

LARE

Laboratoire d'Analyse
et de Recherche
Economiques

efi

Economie
et Finance
Internationales

**"Comment mesurer la compétitivité structurelle des pays ?
L'apport d'un indicateur global de compétitivité : le World
Competitiveness Yearbook"**

Raphaël Chiappini

LARE-efi

01/06/2010

Salle Master Recherche

UNIVERSITE MONTESQUIEU BORDEAUX IV

Comment mesurer la compétitivité structurelle des pays ? L'apport d'un indicateur de compétitivité globale : le World Competitiveness Yearbook

Raphaël CHIAPPINI¹

Résumé

Cet article étudie l'impact de la compétitivité structurelle sur l'évolution des exportations de biens et services de la zone euro. Nous utilisons le World Competitiveness Yearbook (WCY) calculé par l'Institute for Management Development (IMD) comme mesure de la compétitivité hors-prix. Notre analyse se base sur le modèle fondateur des équations d'Armington (1969) augmenté de l'indicateur WCY. Nous testons un modèle en panel pour 11 pays de la zone euro sur la période 1996-2008. Nos résultats montrent que l'indicateur WCY a un impact positif et significatif sur les performances à l'exportation des pays de la zone euro. Nous montrons également que le WCY permet d'enrichir les mesures traditionnelles de la compétitivité structurelle basées sur des *proxys* de l'innovation. Notre modèle permet donc d'apporter un éclairage sur les différences de performances commerciales au sein de la zone euro.

Abstract

This paper investigates the empirical determinants of exports performances. We focus our analysis on the non-price competitiveness. We introduce a new *proxy* of non-price Competitiveness based on the World Competitiveness Yearbook (WCY) in the exports equations (Armington, 1969). We estimate a pooled model of exports equation using annual data for the euro zone in the period 1996-2008. Our results show that our indicator of non-price competitiveness is significant and positive. We find that our measure estimate the non-price competitiveness using more factors than innovation measures. Finally, our model can explain the differences of export performances among the euro zone.

Classification JEL: F14, O30, C33

Mots clés: Compétitivité-prix, compétitivité structurelle, performances commerciales

¹ Lare-efi, université Montesquieu-Bordeaux IV, avenue Léon-Duguit, f-33608 Pessac Cedex, France. Courriel : raphael.chiappini@u-bordeaux4.fr et r_chiappini@msn.com.

INTRODUCTION

Depuis la fin des années 1990, la part de marché française à l'export a fortement diminué passant de 5,7 % en 1997 à 3,9 % en 2008². Au contraire, la part de marché allemande à l'export est restée stable (environ 9,5 %), et l'Allemagne est même depuis 2003 le premier exportateur mondial de biens et ce malgré la concurrence de plus en plus intense exercée par la Chine. Pour les autres principaux exportateurs de la zone euro, le constat est le même que pour la France, ils perdent des parts de marché à l'export.

Bouhlol et Maillard (2005) tentent d'expliquer les différences de performances commerciales entre la France et l'Allemagne en se focalisant sur les spécialisations géographiques et sectorielles des deux pays. Ils montrent que globalement les différences de structure sectorielle des exportations expliquent peu les écarts de croissance des exportations entre la France et l'Allemagne car elles sont très similaires et tendent à se rapprocher. Ils montrent également que même si elles ont tendance à diverger, les spécialisations géographiques ne permettent pas non plus d'expliquer le décrochage des exportations françaises sur la période récente. Felettigh et al. (2006) confirment ces résultats en ajoutant que les spécialisations sectorielles françaises et allemandes tendent également à diverger en particulier dans les produits de haute et moyenne technologies.

Cependant, Madariaga (2009) montrent que si l'on se focalise sur des données plus détaillées, la France et l'Allemagne ont des spécialisations sectorielles plus éloignées que ce que nous montrent les données plus agrégées. En effet, les avantages comparatifs de l'Allemagne sont concentrés sur quelques secteurs alors qu'en France, ils couvrent plus de secteurs. Si les deux pays ont gagnés des avantages comparatifs sur des produits à haut contenu technologique, les deux pays se distinguent davantage sur leurs pertes d'avantages comparatifs. Pour la France, elles se situent sur de nombreux produits de haute-technologie tandis que pour l'Allemagne, elles se situent sur des secteurs à faible valeur ajoutée et faible contenu technologique. Pourtant, ces différences ne peuvent expliquer la « surperformance » commerciale sur le marché mondial.

La France et l'Allemagne exportant des produits relativement substituables et similaires, et possédant une monnaie commune, l'euro, il est alors intéressant de se demander pourquoi les performances commerciales allemandes sont si élevées comparées à ses partenaires européens.

² Cf. annexe 1

Ce papier est construit comme suit : dans un premier nous établissons une revue de la littérature sur l'explication des différences de performance commerciale avant dans une seconde étape de présenter nos modèles et nos données. Dans une troisième partie nous exposons nos résultats avant de conclure quant aux implications pour les pays de la zone euro.

I- REVUE DE LA LITTERATURE

De nombreux économistes se sont posés la question des différences de performances commerciales à l'exportation entre les pays européens. Dès lors, de nombreux modèles économétriques ont été élaborés pour tenter d'expliquer ce phénomène et de conclure quant aux politiques structurelles que la France doit adopter pour améliorer ses performances commerciales.

Les études pour expliquer cette différence de performance à l'export, reposent sur le modèle fondateur d'Armington (1969). Ces modèles tentent d'expliquer les performances commerciales d'un Etat (exportations), en fonction de la demande qui lui est adressée et de l'évolution des prix à l'exportation. Les modèles d'équations d'exportation à la Armington, expliquent bien l'évolution des exportations françaises avant la fin des années 1990. Cependant, Bessone et Heitz (2005), puis Deruennes (2005), montrent que les équations d'exportation traditionnelles ne peuvent expliquer les évolutions des parts de marché à l'exportation de la France et de l'Allemagne sur la période récente. Artus et Fontagné (2006) confirment ces résultats et justifient l'ajout d'autres variables explicatives captant les facteurs d'offre et de qualité des produits. Comme l'ont montré Junz et Rhomberg (1973), les prix ne sont qu'un aspect de la compétitivité et ils ne reflètent que partiellement l'évolution des parts de marché à l'export des pays.

Si les prix constituent, certes, un élément essentiel dans les échanges de produits, ils ne représentent que partiellement la capacité d'un pays à imposer ses produits sur les marchés mondiaux. Ainsi, les nouvelles théories du commerce international ont montré l'importance des facteurs d'offre dans l'évolution des exportations. Krugman (1989) puis Grossman et Helpman (1989) signalent que les facteurs d'offre influencent grandement la demande de biens et que les performances à l'exportation des pays ne vont plus dépendre des seuls prix mais aussi des phénomènes de qualité et de variété. Ainsi, des agents français vont préférer acheter des voitures allemandes grâce à leur image de marque plutôt qu'en fonction des prix proposés. La prise en compte de l'aspect hors-prix de la compétitivité et sa modélisation sont

donc nécessaire pour rendre compte des différences de performances commerciales au sein de l'Union européenne (UE).

Plusieurs approches ont été élaborées pour tenter de capter les effets de compétitivité hors-prix sur l'évolution des exportations d'un pays. Murata et al. (2000), incluent une tendance non linéaire aux équations d'exportation pour appréhender l'influence des facteurs hors-prix sur l'évolution des exportations des pays membres de l'OCDE. Ils estiment un modèle à correction d'erreur pour chaque pays de l'échantillon sur des données trimestrielles couvrant la période 1975 à 1999. Ils trouvent des résultats très hétérogènes selon les pays étudiés. Ainsi pour certains pays comme la France et l'Allemagne la tendance a un impact négatif alors que pour d'autres, comme l'Espagne, elle a un impact positif ; pour d'autres encore, comme l'Italie, elle n'est pas significative. Rouabah (2005) estime un modèle similaire pour le Luxembourg et montre que la tendance a un impact significatif et positif sur les exportations du Luxembourg.

L'utilisation d'une tendance comme mesure des effets hors-prix enrichit, certes, le modèle d'Armington et permet de mieux modéliser l'évolution des exportations dans le temps, mais il ne permet pas de discriminer entre les différents facteurs d'offre. En effet, on ne peut rien dire quant à l'impact de la qualité sur les performances commerciales de la France ; le modèle ne le permet pas. Le problème vient donc du fait que cette tendance prend en compte des variables d'offre très hétérogènes telles que la qualité des produits, la variété proposée, les investissements directs, les investissements immatériels mais aussi d'autres facteurs comme l'entrée sur le marché des pays émergents. Les limites de cette approche justifient l'utilisation de *proxys* pour capter les effets hors-prix de la compétitivité sur les performances commerciales des Etats.

La plupart des études empiriques tentant d'expliquer les différences de performances commerciales des Etats se focalisent sur l'utilisation d'un *proxy*, c'est-à-dire d'une variable fortement corrélée avec la variable que l'on cherche à mesurer, comme mesure de la compétitivité hors-prix. Pour certains auteurs, c'est l'innovation, qui est un facteur de qualité et de compétitivité, qui va permettre d'expliquer les différences de performances commerciales des Etats. Fagerberg (1988), calcule un indice de compétitivité technologique basé sur les dépenses civiles de recherche et développement (R&D) et les brevets déposés, et montre que plus un pays possède un indice technologique élevé et plus ses performances commerciales sont importantes. A la suite, Magnier et Toujas-Bernate (1994) utilisent un *proxy* basé sur les dépenses relatives de R&D, pour montrer qu'à long terme, l'augmentation

des dépenses de R&D a un impact positif sur l'évolution des parts de marché des pays. Pamiès-Sumner (2005), puis Blot et Cochard (2008) utilisent un modèle similaire en séries temporelles et panel pour tenter d'expliquer les différences de performances commerciales entre la France et l'Allemagne. Ils trouvent des résultats similaires et affirment que les produits français sont moins innovants que les produits allemands et que cela expliquerait une partie du décalage entre les deux pays. Hummels et Klenow (2002) utilisent également un indicateur de dépenses de R&D pour mesurer la variété des produits proposés par les pays.

