2			Etat 3		
		Bond	Indice	CDS	Bond	Indice	CDS	Bond	Indice	CDS
Groupe 1	Bond	1,00	0,42	-0,16	1,00	0,39	-0,21	1,00	0,74	-0,15
	Indice	0,42	1,00	-0,50	0,39	1,00	-0,26	0,74	1,00	-0,21
	CDS	-0,16	-0,50	1,00	-0,21	-0,26	1,00	-0,15	-0,21	1,00
Groupe 2	Bond	1,00	0,17	0,29	1,00	0,39	-0,26	1,00	0,63	-0,01
	Indice	0,17	1,00	-0,57	0,39	1,00	-0,46	0,63	1,00	-0,15
	CDS	0,29	-0,57	1,00	-0,26	-0,46	1,00	-0,01	-0,15	1,00
Groupe 3	Bond	1,00	0,17	0,19	1,00	0,38	-0,05	1,00	-0,63	0,75
	Indice	0,17	1,00	-0,39	0,38	1,00	-0,21	-0,63	1,00	-0,80
	CDS	0,19	-0,39	1,00	-0,05	-0,21	1,00	0,75	-0,80	1,00

Pour les groupes G1 et G2, une transition vers le troisième régime peut être interprétée soit comme une période de fuite vers des actifs moins risqués (des actions vers le marché du crédit « de qualité ») ou soit par le phénomène inverse, une reprise de l'appétit au risque (mouvement du marché du crédit vers les marchés actions). On constate en effet une forte augmentation de la corrélation des paires indice-CDS et indice-obligation. Par contre, pour les pays dont la dette est « fortement risquée », ce régime est clairement lié à une phase de forte contagion entre les trois actifs.

**Tableau 12 Analyse des variations des coefficients de corrélations lors de la transition entre régime (phénomène de contagion en rouge et de flight-to-quality en vert, un sigle + ou – par variation de 0.2)**

		Transitions		
		E2-E1	E2-E3	E1-E3
Groupe 1	Bond-Indice	=	++	++
	CDS-Indice	--	=	++
	Bond- CDS	=	=	=
Groupe 2	Bond-Indice	-	+	++
	CDS-Indice	-	++	+++
	Bond- CDS	+++	+	--
Groupe 3	Bond-Indice	-	----	----
	CDS-Indice	-	---	--
	Bond- CDS	+	++++	+++

La Figure 24 présente les probabilités lissées des autorégressions multivariées à changements de régime appliquées aux trois groupes. On constate que les changements de régime ne coïncident pas entre les différents groupes. Ceci prouve encore une fois que les pays de la zone Euro ont bien eu des comportements différents au cours de la crise de la dette souveraine. Une analyse plus détaillée permet de mettre en avant certaines périodes clés dans le déroulement de cette crise.

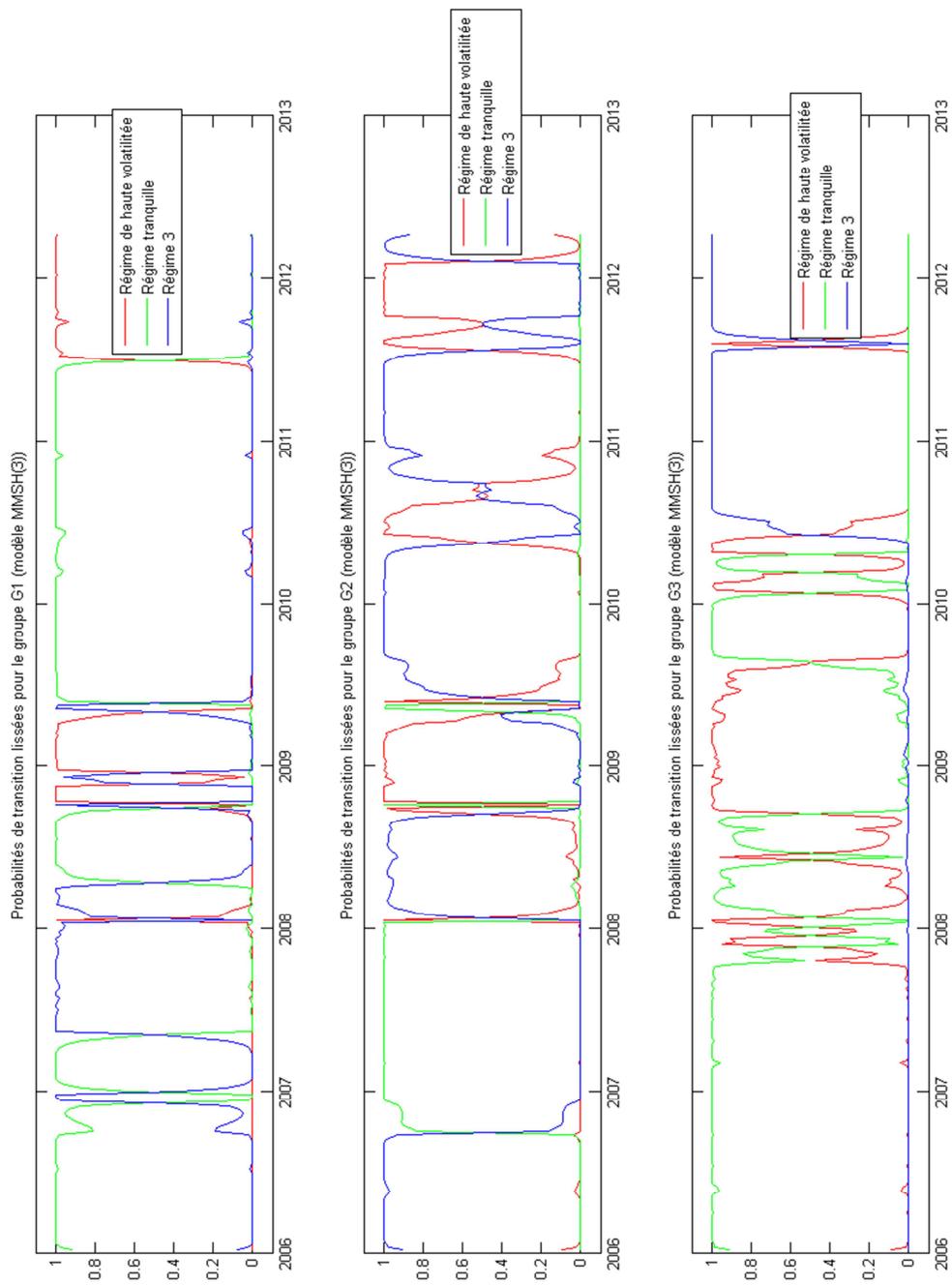
Avant le 15 septembre 2008, les groupes G1 et G2 ont connu une succession de phases tranquilles (Etat 1) et de haute volatilité sur les CDS (Etat 3). On peut expliquer ceci par la forte volatilité du marché des CDS souverains liée à son manque de profondeur et de liquidité. On constate cependant un passage en régime de forte volatilité (Etat 2) autour du 21 janvier 2008. La faillite de Lehman Brothers a ensuite entraîné les deux groupes dans le régime de haute volatilité. Pour les pays avec une dette « saine » le retour à une phase de tranquillité n’a eu lieu qu’en juin 2009 et depuis juin 2011, ce groupe est à nouveau dans un régime de forte volatilité. Le groupe

des pays dont la dette est « assez saine mais fortement surveillée » présente après le 15 septembre 2008 une succession de phases de forte volatilité globale et de phases de forte volatilité du CDS. Le régime de tranquillité n'a en effet refait que deux brèves apparitions en octobre 2008 et mai 2009.

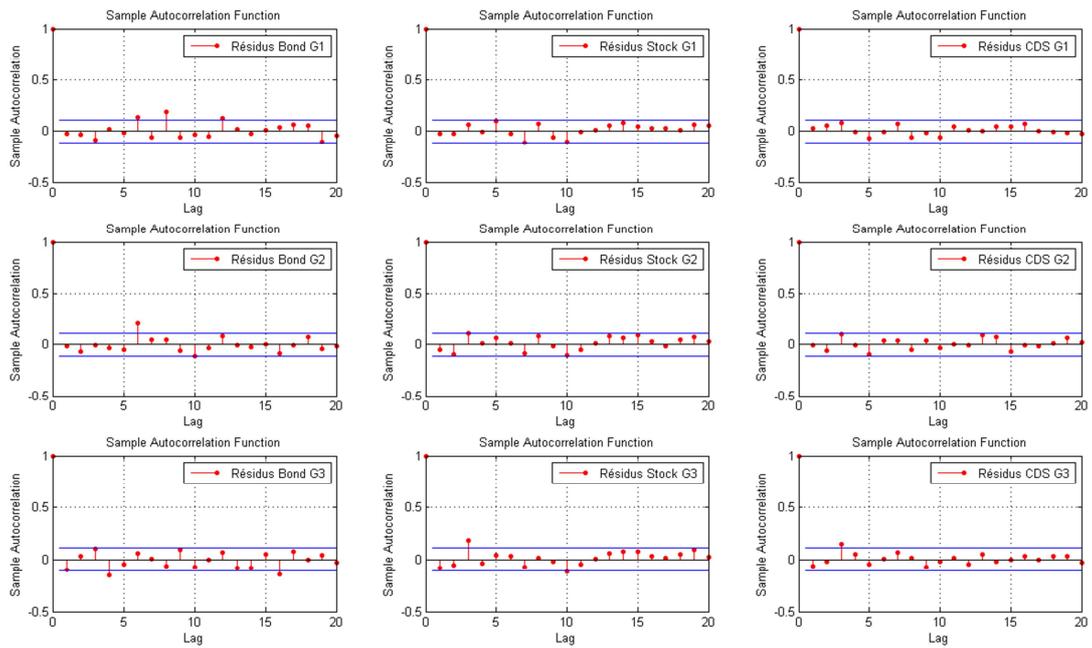
Le dernier groupe, les pays à dette « risquée », présente une toute autre succession de régimes. On identifie une première période de tranquillité (Etat 1) jusqu'en octobre 2007. Celle-ci est suivie par une période de transition avec des phases de haute volatilité (Etat 2) (en décembre 2007, janvier et juin 2008). La faillite de Lehman Brothers a ensuite poussé le modèle dans une phase de haute volatilité qui ne s'achèvera qu'en été 2009. La période de tranquillité qui a suivi a été interrompue une première fois en mars 2010 avec la montée des inquiétudes quant au défaut de la Grèce et une seconde fois en mai 2010 avec le premier plan de sauvetage de la Grèce. Depuis juin 2010, le groupe G3 est entré dans un régime de forte volatilité du marché obligataire (Etat 3). On note néanmoins une brève transition dans le régime de haute volatilité lors de la forte chute des indices boursiers européens en été 2011.

