

Université de Montréal

**L'impact de la volatilité des taux de change sur le commerce
international :**

**Essai de validation empirique désagrégée des exportations
sectorielles canadiennes vers les États-Unis via une approche
d'estimation VAR**

Par

Hamdy Ben Salah

Département des sciences économiques

Faculté des arts et des sciences

Mémoire présenté à la Faculté des études supérieures et postdoctorales

En vue de l'obtention du grade de Maîtrise (M.sc.)

En Sciences économiques

Option : Économies et finances internationales

Août, 2010

© Hamdy Ben Salah, 2010

Université de Montréal
Faculté des arts et des sciences

Ce mémoire intitulé :

L'impact de la volatilité des taux de change sur le commerce international :
Essai de validation empirique désagrégée des exportations sectorielles
canadiennes vers les États-Unis via une approche d'estimation VAR

Présenté par :
Hamdy Ben Salah

a été évalué par un jury composé des personnes suivantes :

Baris Kaymak, président rapporteur

Lyndon Moore, directeur de recherche

Andriana Bellou, membre du jury

Résumé

La présente étude offre un panorama sur les interactions et les liens qui existent entre la volatilité des taux de change et les échanges internationaux. L'objectif de ce travail est donc de présenter théoriquement cette relation, puis d'examiner empiriquement l'existence d'une cette relation de causalité entre le commerce international et la variabilité des taux de change. La littérature portant sur la question se considère dans l'ensemble comme contradictoire et supporte plusieurs controverses qui ne nous permettent pas de conclure clairement quant à la relation en question. Nous essayerons de pousser ces recherches un peu plus loin en réexaminant cette évidence pour le Canada et en offrant une investigation empirique sur l'existence éventuelle d'un impact significatif de la volatilité sur les flux désagrégés des exportations sectoriels du Canada vers son partenaire, les États-Unis. Nous y examinons la réponse empirique de 5 secteurs d'exportations canadiennes aux variations du taux de change réel effectif entre le Canada et les États-Unis.

Toutefois, nos résultats obtenus ne nous permettent pas de conclure quant à la significativité relative d'un impact de volatilité de taux de change sur les exportations sectoriels désagrégés destinés aux États-Unis. Dans l'ensemble, même si on admet que les signes des coefficients estimés de la variable de risque dans chaque secteur est négatif, nous arrivons à la conclusion que la volatilité ne semble pas avoir un impact statistiquement significatif sur le volume réel des exportations du Canada vers les États-Unis.

Mots-clés : VAR; Taux de change; Risque ; Volatilité; Commerce international.

Abstract

This study provides an overview on the interactions and linkages between the volatility of exchange rates and international trade. The objective of this work is to present this relationship theoretically and examine, empirically the existence of this causal relationship between international trade and exchange rate variability. The literature on the subject considers himself across as contradictory and supports several controversies that do not allow the clear conclusion about the relationship in question.

We try to push this research a step further by reviewing the evidence for Canada and providing an empirical investigation on the possible existence of a significant impact of volatility on sectoral disaggregated flows of Canadian exports to its trading partner, the United States. We empirically examine the response of five sectors of Canadian exports to changes in real effective exchange rate between Canada and the United States.

However, our results do not allow us to conclude about the significance of an impact on volatility of exchange rates on disaggregated sectoral exports to United States. Overall, even if we admit that the sign of the estimated coefficients of the exchange risk variable in each sector is negative, we reach the conclusion that the volatility does not seem to have a statistically significant impact on the real volume of exports from Canada to the United States.

Keywords: Exchange-rate variability; risk measurement; International trade.

Table des matières

Résumé	i
Abstract	ii
Liste des tableaux	vi
Dédicace	vii
Remerciements	viii
Introduction générale	1
 Chapitre 1 : phénomène de dépendance de volatilité entre marché de change et commerce international : une analyse théorique	
 1. Fondement économique de cette relation : les modèles théoriques et leurs hypothèses.....	
	14
1.1. Modèle basé sur la théorie du producteur et incorporant le risque de change : Hooper & Kohlhagen (1978).....	15
1.2. Hypothèses et modèles proposés depuis 1986.....	27
 2. Évidence théorique récentes.....	
	31
2.1. Aversion au risque et neutralité au risque.....	32
2.2. Marché de capitaux : la possibilité de couverture.....	36
2.3. Opportunités de profit.....	38
2.4. Modèle d'équilibre général.....	42
2.5. Autres sources d'incertitudes.....	43
3. Conclusion.....	45

Chapitre 2 : Revue des approches de modélisation de la transmission de Volatilité entre marché de change et commerce international

1.	Quelques préliminaires.....	49
	1.1. Volatilité, écart type et risque.....	49
	1.2. Les différents concepts de volatilité.....	51
2.	Estimation empirique de l'impact de la volatilité des taux de change sur les flux commerciaux.....	55
	2.1. Mesure réelle ou nominale de la volatilité.....	55
	2.2. La mesure du risque de change.....	58
3.	Survol de littératures empiriques : la spécification du modèle et les Résultats obtenus.....	64
	3.1. Le choix du niveau d'agrégation.....	65
	3.2. La spécification des équations soumises à l'estimation.....	66
	3.3. Résultats obtenues.....	70
4.	Conclusion.....	76

Chapitre 3 : Essai de validation empirique : Une analyse empirique désagrégée des exportations sectorielles canadiennes vers les États-Unis

1.	Considérations théoriques et spécification du modèle.....	78
-----------	---	----

2.	Méthodologie et procédure d'estimation.....	81
2.1.	Données et définitions des variables.....	81
2.2.	La procédure d'estimation.....	83
3.	Estimation et interprétation des résultats.....	86
3.1.	La régression du secteur : véhicules et leurs pièces.....	88
3.2.	La régression du secteur : Énergies électrique.....	92
3.3.	La régression du secteur : matériel de transport.....	95
3.4.	La régression du secteur : Machinerie industrielle.....	100
3.5.	La régression du secteur : produits chimiques.....	105
4.	Conclusion.....	110
	Conclusion générale.....	111
	Références.....	iv
	Annexe	xvi

Liste des tableaux

Tableau 1 : Synthèse des différentes mesures de volatilité du taux de change...	61
Tableau 2 : Résultats de la régression du secteur : voitures et leurs pièces.....	88
Tableau 3 : Résultats de la régression du secteur : énergies électriques.....	92
Tableau 4 : Résultats de la régression du secteur : matériels de transport.....	96
Tableau 5 : Résultats de la régression du secteur : machineries industrielles....	101
Tableau 6 : Résultats de la régression du secteur : produits chimiques.....	106

Dédicace

A mes très chers parents qui ont toujours été là pour moi, et qui m'ont donné un magnifique modèle de courage, de labeur et persévérance.

Aucune dédicace ne serait témoin de notre profond amour, notre immense gratitude et notre plus grand respect.

A mon père qui n'a jamais cessé de croire en moi...

A mon adorable maman qui m'a beaucoup donné...

A mon cher frère jumeau et à mes chères sœurs...

A la femme que j'aime et que j'aimerai toujours...

Je dédie ce modeste mémoire

Remerciements

Au terme de ce travail de recherche, je tiens tout d'abord, à adresser mes sincères remerciements à Monsieur Lyndon Moore pour son soutien et sa bienveillance tout le long de la rédaction de mon mémoire

Mes remerciements s'adressent également aux membres de jury pour avoir l'extrême gentillesse de bien évaluer ce travail.

Il me fait le plaisir et le devoir de remercier tout les responsables du département des sciences économiques de l'université de Montréal ainsi que tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à élaborer ce travail.

Du fond du cœur, merci infiniment...

Introduction générale

Le degré élevé de volatilité et d'incertitude de mouvement de taux de change depuis le début du régime flottant en 1973 a fortement retenu l'attention de décideurs publics et chercheurs à investiguer quant à la nature et l'étendue de l'impact de ces mouvements de taux de change sur le volume des échanges internationaux. Plus récemment, s'inquiétant de la forte décroissance des échanges mondiaux¹, plusieurs chercheurs du Fonds monétaire international se sont penchés sur la question sans pour autant parvenir à supporter l'existence d'une telle relation et à dégager une relation précise entre l'accroissement du risque de change et le volume des flux commerciaux. Bien que la variabilité du taux de change soit considérée comme l'inconvénient majeur du régime de taux de change flexible en augmentant le degré d'incertitude sous-jacente du commerce international et des transactions financières, les contributions théoriques et empiriques de la littérature portant sur la question se considère dans l'ensemble comme contradictoire et supporte plusieurs controverses. Plusieurs travaux empiriques n'arrivent pas à fournir des preuves et des conclusions claires et définitives d'un impact négatif de la volatilité du taux de change sur le commerce international. Toutefois, certains nombres de modèles qui ont été avancés trouvent un support pour l'hypothèse négative des actes de volatilité au détriment du

¹ L'étude du FMI(1984) rapporte que le volume du commerce mondial a augmenté à un rythme annuel moyen de 8.5% entre 1963 et 1972. Ce taux est passé à 6% en 1979 pour tendre à zéro début 1980

commerce international. L'un des premiers modèles théoriques de base, qui a inspiré la plupart des études empiriques depuis une dizaine d'années, est celui de Hooper et Kohlhagen (1978). Ce modèle a le mérite d'avoir établi une base fondamentale de recherche pour des travaux subséquents, mais il demeure insatisfaisant car peu concluant et parfois contradictoire en ce qui a trait aux résultats empiriques. Motivés par les résultats théoriques de Hooper et Kohlhagen (1978), de nombreux chercheurs empiriques ont tenté de quantifier l'effet négatif de la variabilité du taux de change sur le commerce. Ces études comprennent Thursby et Thursby (1987), Koray et lastrapes(1989), Cushman(1983), Cushman(1986), Kenen et Rodrik(1986), De Grauwe(1988), Pozo(1992), Chowdhury(1993), Arize (1996), Arize,Osang et Slottje (2000), Arize, John et Krishna (2003). En revanche, Asseery et Peel (1991) a trouvé une relation positive entre la volatilité de taux de change et le niveau des exportations. De son côté Gotur (1985) s'est penchés sur la question sans pour autant parvenir à prouver l'existence d'un lien systématiquement significatif entre la variabilité mesurée des taux de change et le volume de commerce international. Son résultat est similaire à celui du fond monétaire international (FMI), publié en juillet 1984.

En résumé il existe plusieurs évidences contradictoires dans la littérature concernant la relation entre la volatilité des taux de change et des flux commerciaux. En effet il n'y a pas vraiment de tendance claire ou de conclusions cohérentes qui émergent des résultats empiriques controverses de la littérature portant sur la question.

Ce travail est essentiellement motivé par cette controverse empirique et les travaux de recherche théorique qui en découlent. C'est autour de cette problématique qui traite le phénomène de dépendance de volatilité des taux de change et son impact sur le commerce international que se développe notre travail de recherche.