D'autres auteurs comme Amable et Verspagen (1995) utilisent les brevets déposés comme *proxy* de l'innovation. D'autres *proxys* de l'innovation sont utilisés dans la littérature empirique : la part des secteurs de haute et moyenne technologie dans la production totale du pays (Barrell and Pomerantz, 2007), le stock de capital fixe net dans le secteur manufacturier (Athanasoglou and Bardaka, 2008) ou encore l'effort d'investissement (Erkel-Rousse, (1992). Toutes ces mesures permettent d'enrichir les équations d'Armington mais ont le défaut de réduire la compétitivité hors-prix à l'innovation. C'est pourquoi, Erkel-Rousse et Le Gallo (2002), puis Crozet et Erkel-Rousse (2004) ont tenté de modéliser un indicateur de qualité calculé à partir de l'enquête annuelle sur l'image des biens des pays européens du Centre d'Observation Economique (COE).

Dans notre étude, nous tenterons de capter les effets hors-prix de la compétitivité par un indicateur de compétitivité globale et, ainsi de justifier de la pertinence de son utilisation par les organismes internationaux. Notre mesure sera basée sur l'indicateur de l'Institute for Managment Development (IMD) : le World Competitiveness Yearbook (WCY). Nous appliquerons un modèle en panel (Hervé, 2001), et montrerons, qu'à long terme, cette mesure est corrélée avec l'évolution des exportations des pays membres de la zone euro et permet donc d'enrichir le modèle traditionnel d'Armington. Nous montrerons également que le WCY permet d'apporter un nouvel éclairage sur les différences de performances commerciales au sein de la zone euro, en mettant en jeu d'autres facteurs que l'innovation.

II- METHODOLOGIE DES DONNEES ET DU MODELE ECONOMETRIQUE

a- Les modèles estimés

Notre analyse est basée sur les équations d'échange traditionnelles d'Armington que nous enrichissons progressivement avec des mesures de la compétitivité hors-prix et plus particulièrement de l'indicateur WCY. L'évolution des exportations dépend donc de l'évolution de la demande adressée au pays, de l'évolution de la compétitivité-prix et de

l'évolution de l'indice WCY. Nous ajoutons une variable de demande intérieure relative (Erkel-Rousse et Garnero, 2008) et le taux d'ouverture mondiale (Blot et Cochard, 2008). Au final, nous testons quatre modèles différents :

- (i) $\ln(X_{i,t}) = \ln(A) + \alpha \ln(WD_{i,t}) + \beta \ln(rPr_{i,t}) + \gamma \ln(rDD_{i,t}) + \ln(WO_{i,t}) + u_{i,t}$
- (ii) $\ln(X_{i,t}) = \ln(A) + \alpha \ln(WD_{i,t}) + \beta \ln(rPr_{i,t}) + \gamma \ln(rDD_{i,t}) + \delta \ln(rP_{i,t}) + \ln(WO_{i,t}) + u_{i,t}$
- (iii) $\ln(X_{i,t}) = \ln(A) + \alpha \ln(WD_{i,t}) + \beta \ln(rPr_{i,t}) + \gamma \ln(rDD_{i,t}) + \delta \ln(WCY_{i,t}) + \ln(WO_{i,t}) + u_{i,t}$
- (iv) $\ln(X_{i,t}) = \ln(A) + \alpha \ln(WD_{i,t}) + \beta \ln(rPr_{i,t}) + \gamma \ln(rDD_{i,t}) + \delta \ln(WCY_{i,t}) + \theta \ln(rRD_{i,t}) + \ln(WO_{i,t}) + u_{i,t}$

Avec $X_{i,t}$, les exportations de biens et services du pays i à la date t , $WD_{i,t}$, la demande mondiale adressée au pays i à la date t , $rPr_{i,t}$, la compétitivité-prix du pays i à la date t , $rDD_{i,t}$ la demande intérieure relative du pays i à la date t , $rP_{i,t}$, les brevets déposés relatifs, $WCY_{i,t}$, notre indicateur de compétitivité hors-prix, basé sur le WCY, $rRD_{i,t}$, les dépenses relatives de R&D et $WO_{i,t}$, le taux d'ouverture mondiale³.

Le modèle (i) est le modèle traditionnel d'Armington auquel on ajoute une variable de demande intérieure relative et une tendance calibrée sur le taux d'ouverture mondiale. On ajoute ensuite un *proxy* de l'innovation dans le modèle (ii). Le modèle (iii) est augmenté d'une mesure de compétitivité hors-prix basée sur le WCY. Enfin, le modèle (iv) est le modèle complet. Les modèles sont estimés à partir de données trimestrielles couvrant la période allant du premier trimestre 1997 au dernier trimestre 2008. Les modèles (i) et (iii) sont des panels cylindrés et les modèles (ii) et (iv) des panels non cylindrés.

b- L'indice de compétitivité hors-prix : le World Competitiveness Yearbook⁴ (WCY)

A la différence d'autres études empiriques sur le sujet, nous tenterons de capter les effets de la compétitivité hors-prix sur les exportations des pays de la zone euro par le biais d'un indicateur de compétitivité globale. Pour ce faire, nous retenons la mesure donnée par l'Institute for Management Development (IMD) : le World Competitiveness Yearbook (WCY). Il est le plus connu des indicateurs de compétitivité internationale ; il est publié

³ Pour une présentation détaillée des variables, cf. annexe 1.

⁴ Pour une explication plus détaillée du calcul de l'IMD, cf. annexe 2.

chaque année depuis 1989 ; il analyse et classe les pays en fonction de leur capacité à créer et à maintenir un environnement qui permet aux entreprises d'être compétitives. Les nations doivent, en effet, fournir un environnement macroéconomique qui encourage la compétitivité des entreprises ; cela passe par des infrastructures, des institutions et des politiques efficaces. Plus de 300 critères ont été sélectionnés pour la construction de l'indicateur en référence à la littérature économique, aux sources internationales, nationales et régionales et suivant les recommandations de la communauté financière et des agences gouvernementales.

La méthodologie de construction du WCY prévoit une division de l'environnement économique national en quatre principaux facteurs de compétitivité (performances économiques, efficacité du secteur public, efficacité des entreprises et infrastructures).

Chacun de ces facteurs est divisé en 5 sous-facteurs qui représentent différents aspects de la compétitivité. Le WCY compte 20 sous-facteurs. Ces sous-facteurs sont eux aussi divisés en catégories qui définissent la compétitivité plus explicitement. Cependant, chaque sous-facteur n'inclut pas nécessairement le même nombre de critères (par exemple, il y a plus de critères pour le sous-facteur éducation que pour le sous-facteur prix). Chaque facteur, et ce indépendamment du nombre de critères qu'il contient, a le même poids dans le résultat final à savoir 5 % ($20 \times 5 = 100$).

Les 300 critères évalués par le WCY incluent des *proxys* de l'innovation testés traditionnellement dans les modèles empiriques comme le nombre de brevets déposés dans le pays, les dépenses de recherche et développement du pays considéré, la recherche scientifique, le nombre de prix Nobel depuis 1950, le nombre d'articles scientifiques publiés, les exportations dans le secteur de la haute technologie, le nombre de connexions internet du pays ou encore l'investissement dans les télécommunications.

Cependant, contrairement à ces *proxys*, le WCY évalue d'autres aspects de la compétitivité structurelle comme l'éducation (le nombre d'ingénieurs qualifiés ou encore les dépenses publiques dans l'éducation), la santé et l'environnement (les dépenses publiques dans la santé, les émissions de CO₂, l'espérance de vie ou encore les énergies renouvelables), l'investissement (Investissements directs à l'étranger, formation brute de capital fixe ou encore les investissements de portefeuille) et des variables d'efficacité du gouvernement (politique fiscale, flexibilité du marché du travail ou encore le nombre de créations de firmes). De plus, l'IMD mène une enquête d'opinion pour compléter ses statistiques internationales, nationales et régionales. Contrairement aux données quantitatives qui mesurent directement la compétitivité sur une période donnée, l'enquête d'opinion mesure la perception qu'ont les

acteurs économiques de la compétitivité. Cette enquête sert à quantifier des variables qui sont difficilement mesurables, par exemple : les pratiques de management, les relations de travail, la corruption, les problèmes environnementaux ou la qualité de la vie.

Au final, l'indicateur WCY est composé de 245 critères dont 135 proviennent de données quantifiables et 110 proviennent de données qualitatives tirées de l'enquête d'opinion.

Pour calculer le score final, obtenu par chaque pays à la date t , l'IMD prend la moyenne des scores aux quatre facteurs et convertit ensuite le résultat en un indice où le pays le mieux noté a une valeur de 100.

c- TESTS ECONOMETRIQUES SUR DES DONNEES DE PANEL⁵

Nos estimations porteront sur des données de panel concernant 11 pays de la zone euro sur la période 1996-2008. Les modèles (i) et (iii) sont des panels cylindrés et les modèles (ii) et (iv) des panels non cylindrés.