Cette analyse multivariée a démontré que les relations entre les actifs sont complexes et dépendent à la fois du régime et du groupe auquel ils appartiennent. Certains événements tels que la faillite de Lehman Brothers ou l'annonce d'un plan de sauvetage pour la Grèce ont été des points de retournement de l'activité financière et ont été à l'origine de changement de régime.

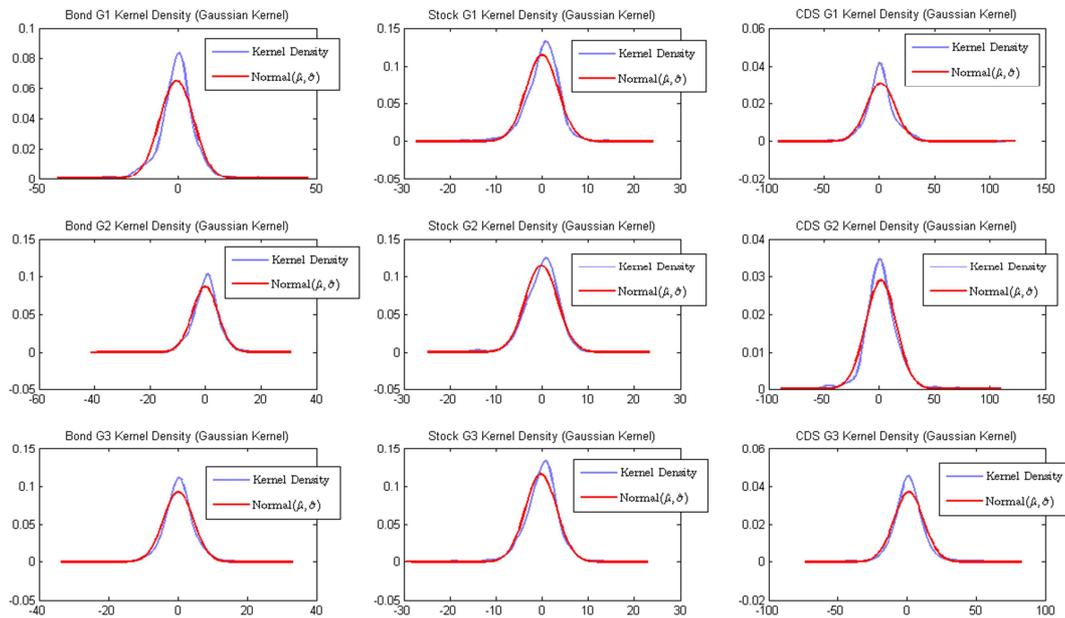
Les Figures 25 à 27 présentent les statistiques des résidus issus du modèle MSSH(3) appliqués sur les rendements des actifs pour chaque groupe de pays et montrent que les résidus sont toujours corrélés et ne suivent pas une loi gaussienne. Ceci confirme le rejet des tests de normalité (Jarque-Bera) effectués sur l'ensemble des séries. La suite de cette étude consistera à utiliser un modèle DCC-MVGARCH afin d'examiner les corrélations conditionnelles entre les différents actifs étudiés.



**Figure 24** Probabilités lissées des changements de régime pour les rendements hebdomadaires des actifs des trois groupes étudiés

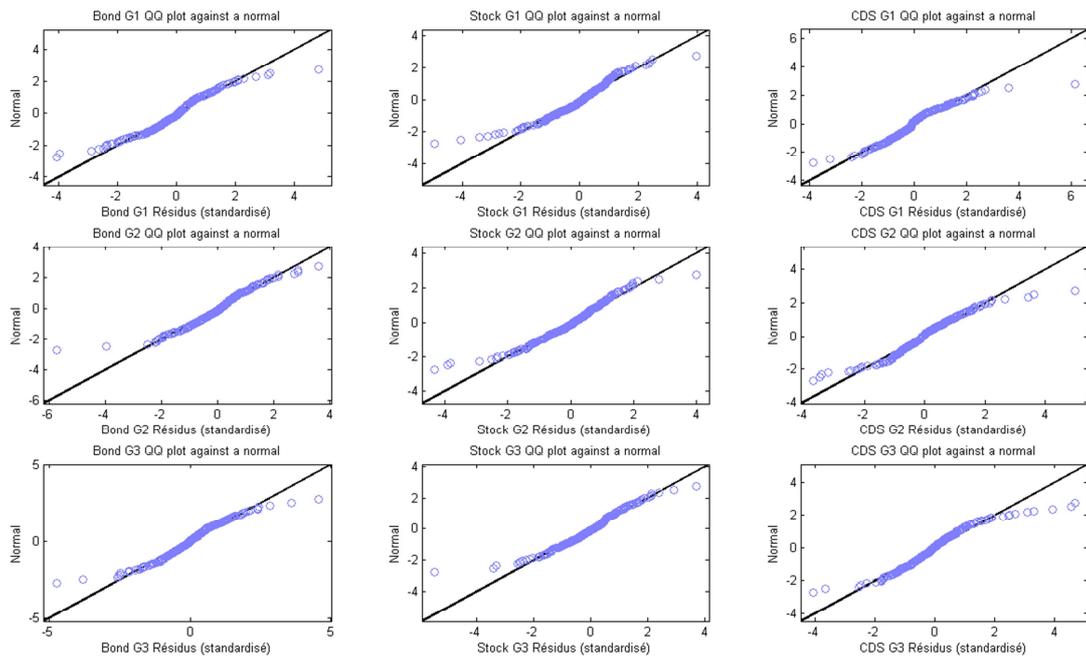


**Figure 25** Corrélogrammes (autocorrélations) des résidus obtenus par les modèles MMSH(3) sur les rendements hebdomadaires des actifs étudiés



**Figure 26** Estimation par noyau<sup>26</sup> de la densité des résidus obtenus par les modèles MMSH(3) sur les rendements hebdomadaires des actifs étudiés

<sup>26</sup> En statistique, l'estimation par noyau (ou encore méthode de Parzen-Rozenblatt) est une méthode non-paramétrique d'estimation de la densité de probabilité d'une variable aléatoire. Elle se base sur un échantillon d'une population statistique et permet d'estimer la densité en tout point du support. (Wikipédia)



**Figure 27 Diagrammes Quantile-Quantile (QQ-plot) des résidus obtenus par les modèles MMSH(3) sur les rendements hebdomadaires des actifs étudiés**

## 6.3 Analyse de la dynamique des relations entre actifs financiers

A partir des neuf séries de résidus issus de la première étape de modélisation, le modèle DCC-MVGARCH fournit l'estimation de 36 coefficients de corrélation à chaque instant  $t$ . Les relations sont classées en six types de couples : action-action, obligation-obligation, CDS-CDS, CDS-action, obligation-action et obligation-CDS. Par abus de langage, la suite de cette analyse utilisera les termes obligation, indice et CDS en parlant des résidus des rendements obtenus par la modélisation MMSH(3) sur chaque groupe de pays.

### 6.3.1 Les relations entre les actifs

#### Relation action-action

La Figure 28 montre l'existence d'une forte relation positive entre les différents indices des marchés européens. On remarque une rapide hausse de la corrélation lors du mini-crack du 21 janvier 2008. Cette augmentation peut être vue comme un phénomène de contagion. On constate également deux chocs baissiers, fin avril et novembre 2010<sup>27</sup>. Ces chocs ont eu à chaque fois une amplitude plus importante sur la relation entre les groupes G1 et G3. Ces chocs peuvent être interprétés comme des phénomènes de « *flight-to-quality* » des marchés des actions des pays « risqués » vers ceux des pays « sains ». De plus, les marchés des actions de ces deux groupes sont moins corrélés en fin qu'en début période.