L'objectif de ce travail est donc de présenter théoriquement la relation dynamique entre le commerce international et le taux de change, d'analyser les différentes modélisations utilisées dans la littérature permettant d'étudier la transmission des chocs de volatilité entre marchés des changes et commerce internationale et surtout de détecter empiriquement l'existence de cette relation de causalité entre les deux structures financières étudiées et de déterminer leurs directions. Comme il n'y a pas eu récemment d'étude empirique approfondie concernant le commerce canadien, nous avons jugé le moment opportun pour entreprendre une telle recherche. On examinera l'impact de la volatilité du taux de change effectif réel du dollar canadien sur le volume réel des exportations pendant la dernière période de taux de change flottant.

Ayant égard à ce double intérêt qui est à la fois théorique et empirique, ce travail est organisé autour des chapitres suivants : dans un premier chapitre, nous essayerons de présenter les fondements économiques théoriques se rapportant à la présence d'une relation entre le taux de change et le commerce international. Une revue de la littérature

théorique de base sera fournie pour clarifier les idées et examiner les apports des différentes études effectuées dans ce domaine.

Dans un second chapitre, une synthèse des littératures empiriques concernant les approches de modélisation de la transmission des chocs de volatilité entre marché marchés des changes et commerce international va être fournie.

Au niveau du troisième chapitre, nous pousserons nos recherches un peu plus loin en réexaminant cette évidence pour le Canada et en offrant une investigation empirique sur l'existence éventuelle d'un impact significatif de la volatilité sur les flux désagrégés des exportations sectoriels du Canada vers son partenaire, les États-Unis. Ce troisième chapitre présente et interprète les résultats d'estimation obtenue, de même que les principales conclusions à retenir.

Chapitre 1

Phénomène de dépendance de volatilité des taux de change et commerce international: une analyse théorique

L'adoption au début des années 70 d'un système de taux de change flottant pour les monnaies des principaux pays industrialisés a certes accru l'incertitude sur la valeur future de ces monnaies sur les marchés de change et suscité des interrogations sur les effets négatifs possibles sur le commerce international qu'entraîneraient les fluctuations des taux de change.

Un survol de la littérature récente nous a permis de constater que cette question a fortement retenu l'attention des chercheurs. En particulier, plusieurs économistes et analystes financiers ont tenté de faire le point sur le sujet : Hooper et Kohlhagen (1978), Cushman (1983), FMI (1984) et Kenen et Rodrik (1984), Akhtar et Hilton (1984), Thursby et Thursby (1985), Koray et Lastrapes (1989), Pozo (1992), Chowdhury (1993), Arize (1995), Arize et Slottje (2000).

Malgré des résultats significatifs dans certains cas, ces études se considèrent dans l'ensemble comme contradictoire et supportent

plusieurs controverses qui ne nous permettent pas de conclure clairement quant à la relation entre la volatilité des taux de change et le commerce international.

Ce survol théorique de ce premier chapitre est essentiellement motivé par cette controverse empirique et les travaux de recherche théorique qui en découlent (Franke (1986), Viane et DeVries (1987), Sercu (1988)). Il est consacré dans un premier temps aux fondements économiques de cette relation en mettant l'accent sur le modèle qui a inspiré la plupart des études empiriques depuis une dizaine d'années, celui de Hooper et Kohlhagen (1978). La seconde partie présentera les caractéristiques générales de diverse hypothèses et modèles proposés depuis 1986 et tentera de préciser la base de modèles commerciaux d'incertitude et leurs considérations théoriques dans la littérature. Enfin, une conclusion proposera quelques avenues de recherche.

1. Fondement économique de cette relation : les modèles théoriques et leurs hypothèses

De nos jours, les entreprises opèrent dans une économie mondiale caractérisée par plusieurs risques financiers et des fluctuations importantes des taux de change. Depuis plusieurs années la relation entre le risque de change et le volume des échanges internationaux a attiré l'attention de plusieurs économiste et décideurs publique. Lorsqu'on

examine la littérature sur cette relation, on constate rapidement que les chercheurs ont surtout fait porter leurs efforts sur la vérification empirique et beaucoup moins sur la modélisation.

En réalité, il existe un modèle de base qui a inspiré tout ce travail empirique : Hooper & Kohlhagen (1978). Nous essayerons de présenter ce modèle fondamentale de la relation entre le commerce international et la volatilité des taux de change ainsi que les hypothèses qui les propose.

1.1 Modèle basé sur la théorie du producteur et incorporant le risque de change : Hooper & Kohlhagen (1978)

1.1.1 Environnement, horizon et comportement des agents

Dans ce modèle, les agents économiques font face à une certaine incertitude économique. La source d'incertitude introduite dans le modèle de Hooper et Kohlhageen (1978) concerne la valeur future du taux de change. Dans ce modèle, les contrats sont exclusivement libellés dans la devise de l'exportateur ou de l'importateur². En plus aucune couverture sur le marché à terme n'est disponible quelque soit le degré d'exposition au risque de change. On suppose enfin que le comportement des agents est caractérisé par un certain degré d'aversion au risque. Ca sera le fondement essentiel de la relation négative entre la variabilité du taux de change et le commerce international.

² Un contrat peut également être libellé dans la devise d'un troisième pays (voir Cushman 1986)

1.1.1 Demande d'importations

Chaque importateur est confronté à une demande pour son produit :

$$Q = aP + bPD + cY + dCU ; \quad a, d < 0 \text{ et } b, c > 0$$

Où P est le prix du produit, PD est le prix des autres biens disponibles dans l'économie nationale, Y est le revenu domestique et CU représente le un indice de rationnement .Dans ce contexte, l'importateur doit choisir le niveau de la production qui maximise son utilité (U) :

$$\text{D'où : } \underset{Q}{MAX} U = E(\Pi) - \gamma[V(\Pi)]^{1/2}$$

Le modèle suppose que les agents ont une aversion au risque, donc la mesure relative de la préférence pour le risque est γ aura une valeur positive : $\gamma > 0$.

D'un autre coté, les importateurs doivent définir un niveau de profit comme étant la différence entre la valeur des ventes totales et les coûts totaux des facteurs de production :

$$\Pi = QP(Q) - UCQ - HP * iQ$$

Où :

UC : le coût unitaire total de production,

P^* : le prix des biens importés exprimé en devises étrangères.

i : le ratio fixe des importations sur la production totale

$q = i Q$ représente la quantité d'inputs importée nécessaire à produire la quantité Q

Ainsi, $P^* q$ est égal au coût total des inputs importés exprimé dans la devise de l'exportateur. Pour convertir ceci en monnaie locale, on le multiplie par une pondération (H) du coût de change étranger pour l'importateur. Il dépend de la devise dans laquelle le contrat d'importations est libellé et de la proportion du contrat qui fait l'objet d'une couverture sur le marché des changes.

$$H = \beta[\alpha F + (1 - \alpha)R1] + (1 - \beta)F$$

Où F est le taux à terme de la devise de l'importateur par unité de la devise de l'exportateur et $R1$ est le taux au comptant à la date future du paiement. Les paramètres (α et β) sont importants parce qu'ils déterminent dans le modèle dans quelle mesure les profits de l'importateur sont exposés au risque de change.

β est défini comme la proportion des importations libellée dans la devise de l'exportateur et $(1 - \beta)$ la part libellée dans la monnaie de l'importateur, α reflète la proportion des achats d'inputs que l'importateur couvre sur le marché à terme.

A travers Le modèle de la demande d'importation définie dans l'étude de Hopper et Kohlhagen nous déduisons de déduire que l'importateur peut éviter l'incertitude en terme de change en négociant le contrat d'achat des inputs dans sa propre monnaie ($\beta = 0$). L'incertitude est introduite ainsi dans la transaction pour l'importateur quand une partie du contrat est spécifiée dans la devise de l'exportateur ($0 < \beta \leq 1$).

D'un autre côté, $\alpha = 1$ reflète la situation où toutes les importations exprimées dans la devise de l'exportateur sont couvertes sur le marché à terme. L'incertitude peut découler ainsi, du faite que l'importateur ne couvre pas la totalité de ses besoins en devises sur les marchés à terme ($0 \leq \alpha < 1$).

Rappelons que R_1 est le taux au comptant à la date future du paiement. Dans ce cas Le modèle de Hooper et Kohlhagen (1978) considère que des variations futures non anticipées de ce taux de change entraîneront automatiquement des fluctuations dans les profits des entreprises. Ainsi le risque encouru par la firme importatrice est mesuré par la variance de ses profits qui s'exprime comme :

$$V(\Pi) = (\delta P * iQ)^2 (\delta)_{R1}^2$$

Avec $(\delta)_{R1}^2$ la variance de R1 et $\delta = \beta (1 - \alpha)$. Ceci suppose également que $COV (R1, P) = 0$, i.e. que les variations du taux de change nominal ne sont pas compensées par des changements dans le prix du produit ou dans le prix relatif des biens domestiques par rapport aux biens importés.³

Après manipulation des précédentes équations on aboutit alors à la fonction de demande d'importations suivante :

$$q = \frac{i}{2} \{ (aUC + bPD + cY + dCU) + aiP * [E(H) + \gamma\delta(\sigma)_{R1}] \}$$

Où $(\sigma)_{R1}$ mesure le risque de change.

Selon cette équation Hooper et Kohlhagen (1978) concluent qu'une augmentation de l'écart type associé à la valeur future du taux de change entraîne une diminution de la demande de produits importés.

Plus récemment, Denis Bélanger et Sylvia Gutiérrez (1990) étendent l'analyse sur cette équation de demande d'importation obtenue par

³ Cette approche est sévèrement critiqué par Cushman (1983) en affirmant : « the firm's decision are affected by real variables including variation in the real exchange rate than by nominal variable » (p.45)

Hooper et Kohlhagen (1978) en affirmant que cette relation négative dépend essentiellement des paramètres suivants⁴ :

(i) a , la sensibilité de la demande du produit par rapport à son prix

ce qui est traduit par un ($a < 0$); Plus les importations sont sensibles aux variations de prix, plus ils seront affectés négativement par la volatilité des taux de change.

(ii) γ , le degré d'aversion au risque ($\gamma > 0$) ;

Si on retient l'hypothèse d'aversion au risque, l'impact de la variabilité du taux de change s'accroît avec le degré d'aversion au risque.

(iii) $\delta = \beta (1 - \alpha)$, le degré d'exposition au risque de change ($0 \leq \delta \leq 1$) ;

Un importateur qui transige exclusivement dans sa monnaie ($\beta = 0$) ou qui se couvre systématiquement sur le marché à terme ($\alpha = 1$) soustrait ses opérations internationales du risque associé aux fluctuations du taux de change (dans ce cas, $\delta = 0$). Par contre une firme dont tous les contrats d'importations sont libellés dans la devise du fournisseur, donc ($\beta = 1$) sans pour autant qu'elle se couvre sur le marché à terme ($\alpha = 0$), s'expose totalement aux variations du taux de change ($\delta = 1$).

⁴ Denis Bélanger et Sylvia Gutiérrez (1990), « Impact de la variabilité des taux de change sur le commerce international : un survol critique de la littérature » p 70.