Les données de panel ont l'avantage de rendre compte simultanément de la dynamique des comportements et de leur éventuelle hétérogénéité, ce qui n'est pas possible avec les séries temporelles. Elles permettent également de réduire les risques de multicollinéarité du modèle, de capter des effets de court et long terme et de réduire le biais d'estimation des coefficients. Enfin, l'utilisation de données de panel permet d'identifier l'effet associé à chaque individu, c'est-à-dire un effet qui ne varie pas dans le temps mais d'un individu à l'autre. Cet effet peut être fixe ou aléatoire. Avant d'estimer nos différents modèles, il convient de réaliser plusieurs tests afin de spécifier la méthode que retenue pour l'estimation des modèles. Nous appliquons notamment des tests de spécificités des effets, d'hétéroscédasticité et d'autocorrélation pour chaque modèle estimé. Notons également que nous utilisons un test d'Hausman pour tester l'endogénéité de l'indicateur de compétitivité hors-prix WCY. Les procédures de tests sont résumées dans le tableau 1 pour le modèle (iii).

⁵ Pour une étude détaillée, cf. annexe 2

Tableau 1 : Récapitulatif des tests économétriques sur les données de panel (modèle iii)

Type de test	Hypothèse nulle	p-value	Acceptation/rejet	Conséquences
Test d'existence d'effets individuels (F-statistique)	Pas d'effets spécifiques	<i>0.0000</i>	Rejet	Présence d'effets individuels
Test d'Hausman (choix entre effets fixes et aléatoires)	Absence de corrélation entre les erreurs et les variables explicatives	<i>0.2226</i>	Accepte	Le modèle est à effets aléatoires
Test de Breush-Pagan (hétéroscédasticité)	Absence d'hétéroscédasticité	<i>0.0000</i>	Rejet	Présence d'hétéroscédasticité. Utilisation des Moindres carrés Généralisés (MCG)
Test de Wald modifié (hétéroscédasticité inter-individus)	Absence d'hétéroscédasticité inter-individus	<i>0.0000</i>	Rejet	Présence d'hétéroscédasticité inter-individus. Utilisation des MCG
Test de Wooldridge (Auto-corrélation)	Absence d'auto-corrélation des erreurs	<i>0.0000</i>	Rejet	La structure d'auto-corrélation est un AR1. Utilisation des MCG avec correction des erreurs

Les résultats de nos tests économétriques nous montrent que le modèle (iii) est hétéroscédastique et autocorrélé. Il est donc nécessaire d'appliquer les Moindres Carrés Généralisés (MCG) pour corriger le modèle de l'hétéroscédasticité et de l'autocorrélation. Nous employons plus particulièrement la transformation de Prais et Winsten. En effet, Beck et Katz (1995) ont montré que sur un échantillon restreint, les MCG pouvaient produire des erreurs standards incorrectes. Ce biais provient du fait que la méthode des MCG estime un nombre excessif de paramètres dans la matrice de variance-covariance (Beck, 2001). Sur un petit échantillon, comme le notre, on préférera appliquer la transformation proposée par Prais et Winsten afin d'éliminer l'auto-corrélation des perturbations. De plus, la transformation de Prais-Winsten est plus pertinente pour l'estimation de panels non-cylindrés.

Au final, nous optons donc pour la transformation de Prais et Winsten pour l'estimation du modèle (iii).

Les résultats concernant les tests économétriques sont similaires pour les autres modèles (i, ii et iv) et nous estimons également ces modèles avec la transformation de Prais et Winsten pour corriger les modèles de l'autocorrélation et de l'hétéroscédasticité.

III- RESULTATS

Les résultats de notre estimation des différents modèles basés sur les équations d'exportation sont résumés dans le tableau 2.

Tableau 2 : Résultats des estimations empiriques (Méthode Prais-Winsten)

Variable	Modèle i		Modèle ii		Modèle iii		Modèle iv	
	Coefficient	Std. Err.	Coefficient	Std. Err.	Coefficient	Std. Err.	Coefficient	Std. Err.
Ln (WD)	0.544556***	0.0529897	0.474150***	0.0305635	0.859579***	0.1113399	0.669570***	0.0547175
Ln (rPr)	-0.3269192*	0.1790592	-0.300197**	0.1320757	-0.982425***	0.3211762	-0.803578***	0.2165223
Ln (rDD)	0.755956***	0.038781	0.607193***	0.0447697	0.952981***	0.0105322	0.876569***	0.0140647
Ln (WO)	0.682702***	0.1281045	0.589640***	0.0731303	0.612065***	0.2073651	0.493732***	0.1049625
Ln (rP)	-	-	0.193698***	0.023303	-	-	-	-
Ln (WCY)	-	-	-	-	0.659813***	0.1317404	0.296394***	0.0768009
Ln (rRD)	-	-	-	-	-	-	0.281997***	0.0411232
Ln (A)	4.850774***	0.8380141	5.484907***	0.624887	3.154752*	1.228134	4.938686***	1.136619
Observations	143		132		143		128	

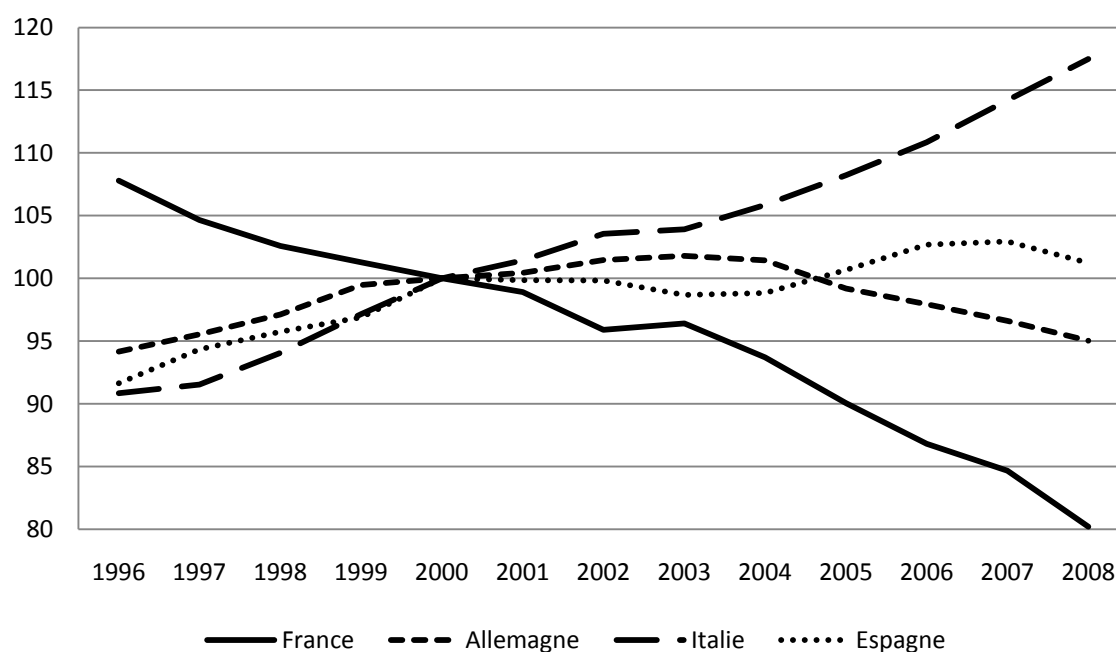
***, **, * : significatif à 1 %, 5 %, 10

a- Les résultats concernant les variables traditionnelles

Toutes les variables des quatre modèles sont significatives. On remarque que les impacts de la demande mondiale adressée et de la compétitivité-prix sont conformes au modèle fondateur d'Armington (1969). En effet, une hausse de la demande adressée au pays i , entraîne une hausse de ses exportations et une hausse des prix à l'exportation relatifs engendre une contraction des exportations. Cette conclusion est vraie quel que soit le modèle étudié et confirme les résultats des précédentes études empiriques. Le modèle (i) qui étudie une équation d'échange à la Armington, nous montre que l'évolution du volumes des exportations de biens et services des pays de l'échantillon dépendent donc positivement de la demande mondiale adressée et négativement de l'évolution relative des prix à l'exportation.

Lorsque l'on regarde l'évolution de la compétitivité-prix des 4 plus grands pays de la zone euro (cf. graphique 1), on remarque que la compétitivité-prix française s'est améliorée sur la période récente alors que celle de l'Allemagne est restée stable. De plus, depuis la fin des années 1990, la France possède une meilleure compétitivité-prix à l'exportation que l'Allemagne.