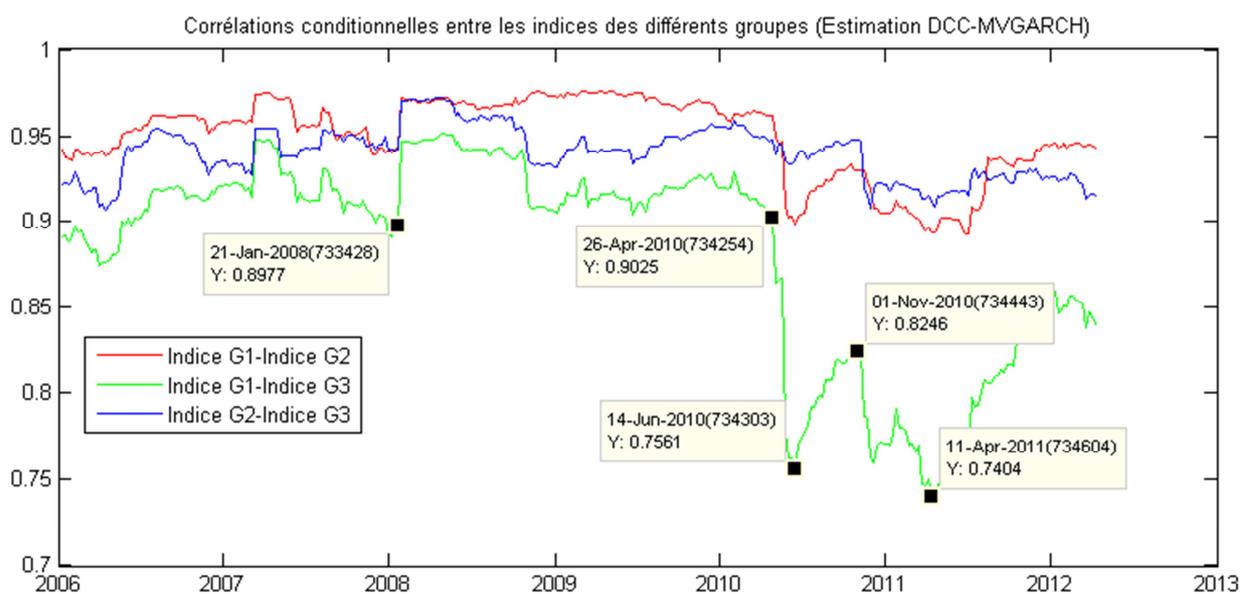


Figure 28 Evolution des coefficients de corrélation entre les résidus des rendements des indices obtenus par une modélisation MSSH(3) (données hebdomadaires)

<sup>27</sup> En novembre 2010, l'Irlande demande un soutien financier et obtient une aide de 85 milliards d'euros de la part de l'UE et du FMI.

## Relation obligation-obligation

La Figure 29 montre les changements de corrélation entre les obligations étudiées. Comme expliqué lors de la première étude empirique, on y observe une première phase de très forte corrélation de l'ensemble des obligations liée à l'intégration financière. La seconde phase, période de forte décorrélation, est liée à une prise de conscience des investisseurs concernant les risques souverains. On observe lors de cette phase deux comportements bien différents : celui des corrélations incluant le groupe des pays « risqués » et celui de la relation entre les deux autres groupes. Les séries liées au groupe G3 présentent deux fortes accélérations baissières qui furent ralenties par les plans de sauvetage de la Grèce (mai 2010 et fin juillet 2011). La dernière accélération baissière a été suivie quelques mois plus tard d'une forte hausse de corrélation. Cette phase peut donc être qualifiée de phénomène de fuite vers des obligations moins risquées. Début 2012, les corrélations se sont stabilisées. La diminution de corrélation a été plus forte pour la relation Bond G1-Bond G3 que pour la relation Bond G2-Bond G3. La corrélation entre les obligations des deux autres groupes a aussi diminué mais dans une moindre mesure. On peut y détecter deux chocs baissiers en février 2010 et juin 2010 suivis d'une légère remontée de la corrélation jusqu'en août 2011. Depuis ce sommet, la corrélation est sur une forte tendance baissière.

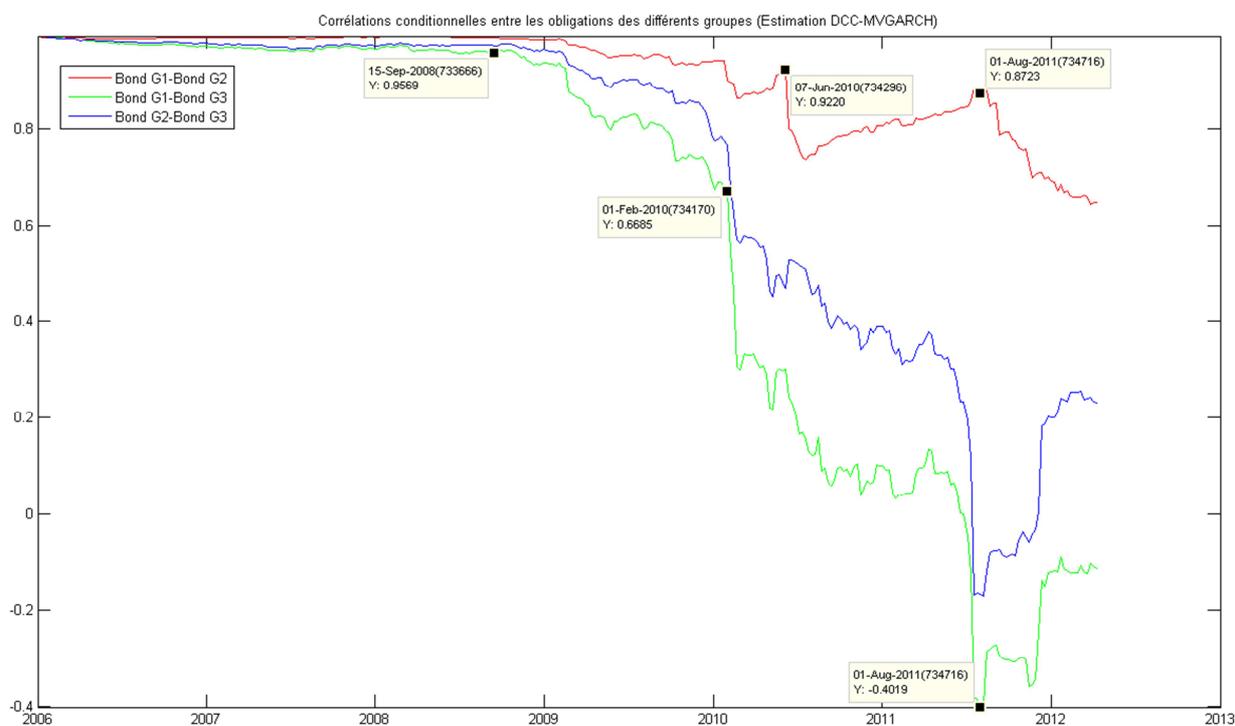


Figure 29 Evolution des coefficients de corrélation entre les résidus des rendements des obligations souveraines à 5 ans obtenus par une modélisation MSH(3) (données hebdomadaires)

## Relation CDS-CDS

La Figure 30 présente l'évolution des relations entre les CDS des différents groupes. On observe clairement deux périodes séparées par un choc fortement haussier causé par la faillite de Lehman Brothers. Depuis ce choc, il existe une relation fortement positive et stable entre tous les CDS.