1.1.3 Offre d'exportations et forme réduite du modèle

Hooper et Kohlhagen modélisent l'offre d'exportations comme celle d'une seule firme qui vend une partie β de sa production (q^*) au prix P^* et le reste $(1 - \beta)$ au prix FP^* , exprimé dans la devise de l'importateur.

On supposant n firmes importatrices identiques, La fonction de demande du marché est donc spécifiée comme étant égale à : $q^* = n q$.

Ainsi on obtient la fonction d'offre de l'exportateur suivante :

$$q^* = n \frac{i}{2} \{ (aUC + bPD + cY + dCU) + aiP^* [E(H) + \gamma\delta(\sigma)_{R1}] \}$$

L'exportateur maximise une fonction d'utilité similaire à celle de l'importateur mais son degré d'aversion au risque (γ^*) peut être différent. Toutefois, comme il n'utilise pas d'intrants importés, il est exposé au risque de change plutôt par le biais de ses ventes. En conséquence, il s'établit une relation négative entre le risque de change et le volume des exportations. Celle-ci est tout à fait similaire à celle de l'importateur :

$$\underset{q^*}{MAX} U^* = E(\Pi^*) - \gamma^* [V(\Pi^*)]^{1/2}$$

Où γ^* mesure le degré d'aversion relative au risque de l'exportateur.

Quant à la fonction de profit, elle est analogue à celle de l'importateur, exception que l'exportateur n'utilise pas d'intrants importés dans sa production :

$$\Pi^* = q^* p^* H^* - q^* UC^*$$

Où UC^* est le coût unitaire domestique de production pour l'exportateur et H^* définie par :

$$H^* = \beta + \alpha^*(1 - \beta) + (1 - \alpha^*)(1 - \beta)F/R1$$

D'une façon identique à celle de l'importateur, le risque encouru par la l'exportateur est mesuré par la variance de ses profits :

$$V(\Pi^*) = [p^* q^* (1 - \beta)(1 - \alpha^*)R]^2 \delta_{1/R1}^2$$

Où $\delta_{1/R1}^2$ est la variance du taux de change $1/R1$.

La maximisation de la fonction objective de l'exportateur nous donne la fonction d'offre d'exportation suivante:

$$q^* = \left(\frac{1}{\partial p^* / \partial q^*} \right) \left(\frac{UC^*}{EH^* - \gamma^* \delta^* (\sigma)_{1/R1}} - P^* \right)$$

Ainsi, une augmentation de l'écart type associé à la valeur future du taux de change entraîne une diminution de l'offre de produits exportés. A travers leur modèle théorique, Hooper et Kohlhaugen montrent qu'un accroissement de l'incertitude quant au taux de change réduit l'offre d'exportation pour un prix donné.

Finalement, après les manipulations appropriées, nous obtenons les prix et les quantités d'équilibre suivants:

$$P^* = \frac{UC^*}{2 \left(EH^* - \gamma^* \delta^* \sigma_{1/R1} \right)} - \frac{aUC + bPD + cY + dCU}{2ai \left(EH + \gamma \delta \sigma_{R1} \right)}$$

Et

$$q^* = \frac{ni}{2} (aUC + bPD + cY + dCU) + \frac{nai^2}{4} \frac{UC^* (EH + \gamma \delta \sigma_{R1})}{\left(EH^* - \gamma^* \delta^* \sigma_{1/R1} \right)}$$

Ces deux équations reflètent le fait que le prix et la quantité sur le marché d'équilibre sont affectés par le degré du risque de change auxquels sont confrontés les exportateurs et les importateurs.

Bref, la relation négative entre la variabilité du taux de change et le commerce international est essentiellement fondée dans ce modèle sur l'hypothèse que le comportement des agents est caractérisé par un certain degré d'aversion au risque.

C'est ce comportement qui caractérise un degré d'aversion au risque⁵ des agents économiques qui expliquera par la suite les résultats obtenue par Hooper et Kohlhagen (1978). De plus, on suppose que les marchés financiers sont imparfaits de sorte que les entreprises ne sont pas en mesure de se protéger complètement contre le risque de change.

Cependant, la vérification empirique n'est pas en accord avec le modèle théorique développé par Hooper et Kohlhagen. Selon l'analyse théorique, les auteurs utilisent une approximation linéaire pour chacune de ces deux équations:

$$P^* = c_0 + c_1 UC^* + c_2 UC + c_3 PD + c_4 Y + c_5 CU + c_6 EH^* + c_7 EH + c_8 \delta^* \sigma_{1/R1} + c_9 \delta \sigma_{R1}$$

Et l'équation d'équilibre de la quantité :

⁵ Ce résultat théorique est sévèrement critiqué par De Grauwe(1988). Ce dernier explique le résultat obtenu par Hooper et kohlhagen (1978) par l'utilisation d'une fonction d'utilité basé sur un degré d'aversion au risque absolue et constant (CARA)

$$q^* = d_0 + d_1 UC^* + d_2 UC + d_3 PD + d_4 Y + d_5 CU + d_6 EH^* + d_7 EH + d_8 \delta^* \sigma_{1/R1} + d_9 \delta \sigma_{R1}$$

Où (*) désigne l'exportateur, UC^* et UC sont les coûts unitaire domestique de production pour l'exportateur et l'importateur, Y est le revenu de l'économie domestique, CU est une mesure de rationnement par les quantités, EH^* et EH sont les coûts du change étranger, PD est le niveau des prix de l'économie nationale, δ et δ^* mesurent la proportion des quantités échangées en monnaie étrangère non couverte à terme, donc étant sujette au risque de change, $(\sigma)_{R1}$ est une mesure de risque de change (variance des taux au comptant passés et écart taux au comptant par rapport au taux à terme).

Selon l'analyse théorique des auteurs et leur prévisions, les coefficients c_1 , c_3 , c_4 , c_8 , d_3 , d_4 et d_6 doivent être positifs, c_0 et d_0 positifs ou négatifs, et tous les autres négatifs.

Or, les résultats obtenus après estimation de ces deux équations pour le commerce bilatérale et multilatérale des États-Unis et de l'Allemagne suggèrent uniquement un impact négatif du risque de change sur le prix lorsque ce risque est supporté par les importateurs. A l'opposé, l'effet sur les prix devient positif lorsque le risque de change est à la charge des exportateurs.

Toute fois, malgré leur prédiction théorique et les résultats empiriques obtenus quant aux prix, Hooper et Kohlhagen ne constatent aucun impact significatif de la volatilité des taux de change sur le volume des échanges internationaux entre les États-Unis et l'Allemagne. Les auteurs expliquent ce résultat décevant par l'inélasticité des fonctions d'offre d'exportation et de demande d'importation, à court terme, un changement dans les prix ayant très peu d'effet sur les quantités.

En effet, selon Hooper et Kohlhagen, plus la demande de l'importateur pour les biens échangeables est élastique, plus l'effet du risque de change sur le volume est grand, alors que plus cette demande est inélastique, plus l'effet sera grand sur le prix. Une demande généralement inélastique à court terme pourrait ainsi servir d'explication aux résultats décevants.

une autre explication avancé par les auteurs réside dans la couverture à terme contre le risque de change qui, si elle est assez grande, réduit considérablement les effets négatifs de la volatilité du taux de change sur les quantités échangées. Cependant, cette explication nous paraît contradictoire par rapport au modèle théorique qui supposait qu'une large proportion des échanges ne pouvait être couverts efficacement à terme.

En conclusion, le modèle de Hooper et Kohlhagen a le mérite d'avoir établi une base fondamentale de recherche pour des travaux subséquents, mais il demeure insatisfaisant car peu concluant et parfois contradictoire en ce qui a trait aux résultats empiriques. Une conclusion semblait alors

s'imposer : aucune tendance ne se dégagait quant à l'effet dissuasif ou non sur le volume de commerce international de l'introduction d'un régime de taux de change flexible.

Vu l'impuissance de cette étude à répondre à la question, plusieurs travaux plus récents présentèrent de nouvelles hypothèses et modélisations du problème .Nous proposons donc de s'intéresser plus particulièrement à trois de ces modèles offerts par cette nouvelle littérature théorique. A notre avis, ils ont été retenus pour la nouveauté de leur approche et leur capacité accrue de répondre à la question.

1.2 Hypothèses et modèles proposés depuis 1986

La théorie ne nous donne pas des réponses sans ambiguïté quant à l'effet de la variabilité du taux de change sur le commerce. Toutes les analyses de l'effet de la volatilité des taux de change sur le commerce portent sur la théorie de producteurs dans l'incertitude, avec des taux de change qui représentent la seule source de risque pour l'entreprise.

Les principaux modèle théorique traditionnel ont mis l'accent sur la notion d'aversion au risque (Clark, 1973; Barron ,1976; Hooper et kohlhagen, 1978). La volatilité des taux de change augmente la variance du profit .Si les firmes sont averses au risque ceci conduira à une baisse du volume des exportations puisque les entreprises souhaitent réduire

leur exposition aux risques. Ainsi une baisse des exportations réduira la variance dans le profit causé par la variabilité du taux de change.

Dans cette littérature, un certain nombre de modèles soutiennent l'avis qu'une augmentation de la volatilité des taux de change entraîne une réduction du niveau du commerce international. Un argument typique de cette littérature est que les échanges à haut risque réduisent les recettes escomptées des exportations et réduisent ainsi les incitations au commerce.

Toutefois, plusieurs chercheurs ont démontré récemment une certaine insatisfaction vis-à-vis le modèle théorique et l'hypothèse d'aversion au risque des importateurs et des exportateurs. Celle-ci se manifeste dans les articles de Willet (1986), De Grauwe (1988), Franke (1991), Viaene & De Vries (1992).

Plus spécifiquement, De Grauwe (1988) présente une hypothèse alternative qui relève selon lui de l'économie politique de la variabilité du taux de change. Dans une perspective à plus long terme, la volatilité des taux de change réel est susceptible d'engendrer des pressions protectionnistes qui réduiraient la croissance du commerce international.

En plus de la critique formulée par De Grauwe (1988) sur la fonction d'utilité retenue par Hooper et Kohlhagen, et en se référant aux travaux de Newberry et Stiglitz (1981) sur la théorie moderne de la production et de la consommation dans un environnement risqué, De Grauwe montre en particulier que l'impact de la volatilité sur les exportations dépend du degré d'aversion au risque. Il est donc possible

d'envisager le cas ou un exportateur ayant un degré élevé d'aversion au risque décide de s'impliquer davantage sur les marchés étrangers.

Dans une autre analyse critique, Willet (1986) montre à son tour une insatisfaction vis-à-vis le modèle traditionnel théorique et l'hypothèse d'aversion au risque des importateurs et des exportateurs. Il soutient le fait qu'il est nécessaire d'accorder plus d'attention aux effets de diversification des firmes et leurs caractéristiques en réponse à la variation du taux de change et son impact sur les décisions d'exportations. Selon lui, il suggère que si le risque international a considérablement augmenté depuis la période flottante, alors l'écart entre le risque domestique et international peut ne pas l'être vraiment assez évident. Cela pourrait contribuer à expliquer l'échec du commerce international de façon drastique et suggère des orientations de recherches futures que la volatilité des taux de change a été plus une réflexion plutôt qu'une cause indépendante de l'instabilité sous-jacente.