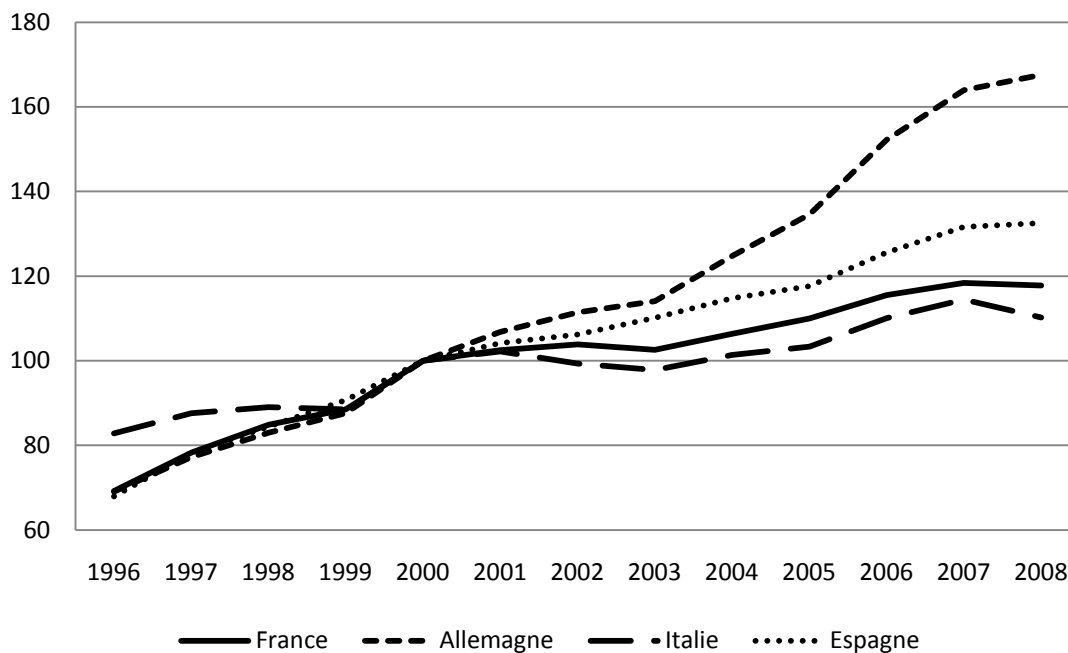
Graphique 1 : Evolution de la compétitivité-prix de l'Allemagne, l'Espagne, la France et l'Italie



Source : OCDE, calculs de l'auteur

Or, si l'on regarde l'évolution du volume des exportations de la France, on remarque qu'elles ont très légèrement augmenté depuis le début des années 2000 (+ 2 % par an en moyenne, cf. graphique 2). Au contraire, l'Allemagne, a connu une croissance très vive de ses exportations (+7 % par an depuis 2000) sur la période récente.

Graphique 2 : Evolution des exportations en volume de biens et services de l'Allemagne, l'Espagne, la France et l'Italie



Source : OCDE

L'évolution de la compétitivité-prix à l'exportation ne peut donc pas expliquer les différences de performances commerciales au sein de la zone euro.

De plus, les résultats concernant la demande intérieure relative sont contraires à nos attentes. En effet, elle a un impact positif sur l'évolution des exportations des pays de la zone euro. Ces pays n'ont donc pas de contraintes d'offre sur leur marché intérieur. Les différences d'intensité des demandes intérieures ne peuvent donc pas expliquer le décrochage récent des exportations françaises. Ces résultats sont semblables à ceux de Blot et Cochard (2008).

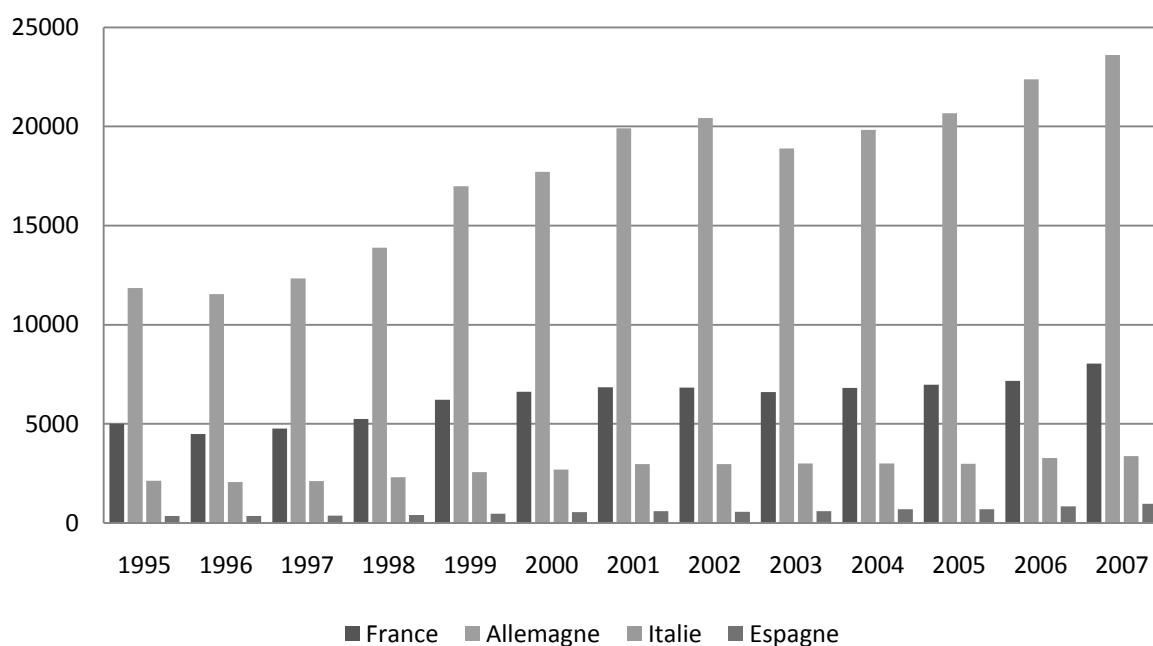
Enfin, le modèle (i) nous montre que le coefficient associé au taux d'ouverture mondiale est positif, ce qui est contraire à nos attentes. Ce résultat peut s'expliquer par l'augmentation des importations mondiales et notamment des pays émergents. En effet, le taux d'ouverture mondiale capte à la fois l'augmentation des exportations des pays émergents, mais aussi

l'augmentation de leurs importations, qui est un facteur de croissance pour les exportations des pays partenaires.

Les résultats du modèle (i) montrent donc que l'inclusion d'une variable mesurant les effets hors-prix est nécessaire pour améliorer les équations traditionnelles des échanges. L'inclusion d'un *proxy* de l'innovation basé sur les brevets relatifs déposés auprès de l'office américain des brevets (USPTO) permet une meilleure compréhension de l'évolution des exportations de la zone euro. En effet, les résultats concernant le modèle (ii) nous montre que le coefficient associé à ce *proxy* est significatif et positif. Plus un pays dépose de brevets auprès de l'USPTO et plus ses exportations seront dynamiques. Ces résultats confirment les précédents résultats d'autres études empiriques (Fagerberg, 1988 Amable et Verspagen, 1995).

Il est donc nécessaire d'investir dans la R&D pour développer des produits innovants qui s'écouleront plus vite sur le marché international. En se focalisant sur la période récente, on remarque que la France a un problème au niveau de l'innovation de ses produits. En effet, en 2008, le nombre de brevets déposés par la France n'avait augmenté que d'environ 3000, alors que sur la même période, l'Allemagne a augmenté son nombre de brevets déposés de 11500. De plus en 2008, le nombre de brevets déposés par l'Allemagne représente trois fois le montant des brevets déposés par la France (cf. graphique 3).

Graphique 3 : Nombre de brevets déposés par la France, l'Allemagne, l'Italie et l'Espagne auprès de l'USPTO



Sources : OCDE, USPTO

Si l'on analyse également l'évolution de dépenses de R&D, on remarque qu'elles ont diminué sur la période 1996-2008, alors, qu'au contraire celles de l'Allemagne et de l'Espagne ont fortement augmenté⁶.

Cependant, l'innovation n'est pas le seul facteur de qualité et de variété des produits. Elle reste, en effet, une mesure imparfaite de la compétitivité hors-prix. En effet, beaucoup d'autres facteurs peuvent influencer les performances commerciales à l'exportation des pays de l'échantillon comme les taxes appliquées aux entreprises exportatrices, les coûts par conteneur exporté, les coûts salariaux ou encore les infrastructures du pays considéré. Toutes ces variables reflétant la compétitivité hors-prix sont prises en compte dans le calcul du WCY.

b- Les résultats concernant le WCY

Les modèles (iii) et (iv) nous permettent de voir si l'indicateur WCY peut expliquer des différences de performances commerciales des pays de l'échantillon, et s'il met en lumière d'autres facteurs que la seule innovation.

Le modèle (iii) montre bien que notre estimateur de la compétitivité structurelle, basé sur le WCY, a bien un impact positif et significatif sur les exportations des pays de l'échantillon sur la période 1996-2008. L'indicateur WCY est donc bien corrélé avec les performances commerciales des Etats, et permet d'enrichir le modèle armingtonien de base. Il capte donc bien les effets hors-prix de la compétitivité.

Pour évaluer la pertinence de notre indicateur de compétitivité hors-prix par rapport aux indicateurs traditionnels utilisés dans la littérature économique, nous testons le quatrième modèle (iv) qui inclut également un *proxy* de l'innovation : les dépenses relatives de R&D⁷.

Le coefficient associé aux dépenses de R&D relatives est positif, ce qui signifie qu'une hausse des dépenses de R&D permet une amélioration des performances commerciales. L'innovation est donc un facteur explicatif important des performances commerciales des Etats. Ces résultats confirment ceux des études précédentes (Fagerberg, 1988, Pamiès-Sumner, 2005, Blot et Cochard, 2008).

Notre indicateur de compétitivité reste significatif et positif après l'inclusion d'un *proxy* de l'innovation. L'indicateur WCY met donc en avant d'autres facteurs que l'innovation pour mesurer la compétitivité d'un pays. Il représente donc une mesure plus large de la compétitivité structurelle.