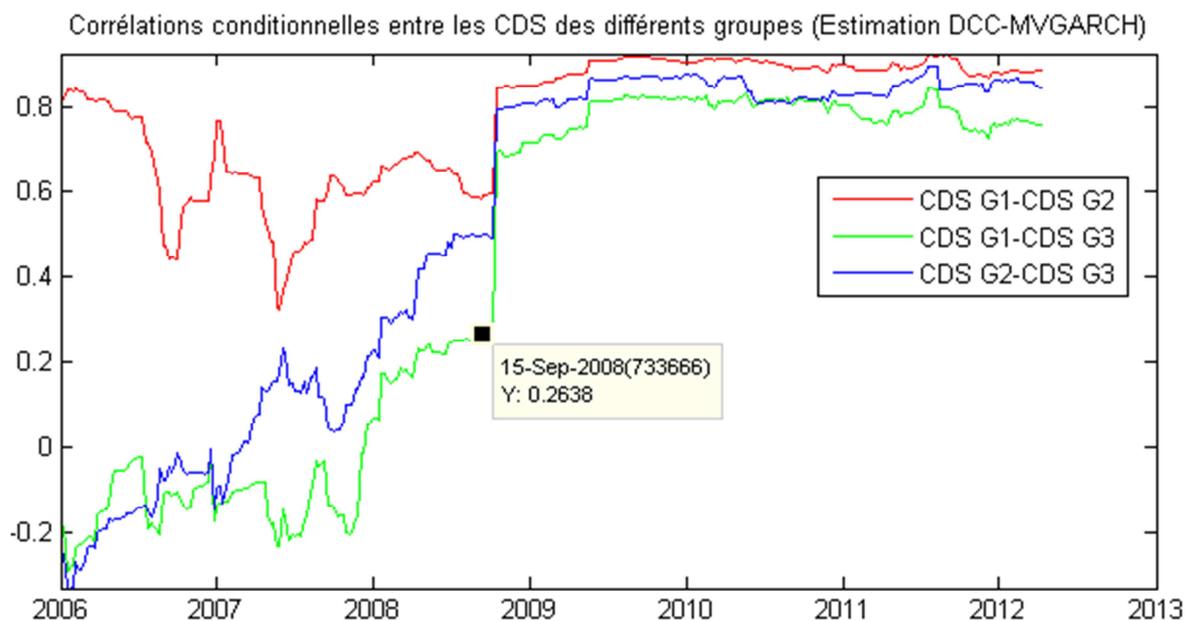
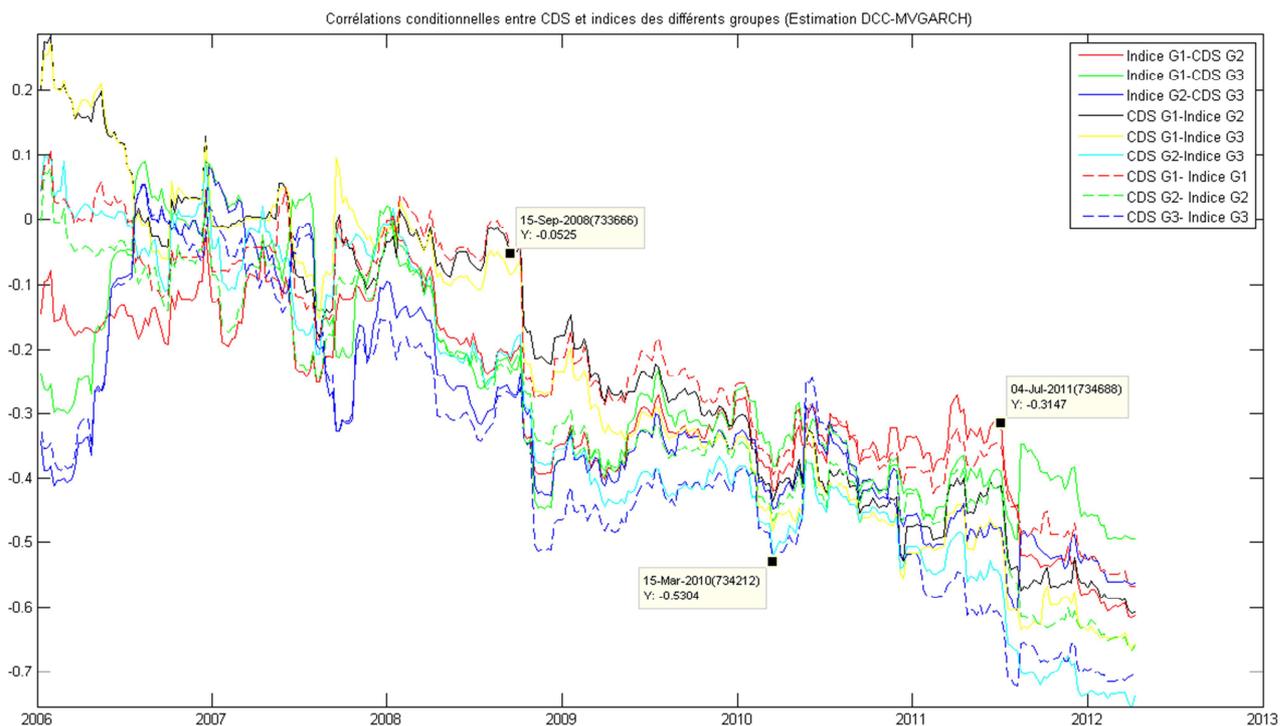


Figure 30 Evolution des coefficients de corrélation entre les résidus des rendements des CDS souverains à 5 ans obtenus par une modélisation MSSH(3) (données hebdomadaires)

## Relation CDS-action

L'évolution des relations entre les CDS et les indices des différents groupes est donnée par la Figure 31. On constate depuis 2007 une tendance baissière constante dans la corrélation des paires CDS-action. De plus, certaines périodes sont marquées par une rapide diminution de corrélation parfois suivie d'une remontée tout aussi rapide. Ceci démontre l'existence d'un phénomène de contagion entre les marchés CDS et actions dans l'Eurozone. On retrouve ces phases de contagion lors des moments critiques qui ont marqué la crise de la dette souveraine (15 septembre 2008, mars-avril 2010 et juillet 2011). On constate également que la relation entre CDS et indice est plus forte (plus négative) avec l'indice du groupe 3 qu'avec celui du groupe 1 et 2. La contagion semble donc plus marquée sur les marchés des actions des pays en difficulté avec leur dette.

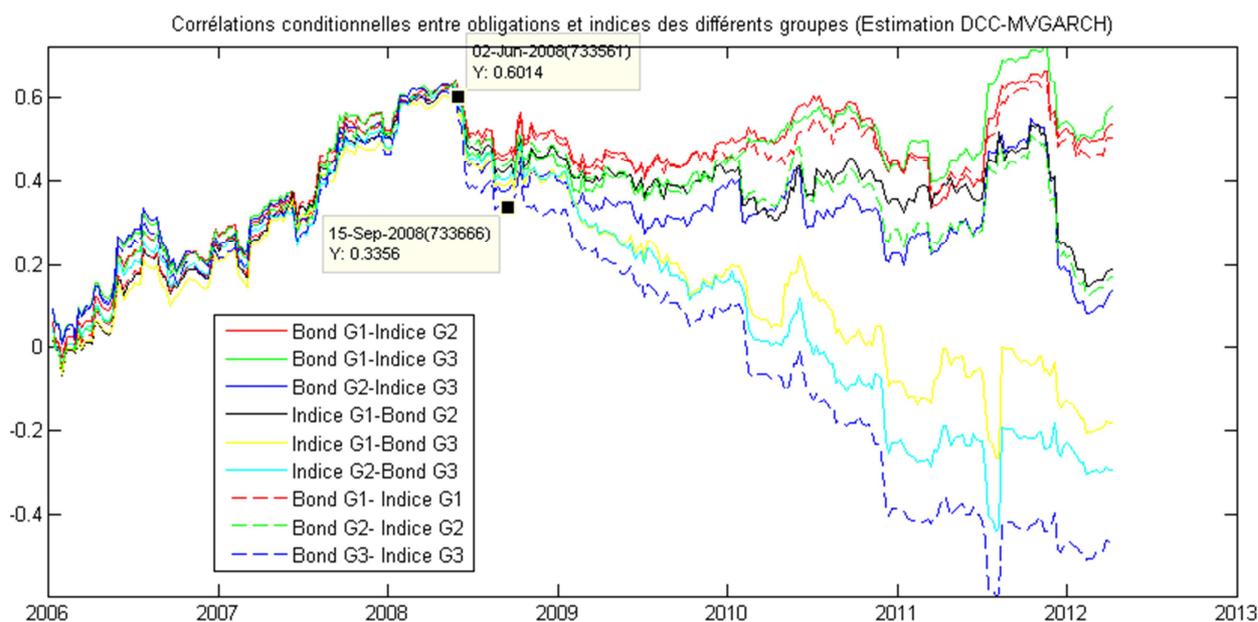


**Figure 31 Evolution des coefficients de corrélation entre les résidus des rendements des CDS souverains à 5 ans et les résidus des rendements des indices obtenus par une modélisation MSSH(3) (données hebdomadaires)**

### Relation obligation-action

La Figure 32 donne l'évolution des relations pour la paire obligation-action. On notera que la relation est inversée par rapport à la première étude empirique. En effet, cette étude utilise le taux d'intérêt de l'obligation plutôt que son prix. On retrouve néanmoins les caractéristiques observées lors de la première étude. De 2006 à juin 2008, les coefficients de corrélation ont augmenté de manière quasi continue, passant de 0 à 0,6. De plus, on constate que sur cette période, les différentes courbes sont presque confondues. Ceci est normal puisque, comme il a été montré précédemment, le coefficient de corrélation entre les obligations est proche de 1 tandis que celui des indices est proche de 0.9 durant cette première phase. Cette hausse est suivie d'une chute rapide durant l'été 2008 mais ce n'est qu'après la faillite de Lehman Brothers que l'on voit apparaître sur le graphe une différence de comportement entre les relations. Une nouvelle fois une distinction peut être faite entre les relations concernant l'obligation des pays dont la dette est risquée et les autres relations (cf. Figure 33). On remarque en effet que le coefficient de corrélation des paires Bond G3-Indice GX diminue progressivement pour terminer en territoire négatif en fin de période. De plus, on constate l'apparition de « trous d'air » (chute rapide suivie d'une hausse rapide quelques mois plus tard) dans la tendance baissière. Ces

phénomènes sont apparus lors de périodes clés de la crise de la dette souveraine européenne (janvier-mai 2010, novembre 2010-avril 2011 et août 2011) et peuvent être identifiés comme des périodes de contagion entre les obligations « risquées » et les marchés actions de l’Eurozone. On note cependant que cette relation (négative) est plus forte avec l’indice du groupe 3 qu’avec l’indice du groupe 2, elle-même plus forte que celle avec l’indice du groupe 1.



**Figure 32 Evolution des coefficients de corrélation entre les résidus des rendements des obligations souveraines à 5 ans et les résidus des rendements des indices obtenus par une modélisation MSSH(3) (données hebdomadaires)**

Les relations intégrant les obligations des deux autres groupes sont, elles, restées positives et stables jusqu’en juillet 2011. Durant cette période, les relations de la paire Bond G1-Indice GX ont été plus fortes que celle de la paire Bond G2-Indice GX. On constate également une période de hausse excessive de corrélation début juillet 2011 suivie d’une diminution rapide de corrélation fin 2011. Cette phase correspond à un « flight-to-quality » des marchés des actions, en fortes baisses durant cette période, vers les obligations du groupe 1 en préférence mais également du groupe 2. A la fin de cette phase la corrélation avec l’obligation des pays « sains » s’est stabilisée à un niveau légèrement supérieure à celui d’avant la forte hausse. Par contre, la corrélation avec l’obligation du groupe 2 s’est, elle, stabilisée à un niveau plus bas. Ceci est certainement lié à la rétrogradation de la note de crédit des pays du groupe 2 en janvier 2012. On peut donc conclure que le comportement des relations obligation-action dépend principalement du groupe auquel appartient l’obligation. Cependant, pour la relation Bond G3-Indice GX, le groupe de l’indice joue également un rôle, même s’il est moindre.