Il y a également quelques chercheurs insatisfaits qui ont élaboré des modèles plus formels : Franke (1986), Viaene et De Vries (1987), Sercu (1988). Ces travaux sont de toute évidence à une étape préliminaire.

Pour leur part, Viaene et De Vries (1987) développent un modèle temporelle en situation d'incertitude qui tient compte de l'existence du crédit et des pratiques de facturation en devises. Il distingue aussi les économies pas très développés là où les agents ne recourent pas au de

marché à terme. En somme, malgré quelques éléments intéressants au niveau de la modélisation, le modèle de Viaene et De Vries ne génère pas de conclusions solides sur la relation entre la variabilité du taux de change et le commerce international.

Les travaux de Franke (1986) et Sercu (1988) présentent, par contre une autre approche différente et une avenue de recherche très intéressante. Franke (1986) propose un modèle dynamique à long terme où la notion d'aversion au risque pour les agents économiques est totalement exclue. Dans ce cas, la firme ajuste le volume de ses échanges en fonction du niveau du taux de change et de sa variabilité sur les marchés des changes. Dans ce modèle la firme aura donc l'option d'entrer sur un marché étranger lorsque l'opération est profitable et d'en sortir quand elle ne s'avère plus rentable.

Enfin, une autre idée développée par Sercu (1988) dans le cadre d'un modèle à deux périodes avec une attitude neutre au risque où la firme maximise sa valeur présente nette. Contrairement au modèle de Hooper et Kohlhaagen, les marchés financiers sont parfaits et permettent à la firme de se protéger complètement contre le risque de change. Dans ce contexte, Sercu retrouve des résultats similaires à ceux de Franke lorsque la firme évolue sur un marché concurrentiel ou monopolistique

En conclusion, les fondements économiques de la relation entre la variabilité des taux de change et le commerce international ne sont pas uniquement reliés au degré d'aversion au risque de l'exportateur et de

l'importateur. Lorsqu'on interprète les résultats des modèles théoriques, il est bon de garder à l'esprit que ceux-ci découlent uniquement d'une analyse d'équilibre partiel. La plupart de cette littérature suppose que le taux de change est la seule source de risque et ne tient pas compte de la disponibilité d'autres variables économiques dont l'instabilité affecte dans une certaine mesure la variabilité des taux de change et son impact sur le niveau des échanges commerciaux. Des orientations de recherches futures doivent être exploré et nécessite le faite d'accorder plus d'attention au ajustement des firmes quant à leur structure de marché, leur équilibre générale et surtout la disponibilité de la couverture à terme contre les risques de change.

La section suivante examine ainsi, une extension de littérature récente des modèles théoriques de l'impact de la volatilité de taux de change sur les flux commerciaux internationaux.

2. Évidences théoriques récentes

Plusieurs hypothèses de base sont essentielles pour obtenir le résultat que l'augmentation de la volatilité des taux de change réduit nécessairement le niveau des échanges : l'aversion au risque est assumé, la variabilité des taux de change représente la seule source d'incertitude pour l'entreprise et la couverture parfaite contre le risque de change est impossible ou trop coûteuse. Ainsi la firme ne peut ajuster sa production et son volume d'exportations une fois l'incertitude n'est pas résolue et

donc, des changements dans le taux de change ne créent pas de possibilités de faire des bénéfices.

Dans cette section, nous examinons les implications d'un assouplissement de ces hypothèses en essayant de passer en revue les contributions théoriques faites dans la littérature qui construisent des modèles montrant, hypothétiquement, comment une entreprise commerciale réagit à la volatilité des taux de change.

2.1 Aversion au risque et neutralité au risque

Dans les modèles ci-dessus, le lien négatif entre la volatilité des taux de change et le commerce augmente avec le degré d'aversion au risque. Si les agents sont neutres du risque, l'incertitude des taux de change n'affecte pas la décision de l'entreprise. Cependant, même dans le cas d'aversion au risque, la théorie ne permet pas de conclure que l'augmentation du risque conduit nécessairement à une réduction de l'activité à risque. Selon De Grauwe(1988) Une augmentation du risque entraîne à la fois une substitution et un effet de revenu, qui travaillent dans des directions opposées.

Plus spécifiquement, De Grauwe(1988) montre théoriquement qu'un degré d'aversion au risque extrême peut pousser la volatilité du taux de change à avoir un effet expansionniste sur le commerce. Dans son modèle De Grauwe(1988) saisit l'ambiguïté essentielle du débat par la modélisation d'un producteur compétitif qui doit décider entre la vente

sur le marché local ou étranger. Les deux prix intérieur et étranger sont fixés. Ainsi la seule source de risque pour le producteur est le prix en monnaie locale des exportations. Compte tenu de ces hypothèses, la réponse du producteur à une augmentation du risque de change (augmentation de la variance du taux de change) dépend uniquement de savoir si l'utilité marginale attendue des recettes d'exportation est une fonction concave ou convexe du taux de change. Lorsque les producteurs présentent seulement un faible degré d'aversion au risque, ils produisent moins pour l'exportation que le taux de risque de change plus élevé réduit l'utilité marginale attendue des recettes d'exportation. Toutefois, lorsque les producteurs sont très réfractaire au risque, ils s'inquiètent du pire résultats possible.

Cela signifie qu'une augmentation du risque de change augmentera tellement l'utilité marginale attendue des recettes d'exportations, que les producteurs veulent exporter plus pour éviter une baisse drastique de leurs recettes. Tel que stipule De Grauwe (1988, 67), “although exporters are universally made unhappy by the volatility of exchange rates,... some may decide that they will be better off by exporting more.”

De Grauwe souligne que les résultats obtenus par Hooper et Kohlhagen dérivent de la restriction qui est imposée à la fonction d'utilité. Un degré constant d'aversion au risque absolu élimine l'effet

revenu de l'évolution des risques⁶. Dans ce contexte, De Grauwe montre que si les profits moyens sont une fonction croissante du degré de variabilité du taux de change, à moins que les entreprises soient très averse au risque, alors une volatilité accrue pourrait conduire à l'accroissement des échanges internationaux.

Crucial à ce résultat, c'est l'idée que le degré d'aversion pour le risque n'est pas constant. S'il était constant, alors la volatilité des taux de change peut clairement réduire le niveau d'exportation, tant que l'exportation est devenue une activité relativement moins attrayante (effet de substitution). Par ailleurs, si le degré de l'aversion au risque augmente avec une baisse de revenu (profit moyen), alors l'effet de revenu entrainera une exportation encore plus élevée en réponse à la volatilité accrue des taux de change à fin d'éviter l'effet d'une baisse d'utilité marginale attendue causé par la réduction des recettes d'exportation.

Une autre approche consiste à se concentrer sur l'effet de change sur la volatilité des bénéfices attendus (voir Giovannini, 1988 ; Frank, 1991; Sercu et Vanhulle, 1992). Si les profits sont une fonction convexe du taux de change, alors une augmentation de la volatilité des taux de change entrainera une augmentation des bénéfices attendus. Ceci pourrait expliquer une relation positive entre les exportations et la

⁶ Dallas et Zilberfarb (1993) montrent également que l'effet de la volatilité dépend de l'aversion au risque. Si la fonction d'utilité est basée sur un degré constant d'aversion relative au risque, alors une augmentation du risque diminue le volume des échanges que si le coefficient d'aversion est inférieur à l'unité.

variabilité des taux de change, surtout si les producteurs sont neutre au risque, et que l'exportation devient une activité plus rentable.

Giovannini(1988) suppose que les entreprises doivent s'engager à des prix au début de chaque période et que la production doit changer pour satisfaire la demande. L'objectif principal de ces hypothèses est le choix de la monnaie dans laquelle se facture l'exportation. Si les profits sont une fonction convexe (concave) du taux de change, alors les profits attendus seront plus élevés si les prix sont fixés en devise locale (étrangère). Giovannini(1988) conclut que l'augmentation de la variabilité des taux de change ne doit pas nécessairement conduire les entreprises à restreindre leur offre d'exportation.

Franke (1991) a également analysé la stratégie d'exportation d'une entreprise neutre aux risques et a été en mesure de fournir un appui pour l'hypothèse positive. L'entreprise a été pris d'opérer dans un cadre de concurrence monopolistique et de maximiser la valeur actuelle nette des flux de trésorerie attendus de l'exportation, qui a été spécifié comme une fonction croissante du taux de change réel. La stratégie d'exportation a été déterminée par les coûts de transaction encourus. Ainsi l'entreprise évalue les coûts associés à l'entrée (abandon) sur un marché étranger sur les bénéfices (pertes) créés par les exportations. Lorsque la fonction de flux de trésorerie est convexe du taux de change, la valeur actualisée des "cash -flow " croît plus rapidement que celle des coûts d'entrée et de

sortie et l'entreprise bénéficie de l'augmentation de la volatilité du taux de change. Dans ce scénario, le modèle présenté par Frank (1991) prédit que les entreprises entrent sur un marché plus tôt et l'abandonnent plus tard, lorsque la volatilité des taux de change augmente et que le nombre d'entreprises commerciales vont également augmenter⁷

2.2 Marché de capitaux : la possibilité de couverture

Il peut y avoir plusieurs raisons pour lesquelles les entreprises ne peuvent pas, ou ne veulent pas, éliminer complètement le risque de change grâce à des contrats à terme. Pour les pays en développement, les marchés de change à terme peut tout simplement, ne pas exister. Pour les pays industriels, le risque du taux de change à court terme peut sans doute être facilement couvert sur les marchés de change à terme. Il est bien connu que les grandes entreprises ont adopté diverses stratégies pour faire face aux risques de change. La gestion de portefeuilles de contrats à terme aura néanmoins des coûts.

Comme les contrats à terme sont généralement offerts relativement à court horizons et les besoins des échanges ne peuvent être connus avec précision, alors la couverture des risques sur un horizon plus lointain est beaucoup plus difficile. Les possibilités de couverture pourront donc varier selon la nature de l'entreprise. Pour une entreprise commerciale

⁷ Voir l'article, Exchange rate volatility and international trading strategy de Frank G. (1991), page 301. L'auteur présente sa démonstration à travers laquelle il argumente comment la volatilité du taux de change incite les entreprises à entrer sur un marché plutôt que de l'abandonner.

dont le décalage entre la commande et la livraison est de courte durée, la garantie contre les risques peuvent être relativement simples et peu coûteuses. Cependant, pour une entreprise de fabrication qui conclut des contrats de vente applicables à de longues périodes, la couverture peut se révéler plus difficile et coûteuse.

Plusieurs études ont examiné comment la présence d'un marché de change à terme affecte le lien entre la volatilité des taux de change et le commerce. Les modèles internationaux antérieurs (par exemple, Ethier (1973) et Baron (1976)) concluent qu'avec un parfait marché à terme et aucune autre source d'incertitude, à part le taux de change, le volume des échanges n'est pas affecté par la volatilité des taux de change. Le niveau de la production ne dépend que du taux à terme, tandis que la volatilité des taux de change influe sur la décision de couverture.