⁶ Cf. annexe 4.

⁷ Les résultats sont similaires si l'on utilise les brevets relatifs.

Les différences de performances commerciales au sein de la zone euro, et plus particulièrement entre la France et l'Allemagne peuvent donc provenir de différences de compétitivité structurelle mesurée par l'indicateur WCY.

Les faibles performances commerciales de la France ne proviennent donc pas d'un problème de prix à l'exportation, mais plutôt de faiblesses en matière de compétitivité structurelle, mesurée par l'indicateur WCY. La France a, certes, un retard important au niveau de l'innovation de ses produits, cependant, comme nous l'avons montré dans notre analyse, il y a d'autres facteurs relatifs à la compétitivité hors-prix captés par le WCY, qui peuvent expliquer ces différences. On remarque, en effet que sur la période d'étude, l'indice WCY s'est très légèrement réduit pour l'Allemagne (83,51 en 2009 contre 85,79 en 1996) alors qu'il a lourdement diminué pour la France (68,07 en 2009 contre 81 en 1996). Par exemple, les coûts à l'exportation mesurés par le montant dépensé par conteneur exporté sont plus élevés en France qu'en Allemagne ; en 2008, ils représentaient 1,24 fois les coûts allemands. Le taux de taxe sur les profits est également supérieur en France d'environ 20 points pour 2008 (65,8 % contre 44,9 %).

La France possède donc une compétitivité structurelle nettement inférieure à celle de l'Allemagne et cela peut donc expliquer une partie du décalage entre les deux pays.

IV- CONCLUSION

Le modèle estimé ici justifie donc l'utilité de prendre en compte différents facteurs de compétitivité structurelle et pas seulement l'innovation tels que l'investissement, les infrastructures, les créations de firmes, la politique fiscale, les dépenses d'éducation etc... Nous modèle montre également que l'indicateur de compétitivité globale WCY, prenant en compte ces divers facteurs de compétitivité hors-prix, est corrélé et a un impact positif sur l'évolution des exportations de biens et services des pays de la zone euro. De plus, il évalue la compétitivité structurelle d'un pays dans son ensemble et ne restreint pas le champ d'analyse au seul facteur innovation.

Néanmoins, cet indicateur est soumis à de nombreuses critiques quant à son calcul et son interprétation. En effet, en premier lieu, sa méthode de calcul est lourdement critiquée car à l'intérieur des sous-facteurs, la pondération est calculée de manière très arbitraire, de façon *ad hoc*, sans justifications économétriques. La manière dont sont construites les pondérations est donc assez « floue ». De plus, l'indice est global et tente d'appréhender beaucoup de critères qui sont assez distincts, il ne permet pas, tout comme avec l'ajout d'une tendance, de déterminer l'impact de tel ou tel facteur ; l'IMD ne publiant pas les résultats concernant les sous-facteurs. C'est pourquoi cet indicateur est souvent très critiqué dans la littérature économique.

Toutefois, comme nous l'avons montré, le WCY permet d'enrichir le modèle d'Armington, et pointe les faiblesses de la France en matière de compétitivité hors-prix. Il apporte donc un éclairage sur les différences de performances commerciales entre la France et l'Allemagne. Elles proviennent, certes, d'un problème d'innovation des produits français mais également d'autres facteurs liés à la compétitivité structurelle, qui sont évalués par l'indicateur WCY.

C'est pourquoi, il serait intéressant dans des recherches futures de tester la significativité des variables utilisées par l'IMD pour construire l'indice WCY et de conclure quant à leurs liens avec les performances commerciales des pays. Cela permettrait de savoir quels facteurs de la compétitivité structurelle expliquent le mieux les différences de performances à l'export au sein de la zone euro.

RÉFÉRENCES

- AMABLE, B. and VERSPAGEN, B. (1995) The role of technology in market shares dynamics. *Applied Economics*, (27), 197-204.
- ARAUJO, C., BRUN, J.-F. and COMBES, J.-L. (eds.) (2004) *Econométrie*.
- ARMINGTON, P. (1969) A theory of demand for products distinguished by place of production. *International Monetary Fund Staff Papers*, XVI, 159-178.
- ARTUS, P. and FONTAGNÉ, L. (2006) Evolution récente du commerce extérieur français. Vol. Conseil d'Analyse Economique.
- ATHANASOGLU, P.P. and BARDAKA, I.C. (2008) Price and Non - Price Competitiveness of Exports of Manufactures. *Working Paper*, Vol. Bank of Greece.
- BARRELL, R. and POMERANTZ, O. (2007) Globalisation and Technology Intensity as Determinants of Exports. *NIESR Discussion Papers*, (295).
- BESSONE, A.-J. and HEITZ, B. (2005) Exportations: Allemagne 1- France 0. *Note de conjoncture de l'INSEE*, 16-22.
- BLOT, C. and COCHARD, M. (2008) L'énigme des exportations revisitée. Que faut-il retenir des données de panel? *Revue de l'OFCE*, 2008/3(106), 67-100.
- BOUHLOL, H. and MAILLARD, L. (2005) Une analyse descriptive du décrochage récent des exportations françaises. In IXIS (ed.), Vol. Groupe Caisse d'Epargne.
- COE-REXECODE (2003) L'image des biens de consommation sur le marché européen en 2002. *Document de travail du COE*, Vol.
- (2004) L'image des biens intermédiaires et d'équipement sur le marché européen en 2003. *Document de travail du COE*, Vol.
- (2005) Compétitivité hors-prix des biens de consommation sur le marché européen en 2004. *Document de travail du COE*, Vol.
- (2006a) La compétitivité française en 2006. *Document de travail*, Vol.
- (2006b) La compétitivité hors-prix des biens intermédiaires et d'équipement sur le marché européen en 2005. *Document de travail du COE*, Vol.
- (2007) La compétitivité française en 2007. *Document de travail*, Vol.
- (2009) La compétitivité française en 2008. *Document de travail*, Vol.
- CROZET, M. and ERKEL-ROUSSE, H. (2004) Trade Performances, Product Quality Perceptions and the Estimation of Trade Price Elasticities. *Review of International Economics*, 12(1), 108-129.
- DERUENNES, A. (2005) Quelle lecture faire de l'évolution récente des exportations françaises? *Diagnostics, Prévisions et Analyses Economiques*, (70).
- ERKEL-ROUSSE, H. (1992) Les performances extérieures de la France et de l'Allemagne : l'effet de l'investissement sur la compétitivité. *Economie et statistique*, 253(1), 35-47.
- ERKEL-ROUSSE, H. and GALLO, F.L. (2002) Compétitivités prix et qualité dans le commerce international: une analyse empirique des échanges de douze pays de l'OCDE. *Economie et Prévision*, (152-153), 93-113.
- ERKEL-ROUSSE, H. and GARNERO, M. (2008) Externalisation à l'étranger et performances à l'exportation de la France et de l'Allemagne. *Conseil d'Analyse Economique*, Vol.
- ERKEL-ROUSSE, H. and SYLVANDER, M. (2007) Externalisation à l'étranger, dynamisme des demandes intérieures et performances à l'exportation : Une analyse des quatre principaux pays européens. *56ème Congrès de l'AFSE*, Vol. Paris.
- FAGERBERG, J. (1988) International Competitiveness. *The Economic Journal*, 98, 355-374.
- FELETTIGH, A., TEDESCHI, R., LECAT, R. and PLUYAUD, B. (2006) Parts de marché et spécialisation commerciale de l'Allemagne, de la France et de l'Italie. *Bulletin de la Banque de France*, (146), 33-45.

- GROSSMAN, G.M. and ELHANAN, H. (1989) Quality ladders in the theory of growth. *NBER Working Paper Series*, (3099).
- GUJARATI, D.N. (ed.) (2004) *Econométrie*.
- HERVÉ, K. (2001) Estimations des élasticités du commerce extérieur sur l'ensemble des biens et services pour un panel de 17 pays. *Économie et Prévision*, (147), 19-36.
- HUMMELS, D. and KLENOW, P.J. (2002) The Variety and Quality of a Nation's trade. *NBER Working Paper Series*, (8712).
- JUNZ, H.B. and RHOMBERG, R.R. (1973) Price Competitiveness in Export Trade Among Industrial Countries. *The American Economic Review*, 63(2), 412-418.
- KRUGMAN, P. (1989) Differences In Income Elasticities and Trends in Real Exchange Rates. *NBER Working Papers*, (2761).
- MADARIAGA, N. (2009) Spécialisations à l'exportation de la France et de l'Allemagne : similitude ou divergence ? *Trésor-Eco*, (68).
- MAGNIER, A. and TOUJAS-BERNATE, J. (1994) Technology and trade: Empirical evidences for the major five industrialized countries. *Review of World Economics (Weltwirtschaftliches Archiv)*, 130(3), 494-520.
- MURATA, K., TURNER, D., RAE, D. and LE FOULER, L. (2000) Modelling manufacturing export volume equations. *OECD Economics Department Working Papers*, (235).
- PAMIES-SUMNER, S. (2005) Peut-on mieux comprendre l'évolution récente des exportations françaises? Une analyse économétrique. In *ECONOMIQUE*, D.G.D.T.E.D.L.P. (ed.), Vol. Document de travail.
- ROUABAH, A. (2005) Les déterminants du solde de la balance des transactions courantes au Luxembourg. *Cahier d'Etudes de la Banque Centrale du Luxembourg*, (13).
- SEVESTRE, P. (2002) *Econométrie des données de panel*.