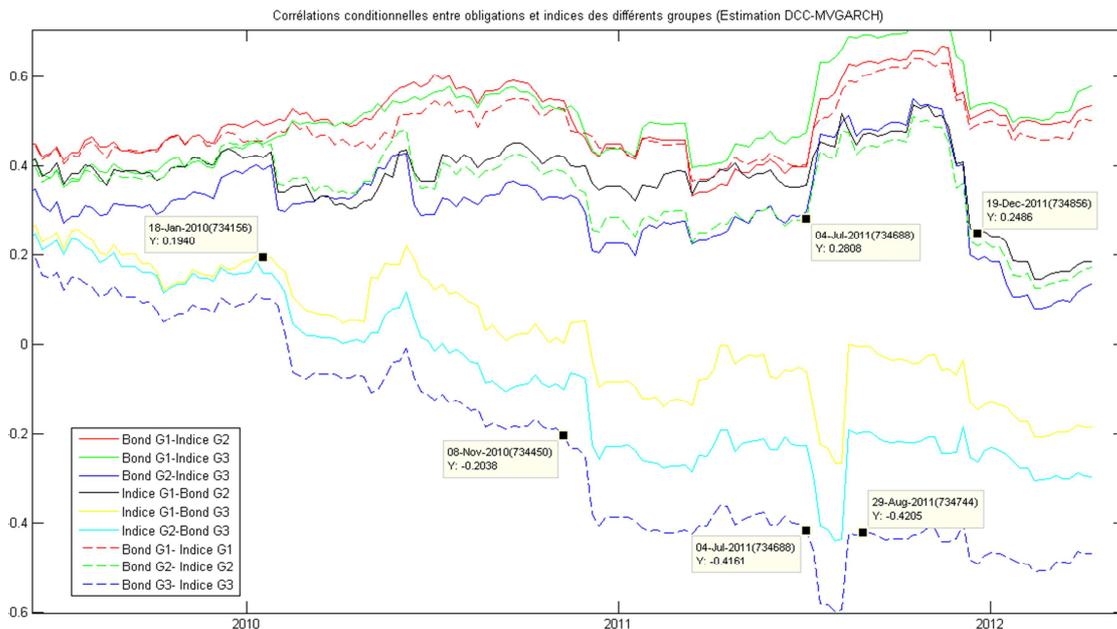


Figure 33 Différences de comportement entre les relations indices-obligation des trois groupes (données hebdomadaires)

### Relation obligation-CDS

La Figure 34 illustre les changements de corrélation observés entre les obligations et les CDS des différents groupes. On distingue à nouveau deux sous-périodes distinctes : avant et après la faillite de Lehman Brothers. Durant la première sous-période, les obligations ont une très forte corrélation entre elles (cf. Relation obligation-obligation). La relation est donc dirigée par le comportement du CDS. Néanmoins les corrélations convergent peu à peu vers une relation très faible (coefficient de corrélation proche de zéro) entre obligation et CDS. Après le 15 septembre se forme un trou d'air dans l'évolution des corrélations. Durant cette phase, les primes de CDS ont explosé tandis que les taux d'intérêt ont conservé une tendance baissière. Cependant il ne s'agit pas vraiment d'un « *flight-to-quality* » mais plutôt d'une prise de conscience concernant un risque souverain poussant les investisseurs à l'achat de protection (CDS). Lors de la seconde sous-période, ce sont les CDS qui ont une très forte corrélation entre eux (cf. Relation CDS-CDS) et la relation est dirigée par le comportement de l'obligation. La Figure 35 montre qu'après le 15 septembre trois comportements bien distincts peuvent être identifiés dans l'évolution des relations. Les coefficients de corrélation liés à l'obligation des pays dont la dette est « risquée » montrent une forte croissance tandis que ceux liés à l'obligation des pays « sains » présentent une légère décroissance. Les coefficients de corrélation des paires Bond G2- CDS GX semblent vouloir rester sur un niveau proche de zéro.

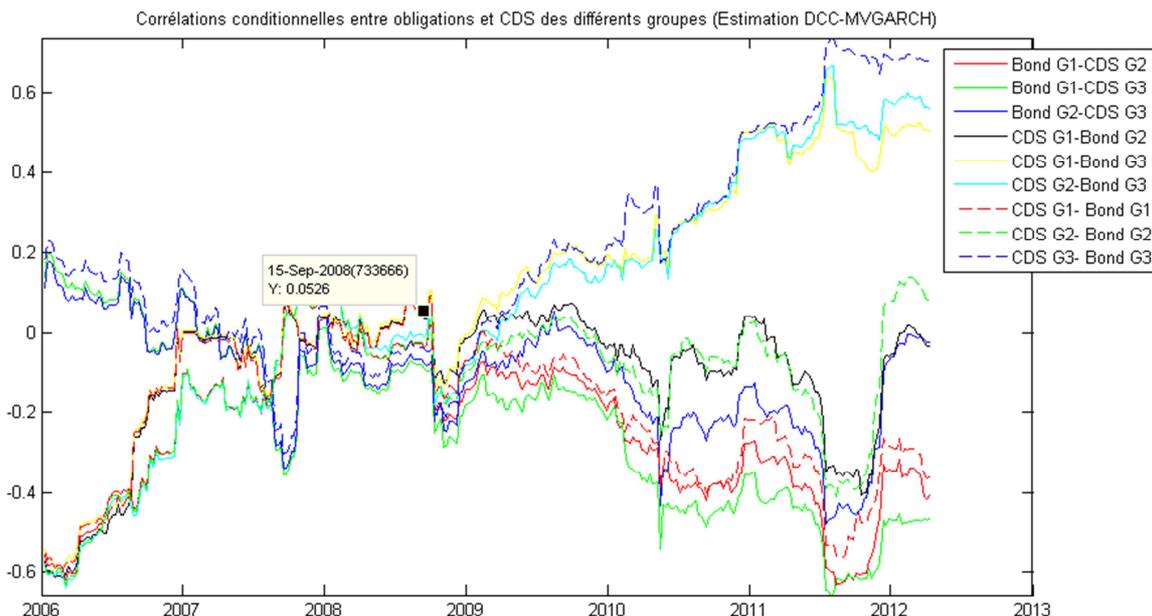


Figure 34 Evolution des coefficients de corrélation entre les résidus des rendements des obligations souveraines à 5 ans et les résidus des rendements des CDS souverains à 5 ans obtenus par une modélisation MSSH(3) (données hebdomadaires)

De plus, l'évolution des relations a été fortement marquée par le déroulement de la crise à deux autres moments. En mai 2010, lors de l'annonce du premier plan de sauvetage de la Grèce, l'ensemble des relations a connu une forte diminution temporaire de corrélation. Cet épisode correspond à nouveau à une augmentation de la crainte sur le risque souverain des pays et à l'achat massif de protection. Une nouvelle phase de crainte est apparue fin mai 2011<sup>28</sup> et a formé un nouveau trou d'air sur les relations intégrant les obligations des groupes G1 et G2 qui ne s'est refermé qu'en décembre 2011. Cependant cette phase a eu un effet opposé sur les relations avec l'obligation du groupe G3 et peut être interprétée comme un phénomène de contagion. On remarque en effet une hausse de corrélation qui fut temporaire sur les paires BOND G3-CDS G1 et BOND G3-CDS G2 et définitive sur la paire BOND G3-CDS G3. Pour conclure, on constate en fin de la période étudiée une relation positive avec l'obligation des pays dont la dette est « risquée » ; relation plus forte avec le CDS G3 qu'avec le CDS G2, la relation avec le CDS G1 étant la plus faible. Les relations Bond G2-CDS GX sont elles presque nulles tandis que les relations avec l'obligation des pays « sains » sont négatives. La relation Bond G1-CDS G3 est la plus fortement négative tandis que la relation Bond G1-CDS G1 est la plus faiblement négative.

<sup>28</sup> Rétrogradation de la note de la dette souveraine de la Grèce, de l'Irlande et du Portugal.