Plus récemment, Viaene et De Vries (1987, 1992) ont réexaminé cette question. En supposant que les commerçants individuels opèrent dans un marché mondial concurrentiel, Viaene et De Vries commencent par prouver la thèse selon laquelle en l'absence de marchés à terme, une augmentation de la volatilité des taux de change réduit à la fois les importations et les exportations. Un marché à terme a ensuite été intégré dans les équations de ce modèle, dont la conclusion frappante est que l'effet d'un changement de la volatilité des taux de change sur les importations et les exportations est un effet opposé l'un de l'autre. Ce résultat est attribuable au fait que les importateurs et les exportateurs sont, par définition, sur les côtés opposés du marché à terme de même

que leur exposition envers les mouvements du taux de change. Par conséquent, la volatilité accrue des taux de change peut agir au détriment ou au profit de flux commerciaux en fonction de la position nette en devises de ce pays.

Dans leur dernière étude, Viaene et De Vries soulignent qu'en présence d'un marché à terme, le signe de la balance commerciale (ou l'exposition nette en devise étrangère) et la mesure globale de l'aversion au risque déterminent les avantages des flux. Cela découle du fait que le taux à terme d'équilibre est déterminé par l'offre et la demande globale de la devise étrangère à terme. Les exportateurs perdent (gagnent) et les importateurs gagnent (perdent) quand la balance commerciale est positive (négative), ou encore lorsque la prime de risque à terme est positive (négative).

Selon les auteurs, ce résultat explique pourquoi plusieurs études empiriques n'arrivent pas à trouver des coefficients significatifs dans la variable de volatilité puisque la balance commerciale peut inverser signe dans le temps. Ainsi, il est compatible avec la constatation d'un effet positif dans les équations pour les exportations américaines vers le Japon, car le Japon avait constamment des excédents avec les États-Unis, et une grande partie de leurs échanges s'effectuaient en dollars américains.

2.3 Opportunités de profit

Une raison supplémentaire pour laquelle la volatilité des taux de change est clairement mauvaise pour le commerce dans les modèles de base est que le taux de change n'affecte pas les chances réelles face à l'entreprise. L'entreprise est contrainte de produire et de prendre une décision à l'exportation avant que le taux de change est connu. En outre, les stocks sont ignorés. Si on relâche ces hypothèses, les changements dans le taux de change ne représentent pas seulement un risque, ils créent des possibilités de faire des profits. Il est généralement le cas que l'incertitude des prix peut augmenter les profits moyens de l'entreprise. De Grauwe (1992) présente les résultats d'une firme dont l'environnement concurrentiel lui impose le statut de preneur de prix (Price-Taker) dans un modèle sans coûts d'ajustement. Lorsque le prix est élevé, la firme augmente le niveau de sa production pour bénéficier de la hausse des revenus par unité. Lorsque le prix est bas, l'entreprise fait le contraire. Ce faisant, elle limite la réduction de son bénéfice total. Cet effet positif sur l'utilité de l'entreprise doit être comparé avec les effets négatifs créés par une plus grande incertitude pour l'entreprise averse au risque.

Gros (1987) se concentre sur l'effet de la variabilité des taux de change en présence de coûts d'ajustement. Il tire un modèle d'une entreprise compétitive et dont toute la production est exportée. La neutralité face au risque est assumée, Il est démontré que l'augmentation de la variabilité des taux de change augmente à son tour les investissements de l'entreprise, si certains facteurs de production peuvent être ajustés

instantanément. L'intuition derrière ce résultat est que, pour n'importe quel montant donné de facteur quasi-fixe de production (Capital), la production est une option. Si le prix du produit, qui est, le taux de change pour l'entreprise exportatrice, est élevée, la production peut être augmentée en utilisant plus de facteur flexible de production afin que les profits augmentent plus que proportionnellement. Si les prix sont bas, la production peut être réduite, limitant les pertes. La mesure dans laquelle l'entreprise peut faire usage de cette option dépend de sa capacité. Si la variabilité des prix augmente, la probabilité d'une hausse de prix augmente. Un stock de capital plus élevé est donc souhaitable, car il permet à l'entreprise de réagir plus face au prix extrêmement élevés, tandis que les pertes à bas prix sont encore limitées. Selon Gros(1987), la fonction d'offre d'exportation tend à la hausse au fil du temps. Ainsi si cette fonction est convexe du taux de change, et l'élasticité est supérieur à l'unité, alors les exportations augmentent.

Dans le même contexte Frank (1991) analyse les effets directs de la volatilité des taux de change sur la stratégie d'exportation et les opportunités de profit d'une entreprise dans un cadre inter temporel à horizon infini. Une entreprise qui commence à exporter supporte les coûts sur le marché étranger. Si elle décide d'arrêter d'exporter, elle engage des coûts de sortie.

Frank(1991) montre qu'une entreprise bénéficie d'une volatilité accrue des taux de change si la valeur actualisé de ses flux de trésorerie

(cash-flows) croit plus rapidement que celle des coûts d'entrée et de sortie. une condition suffisante est que la fonction des flux de trésorerie soit convexe du taux de change. Ainsi, le modèle de Frank(1991) prédit que les entreprises entrent sur le marché puis décident de l'abandonner plus tard, lorsque la volatilité des taux de change augmente suffisamment et que le nombre moyen des entreprises commerciales sur le marché s'accroît. Par conséquent, le commerce bénéficie du risque de change. Le potentiel d'accroissement de la volatilité de promouvoir le commerce est lié à l'imperfection dans le marché des biens. La violation de la loi unique de prix à pour conséquence de créer des opportunités d'arbitrage pour les échanges commerciaux. Ainsi, l'augmentation de la volatilité des taux de change augmente les différences de prix potentiel et crée plus de possibilité d'arbitrage de produits rentables à travers le commerce international.

D'un autre côté, Sercu et Vanhulle(1992) essayent de répondre à une question similaire. Ils identifient deux mises en garde importante dans l'analyse de Frank(1991): les hypothèses de neutralité face au risque et celle du "Mean-Reverting" du taux de change réel⁸. Pour les auteurs, si les entreprises estiment que les dérogations à la parité du pouvoir d'achat(PPA) ne sont que temporaire, alors il n'est pas surprenant qu'elles

⁸ Le retour à la moyenne est une tendance à un processus stochastique de rester près, ou avoir la tendance à retourner dans le temps à une valeur moyenne à long terme du taux de change réel. Par exemple les taux d'intérêt et des volatilités implicites ont tendance à présenter retour à la moyenne. Les taux de change et les cours des actions ont tendance à ne pas retourner au tour de leur moyenne. Les rendements des marchés boursiers, toutefois, tendent à présenter retour à la moyenne (voir riskglossary.com)

soient prête à négocier sur le marché pendant un certain temps, même si elles subissent des pertes.

Dans le modèle de Sercu et Vanhulle, la notion d'aversion au risque est assumé avec une parfaite couverture à terme et le taux de change réel est un processus aléatoire. Selon les auteurs, lorsque le taux de change baisse en dessous d'un certain niveau, l'entreprise a le choix de suspendre temporairement son activité ou d'abandonner complètement le commerce. Dans le premier cas l'entreprise continue à assumer certains coûts, comme l'entretien du matériel et les contrats avec le marché alors que dans le second cas, toutes les dépenses sont arrêtées sans aucune chance de la rentrée.

Les résultats de Sercu et Vanhulle (1992) montrent que dans tous les cas, une augmentation du risque de change accroît la valeur de l'entreprise exportatrice et abaisse le taux de change qui déclenche l'abandon du marché.

Une firme qui voudrait cesser son activité en vertu d'un régime à faible risque continuera de produire et de vendre pour un certain temps. L'entreprise est plus disposée à subir des pertes, et pratiquer le Dumping, avant d'abandonner le marché, une conclusion qui nous semble compatible avec la hausse des cas antidumping déposés, de nos jours, dans le monde entier.

2.4 Modèle d'équilibre général

La plupart des modèles théoriques de la volatilité des taux de change et le commerce ont prit une perspective d'équilibre partiel en mettant l'accent sur les décisions de l'entreprise. Kumar (1992) introduit un modèle d'équilibre général dans lequel deux pays produisent, chacun, deux biens (manufacturés et agricoles) avec un seul facteur de production (travail). Pour ces deux pays, Kumar assume les hypothèses de la parité de pouvoir d'achat, les possibilités de couverture incomplète, l'aversion au risque et la facturation en devises. En outre, le pays d'origine à un avantage comparatif dans le secteur manufacturier, tandis que le pays étranger possède un avantage comparatif dans le secteur agricole. Kumar fait valoir que l'augmentation de la volatilité des taux de change équivaut à un changement technologique négatif. Dans le pays d'origine, Ceci entraîne inévitablement des flux de ressources provenant du secteur des biens manufacturés vers le secteur agricole puisque celui-ci n'est pas exposé au risque de change et vice-versa dans le pays étranger. Ainsi, Kumar (1992) montre qu'une augmentation du risque de taux de change réduit les différences entre les pays au niveau de la productivité relative et diminue ainsi le niveau du commerce international, tout en augmentant le niveau du commerce intra-industriel.

2.5 Autres sources d'incertitudes

Une critique évidente des modèles précédents est que la volatilité des taux de change n'est pas susceptible de représenter la seule source

d'incertitude pour une entreprise. Il est donc nécessaire d'évaluer correctement son effet sur les autres facteurs qui influencent sur les bénéfices de l'entreprise. Dans la littérature, il est depuis longtemps reconnu qu'il pourrait être plus approprié de se concentrer sur les fluctuations réelles plutôt que nominales des taux de change. Dans son étude, Cushman(1983) un modèle semblable à celui de Hooper et Kohlhagen mais exprimées en termes réels. Les commerçants sont supposés maximiser l'utilité des bénéfices attendus ajustés par les déflateurs des prix intérieurs. Les prix et le taux de change nominal sont incertains. A travers son modèle, cushman conclut qu'une augmentation de l'incertitude du taux de change réel réduit la quantité des échanges. Les effets de prix sont ambigus, et dépend d'autres facteurs principalement la devise de la facturation.

Dans un monde multinational, le mouvement d'un taux de change peut être compensé par d'autres facteurs, tels que les mouvements des autres taux de change ou des taux d'intérêt. Cushman (1986) montre que la variabilité relative entre plus de deux monnaies peut jouer un rôle en affectant les courants d'échanges bilatéraux. Si un exportateur peut vendre des biens dans différents pays, les échanges seront déviés des marchés où le risque de change a le plus augmenté. Ceci pourrait expliquer pourquoi certaines études ont constaté un lien positif entre la variabilité du taux de change bilatéraux et des flux commerciaux. L'incertitude des taux de change peut être relativement mineure par rapport aux bénéfices attendus du commerce mais Le risque de change reste très diversifiable et les opérations internationales peuvent fournir un

moyen important de diluer les risques associés aux transactions internes, plutôt que de constituer un ajout indépendant au risque.