Annexe 1 : Méthodologie détaillée des données

L'estimation de ce modèle, se fera en données annuelles de panel pour un échantillon de 11 pays⁸ de la zone euro et sur la période 1996-2008. Les variables explicatives du modèle sont construites comme suit :

- *La demande mondiale adressée*

La demande adressée au pays i , notée WD_i , est calculée comme la somme pondérée des importations de biens et services des pays partenaires de i , en fonction de leurs contributions aux exportations de i . Elle est donc construite, comme suit :

$$WD_i = \sum n_{ij} M_j(t)$$

Où n_{ij} , représente le poids du pays j dans les exportations du pays i pour une date donnée. Soit :

$$n_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sum_{j=1}^N X_{ij}}$$

Où X_{ij} , représente les exportations de biens et services du pays i vers le pays j en valeur pour une année de référence. M_j , représente les exportations en volume du pays j . La structure de référence utilisée pour le calcul des pondérations n_{ij} est celle de l'année 2000, déterminée à partir d'une décomposition géographique du monde en 26 pays⁹ et 3 zones géographiques¹⁰. Les données sont tirées de la base CHELEM du CEPII et de la base de données de l'OCDE. On s'attend à un impact positif de la demande adressée sur l'évolution des exportations des pays de la zone euro.

- *La compétitivité-prix*

L'indicateur de compétitivité-prix rPr est défini comme le niveau relatif des prix des exportations du pays i par rapport à 8 concurrents, où le niveau des prix des exportations de chaque pays partenaires est pondéré par la méthode des doubles pondérations. L'indicateur de compétitivité-prix rapporte donc le prix des exportations du pays de référence aux prix de ses concurrents (8), convertis dans une monnaie commune et mis en base 100 une année donnée :

⁸ Allemagne, Autriche, Belgique-Luxembourg, Espagne, Finlande, France, Grèce, Irlande, Italie, Pays-Bas et Portugal.

⁹ Les pays membres de l'UE15, l'Australie, le Canada, la Chine, la Corée du Sud, les Etats-Unis, l'Islande, Israël, le Mexique, la Nouvelle-Zélande, la Suisse et la Turquie.

¹⁰ L'Asie du Sud-Est, l'Amérique latine hors Mexique et les PECO.

$$rPr_i = \frac{Pr_i}{PrC_i} * 100$$

Où Pr_i , représente l'indice en base 100 pour l'année de référence du prix des exportations du pays i et PrC_i , représente l'indice en base 100 pour l'année de référence du prix des exportations des pays concurrents.

La difficulté dans le calcul de la compétitivité-prix est l'attribution d'un poids approprié à chaque concurrent dans la construction de l'indice synthétique des prix des concurrents. Pour ce faire, nous utiliserons la méthode des doubles pondérations utilisée par l'OCDE. Les pondérations associées à chaque concurrent vont dépendre à la fois de la structure de la concurrence sur chaque marché à l'exportation du pays de référence, mais aussi du poids de chaque marché élémentaire dans le total des exportations du pays de référence.

Formellement, l'indice synthétique du prix des exportations des concurrents s'écrit comme une moyenne géométrique :

$$PrC_i = \prod_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^N Pr_{j,t}^{\omega_j^i}$$

Où $Pr_{j,t}$ représente l'indice en base 100 du prix des exportations du pays j à la date t et ω_j^i les pondérations associées à chaque concurrent.

Pour les calculer, on construit, dans un premier temps, pour chaque pays de référence i , une matrice qui mesure l'importance relative de ses concurrents sur le marché j . Pour un marché j donné, le vecteur suivant donne les parts de marché des N concurrents du pays de référence :

$$z_j^i = \left(\frac{X_{i,j}}{\sum_{i=1}^N X_{i,j}} \right)$$

Avec $X_{i,j}$, les exportations du concurrent i vers le marché j . La matrice z_j^i mesure donc l'état de la concurrence sur tous les marchés par rapport au pays de référence :

$$z_{(N,H)}^i = [(z_1^i) \dots (z_H^i)]$$

Dans un deuxième temps, on construit une mesure de l'importance relative de chacun des j marchés pour les n pays considérés :

$$y_{(1,H)} = \left(\frac{X_j}{X} \right)$$

Avec X_j , les exportations de biens et services du pays de référence vers le marché j et X , le total des exportations du pays de référence. La structure de pondération est finalement obtenue, par le produit des matrices z et y :

$$\omega_{(N,1)} = z_{(N,H)}^i * y_{(1,H)} = \begin{pmatrix} \omega_1 \\ \vdots \\ \omega_N \end{pmatrix}$$

L'indice de compétitivité-prix est calculé pour les 11 pays de l'échantillon avec comme année de référence, l'année 2000 par rapport à 8 concurrents. Les données concernant les prix des exportations de chaque pays sont tirées de la base de données de l'OCDE.

On s'attend à ce que la compétitivité-prix ait un impact négatif sur les exportations des pays de l'échantillon.

- *La demande intérieure relative*

Pour capter les contraintes d'offre et les écarts de dynamisme de l'activité domestique et étrangère, nous ajoutons une variable de demande intérieure relative, inspirée de celle utilisée par Erkel-Rousse et Sylvander (2007), au modèle armingtonien de base. Cette variable est définie pour un pays i , comme le ratio de la demande intérieure du pays i rapportée à la demande étrangère, cette dernière étant définie comme la moyenne géométrique des demandes intérieures des principaux partenaires commerciaux du pays i , pondérée par la structure géographique des exportations du pays i . Les demandes intérieures sont tirées des comptes nationaux annuels de l'OCDE. La demande intérieure relative du pays est donc calculée comme suit :

$$rDD_{i,t} = \frac{DD_{i,t}}{DDC_{i,t}}$$

Où $DD_{i,t}$, représente la demande domestique du pays i à la période t et $DDC_{i,t}$, représente la demande domestique des principaux concurrents du pays i . La demande domestique étrangère est calculée de la même manière que le niveau des prix des exportations des concurrents, comme une moyenne géométrique. On a donc :

$$rDD_{i,t} = \frac{DD_{i,t}}{\prod_{j=1}^N DD_{j,t}^{\omega_j^i}}$$

Où ω_j^i , représente les poids respectifs des différents pays concurrents du pays i , calculés par la méthode des doubles pondérations. On s'attend à ce qu'elle ait un impact négatif sur les

exportations des pays de l'échantillon. En effet, une hausse de la demande intérieure du pays i devrait se traduire par une incitation moins forte à exporter pour ce pays.

- *Le taux d'ouverture mondiale*

Dans notre modèle, nous introduisons une variable pour capter l'effet de l'entrée sur le marché international des pays émergents. Tout comme dans Blot et Cochard (2008), nous choisissons le taux d'ouverture mondiale pour capter cet effet. Il est calculé comme suit :

$$WO_t = \frac{\frac{X_{W,t} + M_{W,t}}{2}}{GDP_{W,t}}$$

Où, $X_{W,t}$ et $M_{W,t}$, représentent, respectivement les exportations et les importations mondiales à la date t , et $GDP_{W,t}$ représente le Produit Intérieur Brut mondial (PIB) à la date t . On s'attend à ce que le taux d'ouverture mondial ait un impact négatif sur l'évolution des exportations des pays de l'échantillon.

- *Les proxys de l'innovation : les dépenses de recherche et développement (R&D) relatives et les brevets relatifs*

Enfin, dans notre second modèle, nous introduisons un *proxy* de l'innovation : l'intensité des dépenses de recherche et développement (R&D) relatives. Cette variable est mesurée comme le ratio entre les dépenses de R&D (brevets) du pays i et les dépenses de R&D étrangères (brevets étrangers). Les dépenses de R&D étrangères (brevets étrangers) sont définies comme la moyenne arithmétique pondérée par le poids du pays j dans les exportations du pays i des dépenses de R&D (brevets) des 8 principaux concurrents du pays i (Blot et Cochard, 2008). La variable rRD (rP) est donc calculée comme suit :

$$rRD_{i,t} = \frac{\left(\frac{RD_i}{Y_i}\right)}{\sum_j \beta_j \left(\frac{RD_j}{Y_j}\right)} \text{ où } \beta_j = \frac{X_{i,j}}{X_i}$$

Avec Y_i , le PIB du pays i , RD_i , les dépenses de R&D du pays i , $X_{i,j}$, les exportations de biens et services du pays i vers le pays j et X_i , les exportations totales de biens et services du pays i . Les données proviennent de la base de données de l'OCDE.

Annexe 2 : Le calcul du WCY de l'IMD

Depuis cette année, le WCY couvre 57 pays puisque le Qatar et le Kazakhstan ont été ajoutés. Tous les pays choisis le sont parce qu'ils ont un impact sur l'économie mondiale et parce que les données individuelles sont disponibles pour une comparaison internationale. Plus de 300 critères ont été sélectionnés pour la construction de l'indicateur en référence à la littérature économique, aux sources internationales, nationales et régionales et suivant les recommandations de la communauté financière et des agences gouvernementales.

La méthodologie de construction du WCY prévoit une division de l'environnement économique national en quatre principaux facteurs de compétitivité :

- Les performances économiques ;
- L'efficacité du secteur public ;
- L'efficacité des entreprises ;
- Les infrastructures.

Chacun de ces facteurs est divisé en 5 sous-facteurs qui représentent différents aspects de la compétitivité. Le WCY compte 20 sous-facteurs.