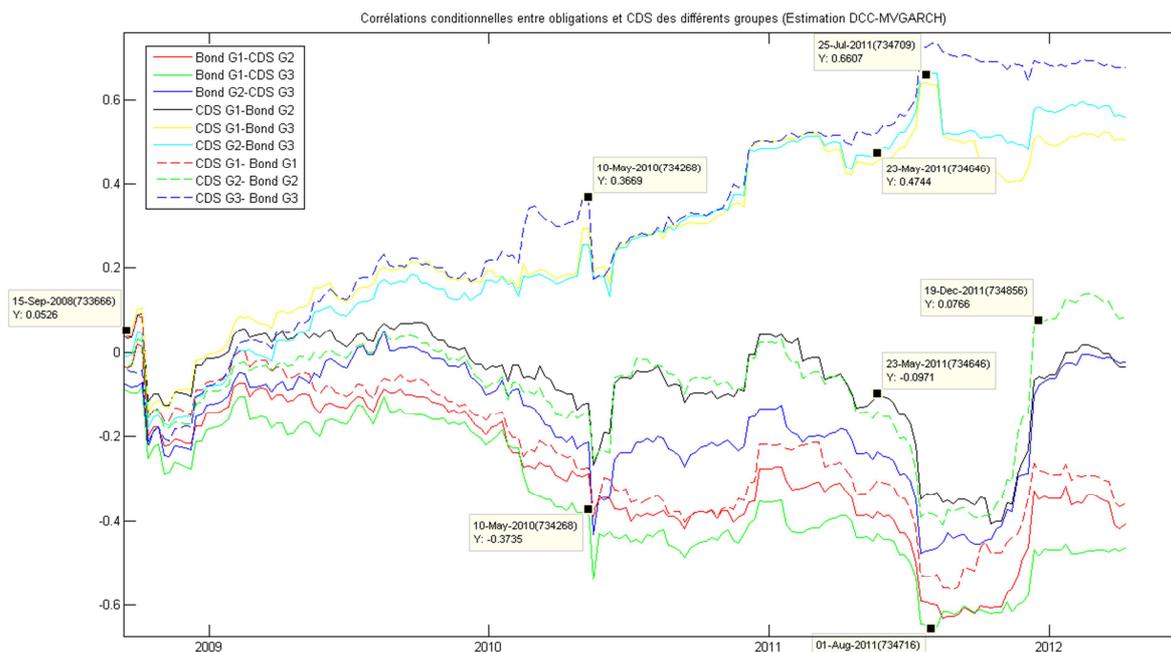


Figure 35 Différences de comportement entre les relations obligation-CDS des trois groupes (données hebdomadaires)

### 6.3.2 Le mystère du marché de la dette souveraine des pays « sains »

L'analyse précédente a démontré l'existence d'une corrélation négative entre l'obligation et le CDS du groupe des pays « sains ». Les Figures 16 et 17 montrent en effet que lorsque le taux d'intérêt de l'obligation de ce groupe diminue, la prime du CDS associée augmente et vice versa. Ceci est contre-intuitif puisqu'une diminution du taux d'intérêt traduit notamment une amélioration de la qualité de crédit. Ainsi, bien que les déterminants théoriques des CDS soient proches de ceux des obligations souveraines, ces actifs peuvent adopter des comportements divergents dans certaines configurations de marché. Suite à l'incapacité des autorités européennes à mettre fin à la crise souveraine, au ralentissement économique plus important que prévu et aux craintes concernant la santé des banques en Europe, le niveau d'aversion au risque a rarement été plus élevé sur les marchés financiers. L'appétit des investisseurs pour la dette des pays « sains » n'est donc pas surprenant. Les obligations souveraines de ces pays constituent de loin la meilleure valeur refuge au sein de la zone euro (« bons » fondamentaux, baisse du déficit budgétaire, marché plus liquide). De plus, beaucoup d'investisseurs n'ont tout simplement plus le droit d'acheter des obligations devenues « risquées ». Face à cette demande, le prix de ces obligations augmente et donc leur taux d'intérêt diminue. Mais le taux d'intérêt mesure-t-il convenablement le risque de crédit ? En effet, la fragilité du système bancaire, le risque de

mutualisation de la dette européenne voire pire le risque d'explosion de la zone euro permettent d'expliquer la hausse de la prime des CDS concomitante à la baisse des taux d'intérêts. A l'inverse, des accalmies dans le déroulement de la crise de la dette souveraine européenne telles qu'un nouvel espoir de stabilisation de la situation, de bonnes nouvelles sur les fondamentaux, des « avancées » institutionnelles ou une plus grande implication de la BCE expliquent les diminutions de la prime du CDS alors que le taux d'intérêt lui augmente<sup>29</sup>.

On observe également une corrélation négative entre l'obligation du groupe des pays « sains » et celle du groupe des pays « risqués » (cf. Figure 29) alors que les CDS de ces deux groupes sont bien (positivement) corrélés (cf. Figure 30). Comme expliqué ci-dessus, les obligations des pays « sains » profitent de « flux vers la qualité » au détriment des dettes des pays « à risque ». Par contre, c'est parce que leurs déterminants sont communs que les CDS souverains sont positivement corrélés. La zone euro souffre de problèmes institutionnels et de conception. C'est donc une zone monétaire non optimale et soumise à des chocs asymétriques. Quand un choc se produit, compte tenu de l'incapacité des institutions à prendre rapidement des mesures stabilisantes, la perception au risque de crédit de l'ensemble des dettes de la zone euro se dégrade. Et quand il y a une (rare) bonne nouvelle, la perception au risque s'améliore.

En conclusion, la différence de corrélation entre obligations est donc causée par la fragmentation des marchés obligataires européens. Néanmoins, dans un même temps, les risques sur la dette ont un dénominateur commun majeur : l'exposition au risque institutionnel. Si la zone euro s'écroule, tous les pays membres en souffriront. Ceci explique la forte corrélation entre les CDS.

---

<sup>29</sup> Cet effet fut par exemple observé entre le Bund et le CDS allemand en début 2012 lors de l'annonce du LTRO 3 ans par la BCE.

## 6.4 Conclusion de la seconde étude empirique

Cette seconde étude empirique, basée sur l'analyse des indices, obligations et CDS de neuf pays membres de la zone euro a permis de mieux comprendre l'évolution des relations entre les actifs financiers durant la crise de la dette souveraine européenne. Elle a également mis en avant divers types de comportements liés soit à l'existence d'équilibres multiples soit au pays de référence de l'actif. Pour ce faire, les différents pays ont été classés en trois groupes selon la qualité de crédit de leur dette souveraine (G1 : pays « sains », G2 « pays sous pression » et G3 : pays « risqués »).

Le modèle à changements de régime univarié a dans un premier temps montré l'existence d'équilibres multiples en identifiant un régime de forte volatilité et un régime de faible volatilité. Pour des actifs de même type, une coïncidence des changements de régime a été détectée. En outre, un lien entre obligation et indice, agissant sur la volatilité de ceux-ci, a été établi. Dans un deuxième temps, le modèle à changements de régime multivarié appliqué aux trois types d'actifs pour chaque groupe a démontré les discordances de comportement des groupes étudiés. En effet, les transitions de régime ne coïncident plus et les matrices des coefficients de corrélation pour un régime donné montrent de fortes différences. Les transitions entre régimes ont néanmoins pu être interprétées en termes de phénomènes de contagion ou de « flight-to-quality ».

Ensuite, les résidus du modèle multivarié étant encore bruités, une modélisation par DCC-MVGARCH a été utilisée pour estimer les corrélations conditionnelles dynamiques et analyser les relations entre les actifs. Des épisodes de contagion ont été identifiés sur les paires obligation-action et obligation-CDS pour les pays dont la dette est « risquée » et sur la paire action-CDS pour l'ensemble des groupes. Des phases de fuite vers des actifs moins risqués ont quant à eux été détectés sur la paire action-obligation, des marchés des actions vers les obligations des deux groupes dont la dette est la moins risquée. D'autres « flight-to-quality » ont eu lieu de l'indice du groupe G3 vers celui de G1 et de l'obligation « risquée » vers les obligations « les moins risquées ». Les résultats obtenus montrent que les différences de comportement entre les relations sont principalement liées à la fragmentation des marchés obligataires européens. Par contre, les marchés actions (relation action-action) et CDS (relation CDS-CDS) sont fortement corrélés durant la crise. Ceci permet d'expliquer pourquoi la relation entre l'obligation des pays « sains » et le CDS associé est négative bien que les déterminants

théoriques entre eux soient proches. Il est également intéressant de noter que la divergence de comportement du groupe G3 est apparue dès le début de la crise et ne cesse d'augmenter depuis lors. La différence de comportement entre les deux autres groupes est quant à elle plus faible. De plus, elle est apparue progressivement, suite d'une part à une première phase critique au printemps 2010 et d'autre part à une seconde phase critique durant l'été 2011. De surcroît, l'annonce de la baisse de notation des pays du groupe G2 en janvier 2012 a renforcé cette divergence de comportement.

Enfin, les trois modélisations utilisées ont fait ressortir des périodes clés dans le déroulement de la crise de la dette souveraine. Ainsi, même si elle n'est pas la cause initiale de la crise, les résultats montrent que la faillite de Lehman Brothers le 15 septembre 2008 fut la première réaction de grande ampleur sur les marchés financiers. Les périodes entourant les annonces d'un plan de sauvetage pour la Grèce (printemps 2010 et été 2011) pointent également des phases critiques. Les annonces de rétrogradation de notes de crédit par les agences de notation ont eux aussi eu un impact négatif. Ces périodes correspondent aux points de retournements de l'activité financière observées à l'aide des modèles à changements de régime et ont généralement été accompagnées par des phénomènes de contagion et/ou de « flight-to-quality ».

# Conclusion générale

---

Suite à la crise économique et financière qui a émergé au cours de l'été 2007, les investisseurs ont modifié leur perception au risque à l'égard des dettes souveraines. La crise a eu comme première conséquence une pénurie aiguë de liquidité touchant d'abord les banques européennes puis les Etats en difficulté budgétaire. En raison des structures monétaires et financières de la zone euro, cette crise a rendu la situation intenable dans les pays périphériques de la zone euro. La crise s'est ensuite propagée vers d'autres pays membres par différents mécanismes de transmission, entraînant une crise de la dette publique européenne. La première étape afin de pouvoir gérer au mieux la suite de cette crise est d'en identifier les mécanismes et de comprendre la dynamique des relations entre les différents actifs financiers.