Dans le même contexte, Willett (1986) présume que la volatilité des taux de change aura une incidence sur la composition des échanges proportionnellement plus que le niveau global des échanges. Celui-ci sera influencé par l'effet des risques internationaux relatifs aux risques domestiques. Selon Willet, la raison pour laquelle la volatilité des taux de change n'a pas eu un grand effet modérateur sur le commerce c'est qu'il n'y a pas eu une augmentation différentielle de volatilité au niveau international par rapport aux risques domestiques. Certainement, la variabilité des taux de change a augmenté considérablement par rapport à la variabilité des taux d'inflation nationaux, mais elle n'était pas hors de proportion avec l'augmentation de la volatilité des taux d'intérêt intérieurs et les marchés boursiers.

3. Conclusion

A travers notre premier chapitre, nous avons essayé d'offrir un panorama de recherches théoriques faites sur les liens qui existent entre la volatilité des taux de change et les échanges internationaux. On a examiné d'une part les fondements théoriques de base effectués dans ce domaine, et d'autre part, une extension de littératures récentes des modèles théoriques de l'impact de la volatilité sur les flux commerciaux internationaux.

Même si la perception générale est que l'accroissement de la volatilité des taux de change abaisse le niveau des échanges commerciaux, la présente étude montre que les effets de la volatilité sont encore ambigus. Plus récemment, plusieurs chercheurs arrivent à la conclusion que les fondements économiques de cette relation ne sont pas uniquement reliés aux degrés d'aversion au risque de l'exportateur et de l'importateur. Il est vrai que cette hypothèse suggère une relation négative mais d'autres hypothèses peuvent à leur tour générer une relation positive. La faiblesse de ce lien peut s'expliquer de plusieurs façons :

Un accroissement du risque n'entraîne pas forcément une diminution des activités à risque même pour les entreprises qui ont une aversion pour le risque (De Grauwe, 1988; Giovannini, 1988). Les techniques de couverture permettent aux entreprises de réduire considérablement, à peu de frais, le risque de change (Viaene et Vries, 1987,1992) et enfin la volatilité des taux de change peut créer des conditions propices à des échanges commerciaux et à des investissements rentables (Gros, 1987; Frank, 1991).

Parce que la théorie économique ne fournit pas de conclusions définitives et claires sur la relation entre la volatilité du taux de change et le commerce international, le sens de cette relation demeure donc une question essentiellement empirique. Le chapitre suivant examinera

l'évidence empirique de l'impact de la volatilité du taux de change sur les flux commerciaux, en tentant de faire le point sur une synthèse de littératures empiriques publiées au cours de ces dernières années, et qui est inspiré par plusieurs approches de modélisation de la volatilité des taux de change.

Chapitre 2

Revue des approches de modélisation de la transmission de volatilité entre marché des changes et commerce international

Durant les dernières décennies, on a assisté à une propagation géographique des crises financières. L'interrelation entre les différents pays a été, pour une longue période, un sujet extensivement analysé par les décideurs et les théoriciens. Comme les marchés internationaux sont devenus de plus en plus intégrés, on peut remarquer que l'information générée dans un marché peut, sans doute, affecter d'autres. Compte tenu de l'effet de chocs de volatilité de change et son impact sur d'autres marchés financiers, il n'est pas surprenant que de nombreuses études ont tenté de quantifier les effets de la volatilité des taux de change sur le commerce. L'importance de la compréhension des mécanismes de transmission de volatilité provient de ses conséquences déterminantes sur : la politique monétaire, l'affectation des ressources optimales, la mesure de risque et sa causalité avec toute les conglomérats de la sphère financière.

Tout au long de ce deuxième chapitre, l'intérêt va être porté sur le phénomène de causalité empirique entre la volatilité des marchés des changes et le volume des flux commerciaux. Ainsi, La structure de ce chapitre sera comme suit : la première section fournira quelques

préliminaires tels que la définition et la mesure de la volatilité. La deuxième section présentera les différentes méthodologies largement utilisés dans l'analyse de transmission de volatilité : modèle ARCH, GARCH, et VAR. La troisième section vise à présenter une synthèse de résultats empiriques de plusieurs chercheurs qui se sont penchés sur la question au cours de ces dernières années. Enfin une conclusion proposera quelques avenues de recherches tout en permettant de présenter quelques critiques aux résultats empiriques antérieurs contradictoires.

1. Quelques préliminaires

Alors que les travaux de l'économie financière ont mis l'accent sur la valeur moyenne des taux de change, les études récentes se sont concentrées sur la volatilité de cette série temporelle sur les marchés des changes, étant donné que ces derniers ont connu d'importantes fluctuations. Par ailleurs, la littérature financière a démontré la présence de faits stylisés au sujet des séries temporelles financières et la volatilité des marchés financiers. Il est, donc, utile de commencer avec l'explication du concept de volatilité ainsi que ses différentes mesures.

1.1. Volatilité, écart type et risque

La volatilité se réfère à la répartition de tous les résultats probabilisables d'une variable incertaine. Elle est essentiellement une mesure de

variabilité Conditionnelle du prix ou de rentabilité. Sur les marchés financiers, on est toujours concerné de la propagation des rendements d'un actif ou par l'évolution des cours des devises sur les marchés de change. La volatilité historique mesure la dispersion des cours autour de leurs moyennes mobiles. Plus la volatilité est forte, plus les écarts de cours par rapport à la moyenne mobile sont importants. Ce concept est largement étudié dans le domaine de la finance par les analystes financiers qui cherchent à trouver des solutions acceptables au problème de l'exposition du risque financier par les compagnies, chaque firme doit être capable d'évaluer la volatilité de chacun des ses actifs ou de sa devise de facturation afin de mettre en place les outils de gestion de risque les plus performants.

Plusieurs investisseurs et étudiants en finance ont souvent une appréciation incomplète des différences entre volatilité, écart type et risque. Statistiquement, la volatilité est souvent mesurée par l'écart type calculé à partir d'une série d'observations dont l'estimation se traduit comme suit :

$$\hat{\sigma} = \sqrt{\frac{1}{T-1} \sum_{t=1}^T (r_t - \mu)^2}$$

Où r_t est le rendement à la date (t) et μ est le rendement moyen tout au long de la période T. Les rendements sont calculés comme la différence première des logarithmes des cours spots :

$$r_t = \text{Ln} (S_t) - \text{Ln} (S_{t-1})$$

Où S_t est le cours spot à la date (t) et Ln indique le logarithme népérien.

Parfois, la variance $(\sigma)^2$ est utilisée comme une mesure de volatilité. Puisque la variance est simplement le carré d'un écart type, il est difficile de faire la différence entre ces deux mesures et savoir laquelle est plus appropriée. Cependant, il a été démontré que la variance est moins stable et moins désirable que l'écart type comme instrument pour l'estimation et l'évaluation de volatilité. En plus, l'écart type a la même unité de mesure que la moyenne : c'est-à-dire si la moyenne est en dollar alors l'écart type est aussi exprimé en dollar alors que la variance sera exprimée en carré du dollar. C'est pour ces raisons que l'écart type est intuitivement plus pratique pour mesurer la volatilité des cours des devises.

1.2 Les différents concepts de volatilité

On distingue trois concepts de volatilité. Tout d'abord, la volatilité non conditionnelle ou historique n'est que la constatation ex-post des fluctuations passées des taux de change. Cette volatilité historique est en fait la somme d'une volatilité non anticipée, due à des événements de type "news", l'autre composante étant la volatilité conditionnelle. La volatilité étant un phénomène persistant, les modèles GARCH, postulant un processus sur le comportement de la volatilité, permettent d'isoler la composante conditionnelle de la volatilité susceptible d'être anticipée. À ce titre, elle peut être comparée à la volatilité implicite des options de change, qui est une prévision de marché par nature tournée vers l'avenir.

1.2.1. La volatilité historique ou non conditionnelle

Deux mesures de volatilité historique, simple et pondérée, peuvent être utilisées. La volatilité historique simple est évaluée au moyen d'un écart-type annualisé des fluctuations quotidiennes des taux de change passés. Cette mesure reflète la volatilité inconditionnelle des cours, c'est-à-dire qu'elle ne permet pas d'isoler la partie de la volatilité passée anticipée sur la base de l'information disponible. La volatilité historique est donc une mesure ex-post des variations du change. Une seconde mesure : la volatilité historique pondéré qui assigne un poids plus élevé aux observations passées les plus récentes. La volatilité historique est une volatilité qui se base sur des données à hautes fréquences

1.2.2 La volatilité implicite

Généralement, ce sont les options de change qui sont cotées en volatilité implicite. On la retrouve dans la détermination des prix des warrants et des options. Elle peut s'interpréter comme étant une estimation contemporaine de la variabilité moyenne future de l'actif sous jacent par le marché au cours de la vie d'une option tout en s'appuyant sur les hypothèses de l'efficience informationnelle de ces marchés. Alors que La volatilité historique est fondée sur le comportement passé du titre sous-jacent, la volatilité implicite, celle des produits dérivés, reflète les anticipations sur son évolution future.

La volatilité conditionnelle permet de mesurer l'effet de persistance propre aux séries financières : à des périodes troublées, où de fortes variations des cours de change, positives ou négatives, sont susceptibles d'être suivies par des fluctuations de même amplitude, succèdent des périodes calmes dans lesquelles prévalent de faibles fluctuations des taux de change. Ce qui intéresse les investisseurs dans la prise de décision financière est le niveau de la volatilité anticipée qui constitue une évaluation du risque. Seule la volatilité conditionnelle qui est issues de modèles économétrique, permet d'extraire cette volatilité anticipé telle qu'elle est anticipée par le marché « ex-ante » sur la base de l'information disponible, liée à l'évolution passée de la volatilité. Ce type de modèle ARCH, d'abord introduit par Engle (1982) et généralisé par Bollerslev (1986), a fait l'objet de nombreuses études empiriques. La spécification la plus répandue est le GARCH (1,1) qui permet une représentation assez

générale des processus de volatilité conditionnelle. Cette dernière se présente comme suit :

$$R_t = \mu + \varepsilon_t$$

$$\text{Où : } \varepsilon_t \sim N(0, h_t)$$

Ainsi ε_t suit une distribution normale avec une moyenne égale à zéro et une variance égale à (h_t) qui représente une variance conditionnelle des erreurs dont l'équation s'écrit comme suit :

$$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 h_{t-1}$$

Avec :

- α_0 : est une constante.
- α_1 : le coefficient liant la valeur passée du carré des résidus au niveau courant de la variance.
- β_1 : le coefficient liant la variance courante à celle des périodes précédentes.

La volatilité conditionnelle modélise la variance conditionnelle des erreurs comme une variable aléatoire tout en permettant de mesurer l'effet de persistance propre aux séries financières. Ainsi, Pour une valeur de $(\alpha_1 +$

β_1) proche de 1, la persistance dans ce cas est plus forte. En d'autre terme un choc est persistant sur la variance conditionnelle. Cet effet du choc se réduit d'une façon géométrique à travers le temps. Par contre, si la valeur de la somme ($\alpha_1 + \beta_1$) est inférieure à 1, alors la variance des (ε_t) est inconditionnelle.