Ces sous-facteurs sont eux aussi divisés en catégories qui définissent la compétitivité plus explicitement. Cependant, chaque sous-facteur n'inclut pas nécessairement le même nombre de critères (par exemple, il y a plus de critères pour le sous-facteur éducation que pour le sous-facteur prix). Chaque facteur, et ce indépendamment du nombre de critères qu'il contient, a le même poids dans le résultat final à savoir 5 % ($20 \times 5 = 100$). Au final, les quatre facteurs sont composés comme suit :

Tableau 4 : Composition des quatre facteurs de compétitivité pris en compte dans le WCY de l'IMD

Performance économique	Efficacité du secteur public	Efficacité des entreprises	Infrastructure
<i>Economie domestique</i> (PIB, FBCF, Inflation, etc...)	<i>Finances publiques</i> (déficit budgétaire, réserves en monnaie étrangère, etc...)	<i>Productivité</i> (services, biens, du travail, etc...)	<i>Infrastructures de base</i> (accès à l'eau, routes, infrastructures énergétiques, etc...)
<i>Commerce International</i> (Balance courante, taux de change, etc...)	<i>Politique fiscale</i> (revenus collectés des taxes, taxes à la consommation, etc...)	Marché du travail (coûts salariaux, heures travaillées, etc...)	<i>Infrastructures technologiques</i> (connexions internet, nombre d'ordinateurs, exportations de haute technologie, etc...)
<i>Investissement International</i> (IDE, investissements de portefeuille, etc...)	<i>Cadre institutionnel</i> (corruption, transparence, stabilité du change etc...)	<i>Finance</i> (capitalisation boursière, actifs bancaires, crédits, etc...)	<i>Infrastructures scientifiques</i> (dépenses de R&D, personnel de la R&D, brevets, etc...)
<i>Emploi</i> (taux de chômage)	<i>Cadre juridique</i> (créations de firmes, économie souterraine, lois sur l'immigration, etc...)	<i>Pratiques managériales</i> (responsabilité sociale, pratiques éthiques, etc...)	<i>Santé et environnement</i> (dépenses de santé, émissions de CO ₂ , qualité de vie, etc...)
<i>Prix</i> (coût de la vie, prix à la consommation etc...)	<i>Structure sociale</i> (justice, position des femmes, etc...)	<i>Attitudes et valeurs</i> (culture nationale, flexibilité, image à l'étranger, etc...)	<i>Education</i> (dépenses dans l'éducation, pratiques linguistiques, ingénieurs qualifiés, etc...)

Source : IMD

Il faut noter que le WCY mixe à la fois des données quantitatives et qualitatives. Les indicateurs statistiques sont tirés des données dont disposent les organisations internationales, nationales et régionales, des institutions privées et des 54 instituts partenaires de l'IMD. Seulement 245 critères sont utilisés pour la construction de l'indicateur WCY, les 84 autres sont présentés pour information mais ne servent pas au calcul de l'indice et des classements. Les 135 critères dit « quantitatifs » représentent approximativement les deux-tiers du classement, les 110 critères dits « qualitatifs » sont tirés d'une enquête d'opinion (Executive Opinion Survey) et représentent une part d'environ d'un tiers dans le calcul du WCY.

Chaque année, l'IMD mène une enquête d'opinion pour compléter ses statistiques internationales, nationales et régionales. Contrairement aux données quantitatives qui mesurent directement la compétitivité sur une période donnée, l'enquête d'opinion mesure la perception qu'ont les acteurs économiques de la compétitivité. Cette enquête sert à quantifier des variables qui sont difficilement mesurables, par exemple : les pratiques de management, les relations de travail, la corruption, les problèmes environnementaux ou la qualité de la vie. Cette enquête est réalisée auprès de hauts et moyens cadres des 57 pays couverts par le WCY. Pour que les données soient statistiquement représentatives, l'IMD sélectionne un échantillon représentatif qui est proportionnel au PIB de chaque pays. L'échantillon de réponses est alors supposé représentatif du pays entier, en couvrant un échantillon représentatif des entreprises dans chaque secteur : primaire, manufacturier et services. Le questionnaire est envoyé en Juin et retourné en Avril : en 2009, 3960 réponses des 57 pays ont été enregistrées.

Les entrepreneurs répondent aux questions sur la compétitivité sur une échelle de 1 à 6. La valeur moyenne pour chaque économie est ensuite calculée et convertie en une échelle de 0 à 10. Au final, les réponses à l'enquête sont transformées en une valeur d'écart-type appelée STD value, à partir de laquelle les classements sont calculés.

Premièrement, l'IMD calcule les écarts-types pour chaque variable disponible et pour chaque pays. Ensuite, l'IMD classe les pays selon les 245 critères utilisés dans le calcul : 135 « quantitatifs » et 110 « qualitatifs ». Les 84 autres sont présentés dans le rapport pour information, mais non compilés pour le calcul des classements. Dans la plupart des cas une STD plus élevée signifie un rang plus élevé dans le classement du WCY. Dès lors, que toutes les variables de chaque pays sont standardisées, on peut alors les agréger pour calculer l'indice.

Ce sont 329 critères de compétitivité qui sont étudiés dans le Competitiveness Yearbook, mais seulement 245 sont utilisés pour calculer les rangs de compétitivité.

Les performances de chaque pays pour chaque critère sont évaluées par la méthode utilisant les écarts-types.

Etant donné que les variables sont mesurées à partir d'échelles différentes, une échelle comparable est utilisée pour comparer et compiler les facteurs et sous-facteurs. La méthode des écarts-types est alors utilisée. Elle mesure la différence relative entre les performances des économies.

Premièrement, pour chaque critère, l'IMD calcule la moyenne pour la population entière des économies. Ensuite, l'écart-type est calculé en utilisant la formule suivante :

$$S = \sqrt{\frac{\sum x - \bar{x}}{N}}$$

Au final, l'IMD calcule chaque écart-type pour chacune des économies et pour chacun des 245 critères. La STD est calculée par soustraction entre la valeur d'origine (propre au pays) et la valeur moyenne des 57 économies, le tout divisé par l'écart-type calculé précédemment.

$$(STD\ value)_i = \frac{x - \bar{x}}{S}$$

Avec x , la valeur d'origine, \bar{x} la moyenne des 57 pays, N , le nombre de pays et S , l'écart-type.

Le classement des sous-facteurs est déterminé par le calcul de la moyenne pondérée des critères STD values. Toutes les variables quantitatives ont une pondération de 1. Les variables liées à l'enquête représentent un tiers du classement final. Ainsi, en 2009, chaque critère de l'enquête d'opinion avait un poids de 0,55. Les valeurs manquantes sont remplacées par un zéro. Le poids de chacun des 20 sous facteurs dans le total de l'indice est de 5 %.

Ensuite, l'IMD agrège les valeurs STD des sous-facteurs pour déterminer les facteurs de compétitivité. Ils sont à leur tour agrégés pour obtenir le score et le classement final.

Pour calculer le score final, l'IMD prend la moyenne des scores des quatre facteurs et convertit ensuite le résultat en un index où le pays le mieux noté a une valeur de 100.

Les critères liés à l'enquête d'opinion, sont eux appréhendés de manière différente, puisque les données sous-jacentes sont qualitatives. Chaque année, l'IMD réalise une enquête pour quantifier les phénomènes liés à la compétitivité, pour lesquels il n'y a pas de données

statistiques ou pour lesquels les données sont disponibles au bout d'un certain temps. L'enquête prend la forme d'un questionnaire (110 questions) envoyé aux chefs d'entreprises des 57 économies prises en compte par le WCY. La distribution du questionnaire se fait par groupe d'industries : Agroalimentaire/Extraction, Industrie/Manufacturier et Services/Finance. Pour qu'ils soient économiquement représentatifs, l'IMD sélectionne un échantillon proportionnel aux différences de PIB des secteurs économiques.

En 2009, 3960 chefs d'entreprises ont répondu au questionnaire de l'IMD, ce qui représente environ 70 par pays. Les répondants évaluent la compétitivité du pays en répondant à des questions sur une échelle de 1 à 6 avec la réponse 1 représentant généralement une perception négative et 6 indiquant la meilleure perception. Le WCY calcule la moyenne pour chaque pays, puis, les données sont converties d'une échelle de 1 à 6 à une échelle de 1 à 10. Au final, les réponses à l'enquête sont transformées en utilisant leur écart-type à partir duquel, les classements sont calculés.