Ce mémoire a mis en évidence les relations qui existent entre les grands actifs financiers que sont les actions, les obligations souveraines et les CDS souverains et a démontré l'existence de phénomènes de contagion et de fuite vers les actifs de qualité. La partie théorique de ce travail a permis de faire la distinction entre interdépendance et contagion pure. Elle a également justifié l'utilisation des modèles à changements de régime markoviens (MS-VAR) et du modèle autorégressif généralisé avec hétéroscédasticité conditionnelle et corrélations conditionnelles dynamiques (DCC-MVGARCH). Le modèle MS-VAR est utilisé afin de détecter des changements structurels et des équilibres multiples tandis que le modèle DCC-MVGARCH met en avant les changements significatifs de corrélation entre actifs.

Le contexte financier existant avant la crise de la dette souveraine a été introduit par une première étude sur les relations entre actions et obligations européennes. Cette étude a démontré la présence de trois mécanismes importants : l'intégration financière, la contagion et la fuite vers des actifs moins risqués. Premièrement, cette étude a révélé une augmentation des liens d'interdépendance entre les membres de la zone euro. On constate en effet une hausse progressive des relations action-action depuis les années 1990. L'impact de l'adhésion à une union monétaire unique a également été mis en évidence. Il est clairement apparu qu'entre la création de la zone euro et le début de la crise, les investisseurs ne faisaient que peu de différences entre les obligations des Etats. Ceci se traduit par une corrélation presque parfaite entre les obligations souveraines des pays de l'Eurozone. Deuxièmement, les relations action-

obligation ont montré des périodes de hausses excessives de corrélation pouvant être interprétées comme des phases de contagion. A l’opposé, des périodes de baisses excessives de corrélation ont démontré la présence de phénomènes de fuite vers les actifs de qualité, des actions vers les obligations mais également des obligations « risquées » vers les obligations « saines ». Enfin cette étude a mis en évidence l’existence de divergences de comportement entre pays dans l’évolution des relations entre actifs. Ceci a permis de créer trois groupes de pays en fonction de la qualité de leur dette publique.

La seconde étude empirique a mis en évidence les différences de comportement des groupes par rapport à l’évolution des relations entre trois grands types d’actifs européens (indices, obligations et CDS) durant la crise de la dette souveraine. Le modèle MS-VAR appliqué à chaque groupe montre en effet des discordances de comportement. Si le modèle a bien détecté l’existence d’équilibres multiples, les transitions de régime ne coïncident pas et les matrices des coefficients de corrélation, reflétant les relations entre actifs, montrent de fortes différences. De plus, le modèle DCC-MVGARCH appliqué aux résidus obtenus par MS-VAR a formellement démontré que la qualité de la dette joue un rôle majeur dans les relations entre les actifs. En effet, les différences de comportement entre les relations au cours de la crise sont principalement liées à la fragmentation des marchés obligataires européens, les relations CDS-CDS et action-action ayant un coefficient de corrélation proche de 1. Ceci explique la corrélation négative entre les obligations et les CDS observée sur des pays « sains » tels que l’Allemagne ou les Pays-Bas. En outre, des périodes d’extrême contagion ont été identifiées dans les relations des pays dont la dette est « risquée » tandis que des phases de fuite vers les actifs moins risqués ont été décelées, principalement des marchés actions vers les obligations « de moindre risque ».

En conclusion, les résultats obtenus ont permis d’identifier des phénomènes de contagion et de fuite vers des actifs moins risqués en analysant l’évolution des relations. On constate que ces phénomènes sont généralement liés à des évènements clés dans le déroulement de la crise tels que la faillite de Lehman Brothers ou encore à des effets d’annonce (par l’UE pour un nouveau plan de sauvetage de la Grèce ou par les agences de notation lors d’un changement de la note de crédit d’un pays). Ce mémoire met également en évidence les fortes variations de certaines relations entre actifs financiers pendant la crise, influencées principalement par l’évolution des obligations souveraines et par la qualité de la dette des pays. Ceci démontre à

quel point il est nécessaire de mieux comprendre les dynamiques de corrélation afin de minimiser, en période de crise, leurs effets déstabilisateurs sur les marchés financiers.

La crise de la dette souveraine n'étant malheureusement pas encore arrivée à son terme, de futures recherches pourront actualiser les résultats obtenus en allongeant la période étudiée tout en conservant les méthodologies utilisées dans ce mémoire. Il serait également possible d'affiner l'analyse effectuée en prenant chaque pays individuellement plutôt que de les regrouper. Enfin, des tests pourraient être réalisés afin de vérifier que des modèles sophistiqués tels que le MS-VAR ou le DCC-MVGARCH performant réellement mieux que des modèles plus simples.

# Bibliographie

---

Andenmatten S. & Brill F. (2011), “*Measuring Co-Movements of CDS Premia during the Greek Debt Crisis*”, Discussion Papers 11-04, Universitaet Bern, Departement of Economics.

Baur D. & Lucey B. (2006), “*Flight-to-quality or Contagion? An Empirical Analysis of Stock-bond correlations*”, The Institute for International Integration Studies Discussion Paper Series iisd122, IIS.

Bolton P. and Jeanne O. (2011), “*Sovereign Default Risk and Bank Fragility in Financially Integrated Economies*”, IMF Economic Review, Palgrave Macmillan, vol. 59(2), pages 162-194.

Bonnet C. (2012), “*La formation des prix sur le marché des CDS : les enseignements de la crise souveraine (2010- )*”, Risques et tendances – n°11, AMF.

Boulay A., Chardon S., Delbos S., Regnat C. (2011a), “*Marchés souverains cash vs CDS : Faits stylisés*”, Flash Marchés n°623 –Recherche Economique, Natixis.

Boulay A., Chardon S., Delbos S., Regnat C. (2011b), “*Marchés souverains cash vs CDS : Corrélation ou causalité ?*”, Flash Marchés n°624 –Recherche Economique, Natixis.

Cappiello L., Engle R. et Sheppard K. (2003), “*Asymmetric Dynamics in the Correlations of Global Equities and Bond Returns*”, Journal of Financial Econometrics (2006) 4 (4), 537-572.

Chan K. F., Treepongkaruna S., Brooks R. and Gray S (2011), “*Asset Market Linkages: Evidence from Financial, Commodity and Real Estate Assets*”, Journal of Banking and Finance, Forthcoming.

Charpentier, A. (2002), “*Séries Temporelles : Théorie et Applications*”, Polycopié de Cours, Université Paris IX Dauphine.

Constancio V. (2012), “*Contagion et crise de la dette européenne*”, dans Dette publique, politique monétaire et stabilité financière, Banque de France, Revue de la stabilité financière N°16 Avril 2012 , pp121-134.

Dornbusch R., Park Y.C. and Claessens S. (2000), “*Contagion: How it Spreads and How it can be stopped*”, Forthcoming World Bank Research Observer.

Economist Intelligence Unit (2011), “*State of the union: Can the euro zone survive its debt crisis?*”, EIU special report 2011.

Eichengreen B., A. Rose et C. Wyplosz (1996), “*Contagious Currency Crisis*”, Scandinavian Economic Review, 98, 4, 463-84.

- Ehrmann M., Ellison M. and Valla N. (2001), “*Regime-Dependent Impulse Response Functions in a Markov-Switching Vector Autoregression Model*”, Discussion papers, Bank of Finland.
- Engle F. and Sheppard K. (2001), “*Theoretical and Empirical Properties of Dynamic Conditional Correlation Multivariate GARCH*”, NBER Working Paper 8854.
- Forbes K., Rigobon R. (2002), “*No contagion, Only Interdependence: Measuring Stock Markets Comovement*”, The Journal of Finance, LVII (5).
- Gibson H.D., Hall S.G. and Tavlas G.S. (2012), “*The Greek Financial Crisis: Growing Imbalances and Sovereign Spreads*”, Working Paper, Bank of Greece.
- Glosten L., Jagannathan R. and Runkle D. (1993), “*On the Relation between the Expected Value and the Volatility of the Nominal Excess Return on Stocks*”, The Journal of Finance, XLVIII (5).
- Guidolin M. and Timmermann A. (2006), “*An Econometric Model of Nonlinear Dynamics in the Joint Distribution of Stock and Bond Returns*”, Journal of Applied Econometrics, 21, 1-22.
- Hamilton J.D. (1989), “*A new approach to the economic analysis of nonstationary time series and the business cycle*”, Econometrica, 57, 357–384.
- Krolzig H-M. (1997), “*Markov-Switching Vector Autoregressions*”, Springer-Verlag: Berlin.
- Kaminsky G., Reinhart C. (2000), “*On Crises, Contagion and Confusion*”, Journal of International Economics, 51(1).
- Kouretas G.P. and Vlamis P. (2010), “*The Greek Crisis: Causes and Implications*”, Panoeconomicus, 57, pp. 391-404.
- Li H. (2004), “*Essays on Financial Contagion and Regime Shifts*”, Thesis, Drexel University.
- Masson P. (1998), “*Contagion: Monsoonal Effects, Spillovers and Jumps Between Multiple Equilibria*”, IMF Working Paper 98/142.
- Perlin M. (2010), “*MS\_Regress-The MATLAB Package for Markov Switching Models*”, Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=1714016>.
- Pritsker M. (2000), “*The Channels for Financial Contagion*”, in Claessens J. et K. Forbes, “*International Financial Contagion*”, Boston MA : Kluwer Academic Publishers.
- Sander H. and Kleimer S. (2003), “*Contagion and Causality: An Empirical Investigation of four Asian Crisis Episodes*”, International Financial Markets, Institution and Money, 13, p171-186.

Sims C.A. (1980), “*Macroeconomics and Reality*”, *Econometric* 48:1-48.