2. Estimation empirique de l'impact de la volatilité des taux de change sur les flux commerciaux

2.1. Mesure réelle ou nominale de la volatilité

Quand on tente de mesurer les effets de la variabilité des taux de change sur le commerce, la première question essentielle à répondre est : « quelle est la meilleure approximation de l'incertitude et les coûts d'ajustement que font face les investisseurs à la suite des mouvements de taux de change ? »

Il n'y a probablement pas de réponse unique à cette question. La réponse réside dans la mesure du taux de change lui-même : s'il doit être bilatérale ou effective, réelle ou symbolique, et la manière appropriée de mesurer le risque lié à l'incertitude : horizon à court ou à long terme, ex ante ou ex post, relativement à l'écart de sa tendance par rapport à la période des mouvements.

Le choix entre les taux bilatéraux et effectifs dépend en faite de la mesure de l'incertitude face à l'économie dans son ensemble ou face à des

commerçants individuel dont les choix commerciaux sont diversifiés. Ainsi les fluctuations à court terme des taux de change nominaux sont pertinentes pour les entreprises effectuant des opérations de négociation individuelle dans laquelle l'achat et prix de vente sont connus à l'avance. Dans une perspective de courte période (par exemple, trois ou six mois), une mesure de risque nominal peut s'avérer appropriée mais, à plus long terme, lorsque l'horizon de planification est prolongé il faut prendre en compte les changements possibles de prix relatifs et retenir une mesure associée à la volatilité des taux de change réel. À plus long terme les fluctuations des taux de change réel peuvent être plus susceptibles d'influer sur les décisions des entreprises commerciales. Une question récurrente dans le débat sur l'impact de la volatilité des taux de change est de savoir si c'est la volatilité des taux de change réel ou nominal qui affecte la prise de décision des exportateurs et des importateurs. La plupart des travaux théoriques et empiriques de base dans le domaine ont choisi de se concentrer sur la volatilité du taux de change nominal (Ethier(1973), Clark(1973), Baron(1976), et Hooper et Kohlhagen(1978)).

Bini-Smaghi (1991) soutient ce point de vue en affirmant que : « le risque doit être considéré un risque nominale plutôt qu'un risque de taux de change réel ...La variabilité du taux de change réel dépend en effet non seulement de la variance des taux de change nominal, mais aussi de celle des prix relatifs »⁹

⁹ Traduction de l'expression de Bini-Smaghi (1991) de la page 933 de son article:

A leurs tours, Kroner et Lastrapes (1993) ont essayé d'étudier la relation entre la volatilité du taux de change nominal sur le volume des échanges et les prix pour 5 pays industriels. Les auteurs se sont basés sur une technique d'estimation d'un modèle de variance conditionnel (GARCH).

De même, Akhtar et Spence-Hilton (1984) ont examiné les flux commerciaux bilatéraux entre les États-Unis et l'Allemagne pour une période de 1974 à 1981. Pour mesurer l'effet de la volatilité, les auteurs ont choisie un proxy fondé sur l'écart type d'un indice de taux de change nominal effectif pour chaque trimestre. Les résultats de leur estimation indiquent que la variabilité du taux de change nominal freine le commerce bilatéral allemand en générale, et aussi les exportations des États-Unis.

De la même façon, Cushman (1983) a critiqué la nature nominale du volume du commerce et des équations de prix introduites par Hooper et Kohlhagen (1978). Ainsi, Cushman a retesté les versions réelles de ces équations en utilisant le même ensemble de pays, et en utilisant la notion d'écart-type mobile dans la mesure de la volatilité du taux de change réel. Les résultats empiriques ont fourni six coefficients significatifs et négatifs à partir des seize équations testées, ce qui représente une amélioration par rapport aux résultats originaux de Hooper et Kohlhagen (1978).

Bini-Smaghi, L. (1991), « Exchange rate variability and trade: why is it so difficult to find any relationship? », *Applied Economics*, 23, pp. 927- 936.

Même si le débat sur la question de savoir si c'est la volatilité du taux de change réel ou nominal qui est la mesure la plus pertinente dans la modélisation de l'effet de risque de change sur les échanges internationaux, la majorité des travaux empiriques récents semblent s'inspirer des résultats de Cushman (1983,1988). A partir de l'année 1989, plusieurs chercheurs semblent se focaliser sur l'impact de la volatilité de taux de change réel plutôt que celle nominal, sur le commerce international (koray et D.Lastrapes (1989), A.Asseery et A.Peel(1991), Susan Pozo(1992), A.R.Chowdhury (1993), A.C.Arize (1996, 2000, 2003))

En général, il nous semble que, si la distinction entre volatilité du taux de change nominal et réel a généré beaucoup de débats dans la littérature, les résultats empiriques suggèrent que cette distinction n'a pas d'incidence significative sur les résultats obtenus.

2.2. La mesure de risque de change

Une question récurrente dans le débat sur l'impact de la volatilité des taux de change sur les flux commerciaux est la technique appropriée par laquelle on peut produire des estimations de la volatilité des taux de change. Ce problème découle du fait que les économistes s'entendent généralement que c'est l'incertitude du taux de change qui constitue la volatilité des taux de change , malgré leur divergence a générer une

technique bien spécifique pour quantifier ce risque . Rappelons que la théorie économique internationale suggère que les taux de change sont déterminés par les fondamentaux du taux de change représentés comme suit:

$$e_t = \alpha + \beta X_t + \varepsilon_t$$

Où, e_t est le taux de change au comptant (cours spot), X_t est la matrice des variables explicatives représentant les fondamentaux du taux de change, ε_t est le terme d'erreur stochastique, α un scalaire et β le vecteur des coefficients de régression. Ainsi, la volatilité du taux de change peut être définie comme étant la variance conditionnelle (ou écart-type) de e_t , ε_t et $\varepsilon_t - \varepsilon_{t-1}$ (changement imprévu dans le taux de change).

Une grande variété de mesures a été utilisée dans la littérature. Les deux mesures de risque les plus fréquemment trouvés dans les travaux empiriques sont des mesures basées sur l'écart type du niveau ou de variation en pourcentage du taux de change, et des mesures fondées sur la différence entre le taux de change à terme et celui actuel au comptant. L'utilisation du taux de change à terme reflète l'idée que les fluctuations des taux de change ne sont pas nécessairement synonyme de risque tant qu'ils sont anticipés par les participants au marché et se reflètent dans le

taux à terme. Toutefois, le taux à terme peut ne pas être un indicateur non biaisé des fluctuations futures des taux de change.

L'utilisation de l'écart-type (ou variance) pour mesurer la volatilité est également l'objet de plusieurs critiques, puisque le taux de change à une distribution asymétrique (Skewed distribution). Cela signifie que le taux de change régit à une plus grande proportion de fortes variations de prix qu'il ne le ferait un ensemble de données qui est normalement distribué¹⁰.

Une grande variété de mesures de la volatilité de change a été utilisée dans la littérature. Le Tableau 1 ci dessous, nous présente un résumé des différents types de mesure de volatilité des taux de change qui ont été utilisés dans la littérature empiriques ainsi que les papiers dans lesquels ils apparaissent¹¹. Dans plusieurs études récentes ces mesures principalement fondées sur des modèle VAR, ARCH ou GARCH ont été utilisés pour tester l'effet de la volatilité sur le commerce (voir tableau1) :

¹⁰ Selon Pozo (1992) le taux de change se caractérise également par l'aspect de ce qui signifie que des larges changements ont tendance à être suivis par des grands changements, tandis que des petites fluctuations sont suivies par des petites fluctuations.

¹¹ Voir McKenzie, M.D. (1999).

Tableau 1. Synthèse des différentes mesures de volatilité du taux de change	
---	--

Mesure de la volatilité du taux de change	Mesure utilisé dans :
<p>1. Variation en pourcentage absolu du taux de change</p> $V_t = (e_t - e_{t-1}) / e_{t-1}$ <p>Où e_t est le taux de change au comptant</p>	<p>Thursby et Thursby (1985) Bailey, Tavlas et Ulan (1986)</p>
<p>2. Mesure de risque de change nominal Valeur absolue de la différence entre les taux au comptant et à terme.</p> $V_t = \sum_{i=1}^n (f_{t-1} - e_t) / n$ <p>Où f est le taux à terme.</p>	<p>Hooper et Kohlhagen(1978)</p>
<p>3. Variation du taux de change au comptant (Cours spot) autour de sa tendance qui est Prédite à partir de :</p> $\ln e_t = \Phi_0 t + \Phi_1 t + \Phi_2 t^2 + \varepsilon_t$	<p>Thursbay et Thursbay(1987)</p>
<p>4. L'écart type des variations en pourcentage annuel d'un taux de change bilatéral autour de la moyenne observée</p>	<p>De Grauwe et Bellefroid(1986) De Grauwe (1987) De Grauwe (1988)</p>

Tableau 1(suite): Synthèse des différentes mesures de volatilité du taux de change

Mesure de la volatilité du taux de change	Mesure utilisé dans :
<p>5. Écart type mobile des observations Hebdomadaires, mensuelles ou annuelles du taux de change</p> $V_t = \left[(1/m) \sum_{i=1}^m (Z_{t+i-1} - Z_{t+i-2})^2 \right]^{1/2}$ <p>Tel qu'utilisé par Koray et Lastrapes (1989): Z est le log des prix relatifs des biens de consommation étrangers en termes de biens de consommation des Etats-Unis</p>	<p>Cushman (1983), (1986), (1988) Akhtar et Hilton(1984) Gotur (1985) Kenen et Rodrik (1986) Koray et Lastrapes(1989) Bini-smaghi (1991) Kumar et Dhawan (1991) A.R.Chawdhury (1993) A.C.Arize (1996) A.Arize, Osang et Slottje (2000) A.C.Arize et Malindretos (2003)</p>
<p>6. Modèles résiduels ARIMA Auto Regressive-Integrated Moving Average</p>	<p>A.Asseery et D.A.Peel (1991)</p>
<p>7. Technique non-paramétrique</p>	<p>Belanger et al. (1992)</p>
<p>8. Modèles ARCH / GARCH</p>	<p>Pozo (1992) Kroner et Lastrapes (1993) Mckenzie et Brooks (1997)</p>

A travers le tableau 1, qui présente cette large variété de mesure de risque de change utilisée dans la littérature, nous remarquons nettement que la mesure basée sur l'approche VAR était la plus satisfaisante du risque de change. Les travaux empiriques de Cushman(1983), (1988), Kenen et Rodrick(1986), Koray et Lastrapes(1989), Bini-Smaghi(1991), A.R.Chowdhury(1993), Arize (1996), (2000), (2003), ont été toute basé sur l'approche VAR (Vector Auto Regression). En effet, cette Technique se résume dans l'écart type mobile du taux de variation de taux de change (Moving-Sample Standard Deviation). Ainsi, la variable est construite par l'écart type mobile du taux de croissance du taux de change. Plus on observe des écarts entre la variable et sa moyenne mobile, plus la valeur de l'écart type est élevé et donc plus la volatilité du taux de change augmente. Un écart type peu élevé signifie que la variable s'éloigne très peu de sa moyenne mobile.