Tableau 5 : Résultats pour l'Allemagne, l'Espagne, la France et l'Italie en 2009

Classement total						
	2005	2006	2007	2008	2009	Score 2009
Allemagne	21	25	16	16	13	83,508
Espagne	32	31	30	33	39	57,849
France	28	30	28	25	28	68,071
Italie	44	48	42	46	50	52,059
Performance économique						
	2005	2006	2007	2008	2009	
Allemagne	22	20	8	6	6	
Espagne	24	32	27	30	46	
France	9	16	19	13	17	
Italie	33	44	39	45	47	
Efficacité du secteur public						
	2005	2006	2007	2008	2009	
Allemagne	30	28	23	26	27	
Espagne	27	34	29	34	43	
France	38	42	42	45	46	
Italie	49	52	51	53	54	
Efficacité des entreprises						
	2005	2006	2007	2008	2009	
Allemagne	32	28	25	28	19	
Espagne	39	36	33	40	45	
France	37	41	42	35	42	
Italie	44	47	47	46	48	
Infrastructure						
	2005	2006	2007	2008	2009	
Allemagne	10	9	7	6	9	
Espagne	27	26	29	30	31	
France	15	19	18	11	14	
Italie	30	34	35	33	34	

Source : IMD

Annexe 3 : Tests économétriques détaillés (Modèle iii)

- Tests sur les effets du modèle

Dans un premier temps, il est essentiel de tester l'existence d'effets individuels dans notre modèle. On peut les caractériser par une intercepte propre à chaque individu u_i . On cherche donc à tester l'hypothèse nulle $H_0: u_i = 0$ dans la régression $\ln(X_{i,t}) = \ln(A) + \alpha \ln(WD_{i,t}) + \beta \ln(rP_{i,t}) + \gamma \ln(rDD_{i,t}) + \delta \ln(WO_{i,t}) + \varepsilon_{i,t}$. En pratique, on utilise un test de Fisher. On obtient le résultat suivant :

F-test that all $u_i=0$: $F(10, 127) = 286,06$ Prob > F = 0.0000

La p-value est donc égale à 0, cela signifie donc qu'on rejette l'hypothèse nulle et que notre modèle doit inclure des effets individuels. Les modèles à effets fixes ou aléatoires permettent de prendre en compte l'hétérogénéité des données, cependant la nature des effets diffère d'un modèle à l'autre. Dans le premier cas, on suppose que les effets spécifiques peuvent être corrélés avec les variables explicatives du modèle, et dans le second cas on suppose que les effets spécifiques sont orthogonaux aux variables explicatives du modèle. Le test de Hausman permet de discriminer entre les deux spécifications :

Test: Ho: difference in coefficients not systematic

$$chi2(5) = (b-B)'[(V_b-V_B)^{-1}](b-B) = 6.97$$

Prob > chi2 = 0.2226

(V_b-V_B is not positive definite)

La p-value est supérieure à l'indice de confiance (5 %), on accepte l'hypothèse nulle, il est donc préférable d'utiliser les effets aléatoires pour notre estimation.

Le test d'Hausman nous a donc permis de conclure quant à la forme des effets spécifiques de notre modèle, il convient maintenant de pratiquer des tests d'hétéroscédasticité pour savoir quelle méthode utiliser pour notre estimation.

- *Tests d'hétéroscédasticité*

L'hypothèse d'homoscédasticité suppose une homogénéité des comportements entre les différentes observations dans l'échantillon. Dans le cas contraire, les variances des écarts aléatoires ne sont plus identiques pour chaque point d'observation. On doit donc vérifier si la variance des erreurs de chaque individu est constante : pour tout individu i , on doit donc avoir $\sigma^2 = \sigma^2$ pour tout t . La dimension nouvelle des données de panels consiste à s'assurer que la variance est la même pour tous les individus : $\sigma^2 = \sigma^2$ pour tout i . Pour détecter l'hétéroscédasticité, nous utiliserons le test de Breush-Pagan qui teste l'hypothèse nulle d'homoscédasticité. Nous obtenons le résultat suivant :

Breusch and Pagan Lagrangian multiplier test for random effects:

	<i>Var</i>	<i>sd = sqrt(Var)</i>
<i>X</i>	.9951652	.9975797
<i>e</i>	.0047697	.0690632
<i>u</i>	.0851337	.2917768

Test: Var(u) = 0
chi2(1) = 467.97
Prob > chi2 = 0.0000

La p-value est supérieure à l'indice de confiance (5 %), on rejette donc l'hypothèse nulle, notre modèle est donc hétéroscédastique. Avant de résoudre ce problème, il est important d'obtenir plus d'informations sur la forme de l'hétéroscédasticité. Pour ce faire, on utilise les moindres carrés généralisés (MCG) et un test de Wald.

On utilise un test de Wald modifié qui teste l'hypothèse nulle d'homoscédasticité inter-individus. Sous cette dernière, le test suppose que la variance des erreurs est la même pour tous les individus.

*Modified Wald test for groupwise heteroskedasticity
in cross-sectional time-series FGLS regression model*

H0: $\sigma(i)^2 = \sigma^2$ for all i
chi2 (11) = 249.84
Prob>chi2 = 0.0000

La p-value est donc inférieure au seuil de confiance (5 %), on rejette l'hypothèse nulle ; on ne peut donc spécifier davantage la structure de l'hétéroscédasticité.

Pour pallier à ce problème d'hétéroscédasticité, nous utiliserons la méthode des moindres carrés généralisés corrigée de cette hétéroscédasticité. Avant de procéder à cette estimation, il convient de tester également la présence d'une éventuelle auto-corrélation dans notre modèle.

- *Test d'auto-corrélation intra-individus*

On cherche, ici à vérifier si les erreurs sont auto-corrélées de forme autorégressive (AR1). On réalise donc le test de Wooldridge avec comme hypothèse nulle l'absence d'auto-corrélation des erreurs.

Wooldridge test for autocorrelation in panel data

H0: no first-order autocorrelation

F (1, 10) = 66.855

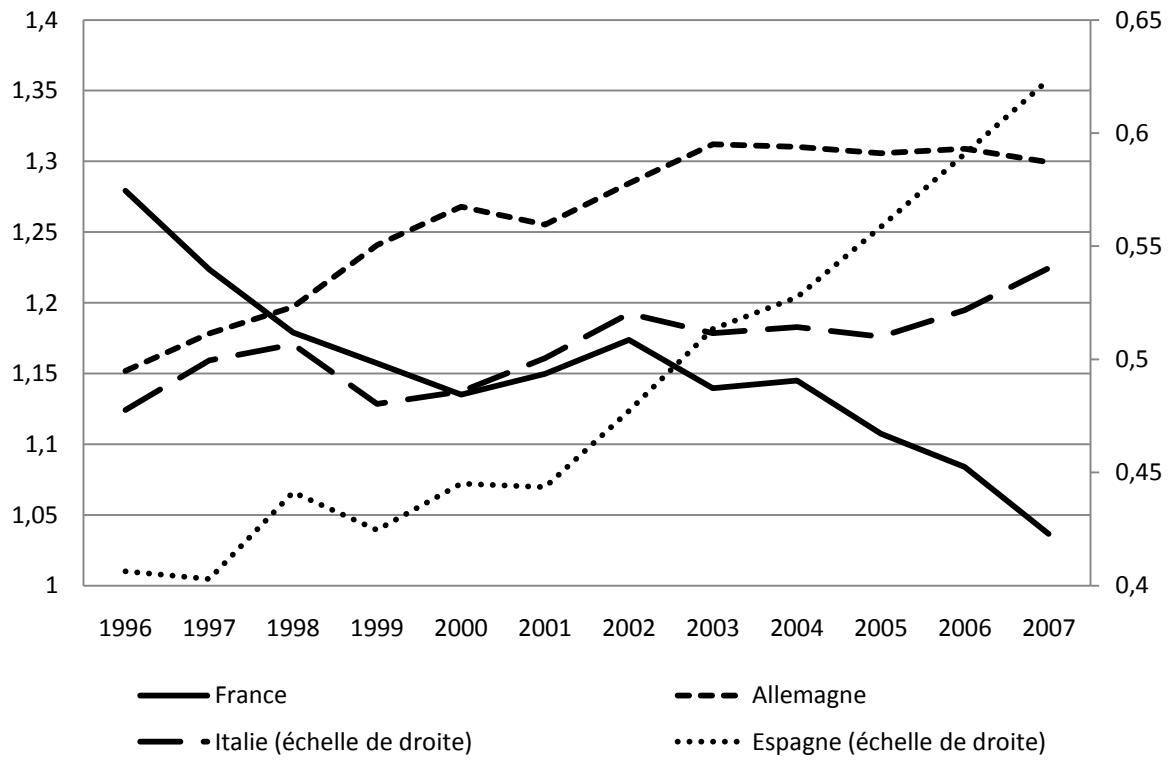
Prob > F = 0.0000

La p-value est inférieure au seuil de confiance de 5 %, on rejette donc l'hypothèse nulle ; les erreurs de notre modèle sont donc auto-corrélées d'ordre 1. Nous devons donc tenir compte de cette auto-corrélation dans notre estimation.

Les résultats de nos tests économétriques nous offrent deux possibilités : l'utilisation des Moindres Carrés Généralisés (MCG) ou la régression par la transformation de Prais et Winsten. Beck et Katz (1995) ont montré que sur un échantillon restreint, les MCG pouvaient produire des erreurs standards incorrectes. Ce biais provient du fait que la méthode des MCG estime un nombre excessif de paramètres dans la matrice de variance-covariance (Beck, 2001). Sur un petit échantillon, comme le notre, on préférera appliquer la transformation proposée par Prais et Winsten afin d'éliminer l'auto-corrélation des perturbations. De plus, les données concernant les dépenses de R&D n'étant disponibles que jusqu'en 2007 pour tous les pays de l'échantillon et n'étant pas disponibles en 1996, 1998, 2000, 2002 et 2008 pour la Grèce, notre panel pour le deuxième modèle est non-cylindré. Or, sous STATA, l'estimation d'un panel non-cylindré n'est pas possible avec la méthode des MCG.

Au final, nous opterons pour la transformation de Prais et Winsten pour l'estimation de nos deux modèles empiriques. Nous choisirons la structure PSAR1 pour l'auto-corrélation de nos erreurs.

Annexe 4 : Evolution des dépenses de R&D relatives (rRD) de l'Allemagne, l'Espagne, la France et l'Italie



Source : OCDE, calcul de l'auteur