Sheppard K. (2009), “*MFE MATLAB Function Reference Financial Econometrics*”, Toolbox available at [http://www.kevinsheppard.com/wiki/MFE\\_Toolbox](http://www.kevinsheppard.com/wiki/MFE_Toolbox).

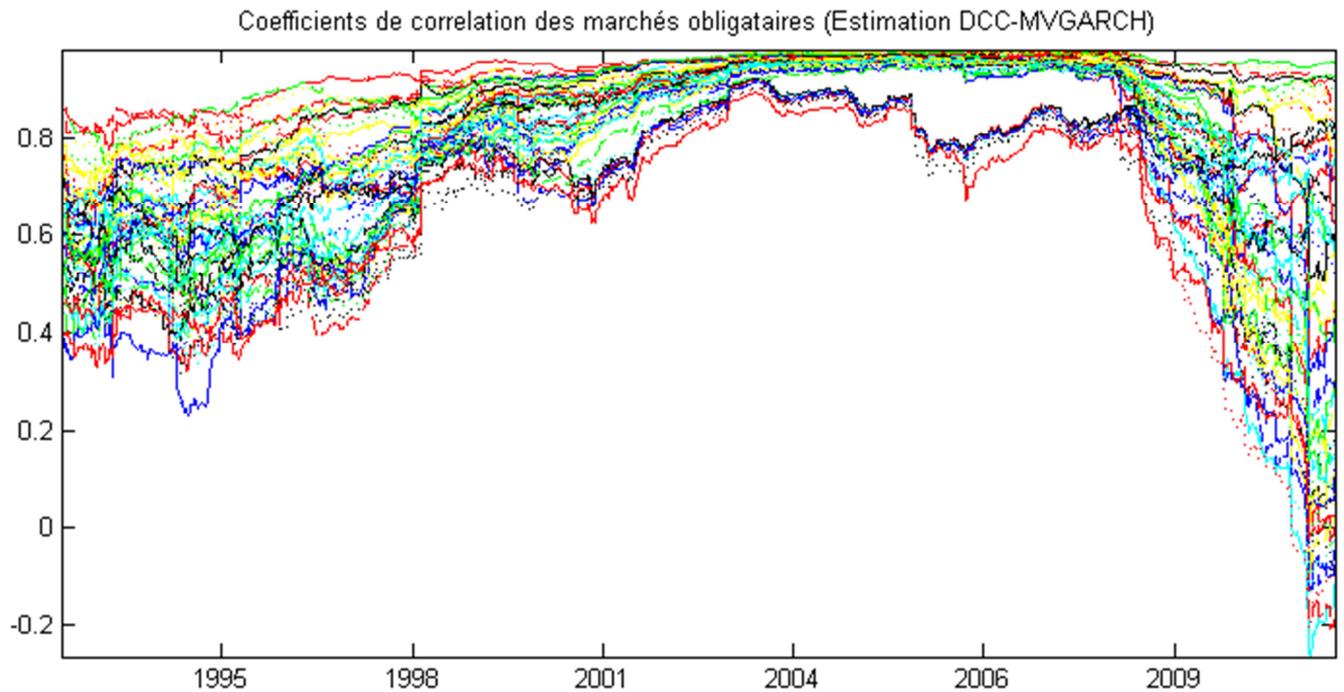
Suleimann R. (2008), “*Indices boursiers internationaux et la crise des nouvelles technologies: Approches switching et DCC-MVGARCH*”, Thèse pour le doctorat nouveau régime sciences économiques et gestion, Ecole Normale Supérieure de Cachan.

# Annexes

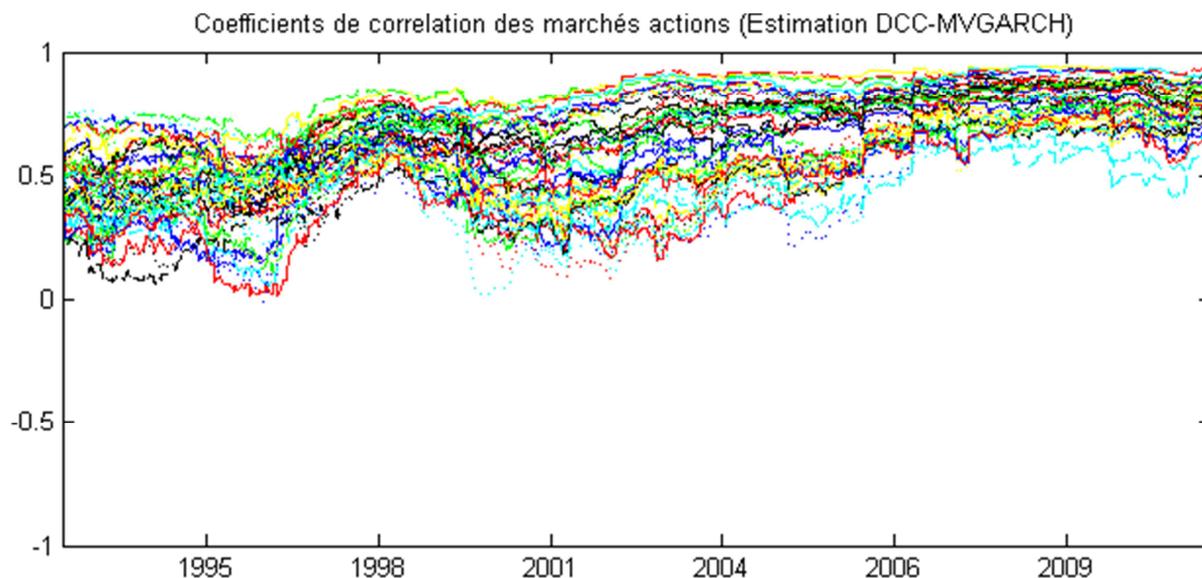
---

## A. Dynamique de corrélation entre les marchés des actions et les obligations souveraines à 10 ans

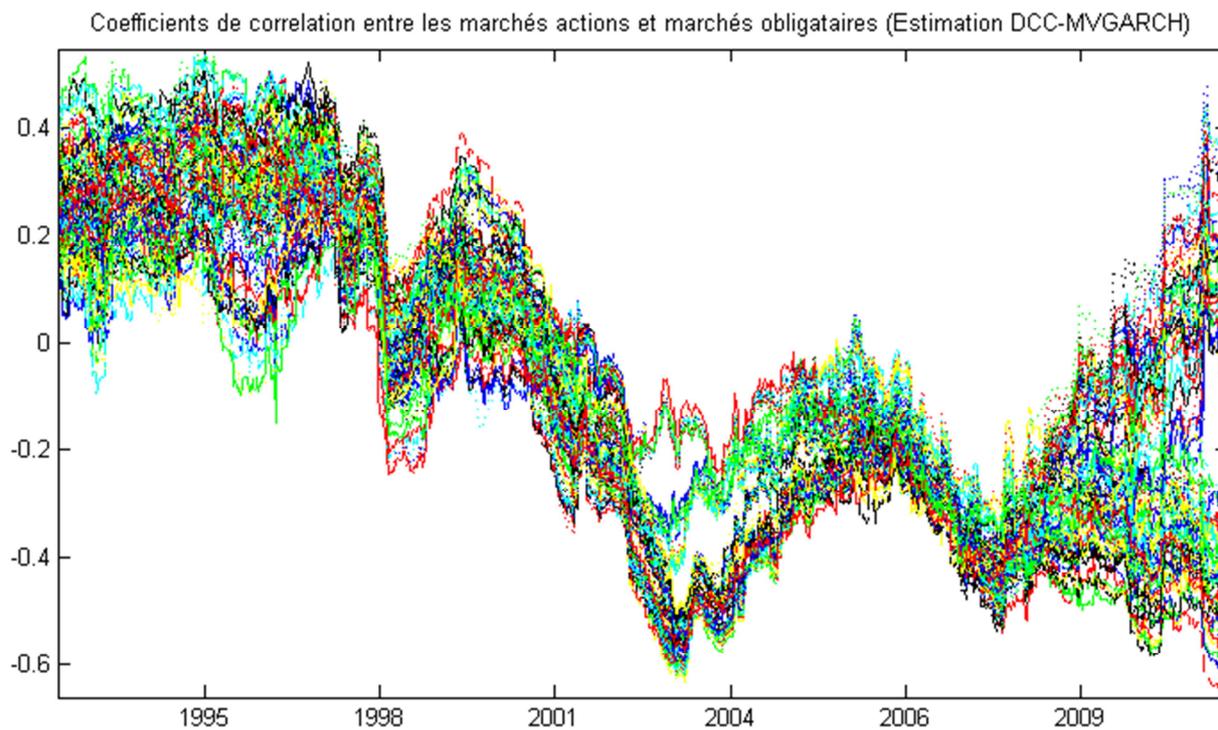
**A.1 Relations obligation-obligation obtenues par modélisation DCC-MVGARCH à partir des rendements hebdomadaires des prix des indices et des obligations souveraines à 10 ans (de août 1993 à décembre 2011)**



**A.2 Relations action -action obtenues par modélisation DCC-MVGARCH à partir des rendements hebdomadaires des prix des indices et des obligations souveraines à 10 ans (de août 1993 à décembre 2011)**



**A.2 Relations obligation-action obtenues par modélisation DCC-MVGARCH à partir des rendements hebdomadaires des prix des indices et des obligations souveraines à 10 ans (de août 1993 à décembre 2011)**



## B. Evolution du taux d'intérêt de l'obligation souveraine grecque à 5 ans et de la prime du CDS associée (données hebdomadaires)