La technique d'estimation VAR est attribuée à deux principaux avantages par rapport à d'autres formes d'analyses des séries chronologiques. Tout d'abord, cette méthodologie peut accommoder plusieurs relations dynamiques entre les variables. Deuxièmement, l'approche d'estimation VAR n'impose aucune restriction explicite théorique sur les variables spécifiées dans le système.

Une autre Mesure qui a été utilisée par Akhtar et Hilton (1984) et Gotur (1985) est l'écart type du niveau du taux de change. Cette Mesure n'est

satisfaisante que sous l'hypothèse dans laquelle le taux de change nominal fluctue autour d'un niveau constant, en l'absence de tout changement permanent. Dans ce contexte Bini-Smaghi (1991) affirme que : « L'expérience des dernières années suggère plutôt que les taux de change ont tendance à afficher un comportement de marche aléatoire, le plus souvent, qu'on n'arrive pas à bien l'anticiper sur le marché.»¹²

Enfin d'autres méthodes de mesure de la volatilité ont donc été proposées. Par exemple, Pozo (1992) utilise un modèle GARCH à fin de comparer la volatilité des taux de change réel entre les différents régimes sur la période 1900-1940. Plus tard Les mesures fondées sur les modèles ARCH ou GARCH ont été utilisés pour tester l'effet de la volatilité sur le commerce dans certaine études récentes.

3. Survol de littératures empiriques : la spécification du modèle et les résultats obtenus

En tentant de faire le point sur l'existence d'une relation empirique entre la variabilité des taux de change et le commerce international, nous avons constaté qu'il n'y avait pas de consensus sur cette question dans littérature.

¹² Traduction de l'expression de Bini-Smaghi (1991) de la page 933 de son article: Bini-Smaghi, L. (1991), « Exchange rate variability and trade: why is it so difficult to find any relationship? », *Applied Economics*, 23, pp. 927- 936.

En effet, certaines études empiriques récentes suggèrent que le risque de change a réduit le volume des échanges internationaux. D'autres au contraire obtiennent des résultats qui ne supportent pas cette relation. Cette partie représente donc, un survol critique de la littérature centré autour du niveau d'agrégation, la spécification du modèle, les méthodes d'estimations et les résultats empiriques qui en découlent.

3.1 Le choix du niveau d'agrégation

La plupart des études empiriques se sont intéressées à l'impact du risque de change sur les flux commerciaux agrégés des pays surtout industrialisés, en adoptant une approche bilatérale ou multilatérale. Il existe également quelques travaux portant sur le commerce désagrégé (ou sectoriel) dans une perspective bilatérale dont celui de Bélanger, Gutiérrez et Raynauld (1988). En effet, le choix du niveau d'agrégation dépend essentiellement des objectifs du chercheur, de ce qu'il tente de mesurer ou de vérifier et souvent de la disponibilité de la qualité des données. Les études agrégées donnent des résultats contradictoires, alors que les études sectorielles, beaucoup moins nombreuses, fournissent davantage de soutien à l'hypothèse que la variabilité des taux de change réduit le volume des échanges. L'ampleur de ces effets semble cependant limitée. Les seules études mettant l'accent sur le Canada sont ceux de Côté, A. (1986) ou de Bélanger et al. (1988, 1992). Dans les deux dernières études, les auteurs examinent l'impact de la volatilité des taux de change nominal sur les flux commerciaux Canado-américains dans cinq secteurs: produits

alimentaires, fournitures industrielles, biens d'équipement, des véhicules automobiles et de biens de consommation. Les équations d'estimation sont modélisées pour les importations américaines en provenance du Canada sur une période qui s'étend de 1974 à 1987. Les auteurs concluent que le risque de change n'a aucun impact négatif significatif dans ces cinq secteurs. Ce dernier résultat est surprenant, étant donné la nature industrielle intégrée entre le Canada et les États-Unis. Pour les biens de consommation, l'effet est positif, mais statistiquement non significatif.

D'un autre côté des résultats d'équations estimées pour les flux commerciaux agrégés du Canada apparaissent dans Makin (1976), Hooper et Kohlhagen (1978), Cushman (1983), FMI (1984) et Kenen et Rodrik (1984). Nous examinerons les spécifications de ces équations agrégés et désagrégés ainsi que leurs résultats obtenus dans les sections qui suivent.

3.2 spécification des équations soumises à l'estimation

Au niveau de la spécification des équations à estimer, toutes les études empiriques se sont plus ou moins inspirées du modèle développé par Hooper et Kohlhagen (1978) et élaboré par Cushman (1983,1986). Leur modèle propose donc d'estimer une équation de demande d'importations, d'offre d'exportations ou encore une forme réduite pour le prix et le volume des importations ou des exportations. Ainsi la grande majorité des travaux empiriques tel que :Asseery et Peel (1991), Pozo(1992), Chowdhury (1993), Arize (1996), Arize ,Osang et Slottje (2000), Arize,

John et Krishna (2003) ont spécifié des modèles dans lesquels le commerce est une fonction d'une sorte d'un indicateur (proxy) du revenu, des prix relatifs, du taux de change et de la volatilité des taux de change. Un certain nombre d'études ont choisi d'étendre le champ d'application de leur modèle ou de modèles de base préexistants de commerce international dans le but d'améliorer leur analyse. Dans ce contexte Cushman (1983) a modifié les équations de forme réduite du modèle de Hooper et Kohlhagen (1978) à fin d'obtenir une équation de forme réduite pour le volume des exportations en termes réels. Il a donc estimé l'équation suivante :

$$Q = a_0 + a_1 Y + a_2 CU + a_3 UC + a_4 UC^* + a_5 R + a_6 M + a_7 S + a_8 D$$

Où **Y** est le revenu réel du pays importateur, **CU** représente le taux d'utilisation de la capacité du pays importateur, **UC** et **UC*** correspondent respectivement aux coûts unitaires réels de production de l'importateur et de l'exportateur, **R** est défini comme le taux de change réel (prix relatifs des biens échangés), **M** est une «proxy» ou un indice de l'évolution future du taux de change réel, et enfin **S** représente une «proxy» pour mesurer l'écart type associé aux variations du taux de change réel et **D** une variable nominale binaire (dummy variable). À l'exception de **a1**, **a5** et **a8** qui sont présumés positifs, tous les autres coefficients sont théoriquement négatifs. Dans son étude, Cushman(1983) utilise une mesure de variabilité des taux de change réels plutôt que nominaux et trouve un effet de risque significatif sur le volume des échanges entre le Canada et les États-Unis et

sur le prix des exportations canadiennes vers les États-Unis sur la période 1965 à 1977.

Cushman (1988) étend le travail de Cushman (1983) en introduisant la possibilité d'effets de pays tiers dans le modèle. En se basant sur la technique de l'écart type mobile comme mesure de volatilité de change, Cushman (1988) a testé les flux d'exportation des États-Unis bilatéraux à ses six plus grands partenaires commerciaux. Les résultats présentés suggèrent que la volatilité a réduit les flux commerciaux, bien que l'effet des pays tiers exerce une influence sur l'ampleur de cet impact.

Plusieurs autres chercheurs comme Chowdhury (1993), Arize (1996), Arize, Osang et Slottje (2000), Arize, John et Krishna (2003) se sont eux-mêmes inspirés des travaux de Cushman (1983, 1988). Ils ont spécifié un modèle traditionnel de la fonction de la demande d'exportation d'équilibre de long terme, dans un environnement de taux de change flexible. Par exemple, Arize, Osang et Slottje (2000) ont estimé le modèle suivant :

$$Q_t = \tau_0 + \tau_1 w_t + \tau_2 p_t + \tau_3 \sigma_t + EC_t$$

Où Q_t représente le logarithme de volume d'exportation, w_t est le logarithme du revenu étranger, p_t le logarithme du prix d'exportation relatif au prix du marché étranger, σ_t est le logarithme de l'écart type mobile de l'échantillon et EC_t un terme d'erreur.

En d'autre terme si le revenu étranger augmente, la demande d'exportation augmente donc les auteurs prévoient que τ_1 soit positif. D'un autre coté si les prix relatifs augmentent, la demande d'exportation baisse et τ_2 doit être négatif. A Travers leur estimation empirique en utilisant la technique de correction d'erreur sur 13 pays en voie de développement, la majorité des résultats obtenues par Arize, Osang et Slottje(2000) montrent qu'une augmentation de la volatilité du taux de change réel effectif exerce un effet significativement négatif sur la demande d'exportation à court et à long terme.

De leur coté, Thursby et Thursby (1987) ont essayé de construire un modèle des flux commerciaux bilatéraux qui se concentre sur le modèle de gravité. Le modèle de gravité spécifie la valeur du commerce entre deux pays comme une fonction positive du revenu national et une fonction négative de la distance entre eux. Ce modèle a été testé pour 17 pays au cours de la période de 1974 à 1982 à l'aide de la variance annuelle moyenne du taux de change au comptant autour de son évolution prévue (basé sur 12 mois) comme une mesure de la variabilité. Les résultats de l'estimation empiriques de Thursby et Thursby, montrent une relation négative entre la mesure de la variabilité du taux de change et le commerce bilatéral dans le cas de 15 pays. En outre, pour dix de ces pays l'impact de cet effet a été statistiquement significatif.

Enfin, dans une perspective sectorielle, Maskus (1986) a estimé des équations pour le volume des importations et des exportations américaines

dont la spécification est très proche de celle de Cushman. De plus, il a investi dans la construction de taux de change réels sectoriels lui permettant ensuite d'obtenir une mesure du risque de change propre à chacun des secteurs. Contrairement à Cushman, sa recherche s'est limitée aux effets de la variabilité des taux de change sur les volumes du commerce international négligeant ainsi son impact possible sur les prix.

3.3. Résultats obtenues

Les principaux résultats empiriques présentés à travers la littérature empirique reflètent l'absence de consensus parmi les chercheurs sur l'impact de la variabilité des taux de change sur les prix et les volumes des échanges internationaux. En effet, plusieurs chercheurs pensent que la distinction entre les études agrégées et désagrégées peut contribuer à alimenter une certaine controverse sur la question. Nous nous concentrerons donc sur les principaux résultats des études publiées en essayant de mettre l'accent sur les divergences qui en découlent. Au paravent, revoyons brièvement les résultats obtenus pour le Canada.

Des résultats empiriques pour les flux commerciaux du Canada apparaissent dans Côté (1994), Hooper et Kohlhagen(1978), Cushman(1983), FMI (1984) et Kenen et Rodrik (1984). Dans les deux premières, on n'observe pas d'effet significatif de la variabilité sur le volume des échanges du Canada. Cushman (1983) utilise alors une mesure de variabilité réels plutôt que nominaux et trouve un effet de risque

significatif sur les flux commerciaux entre le Canada et les États-Unis et sur les prix des exportations canadiennes vers les États-Unis.

L'étude du FMI(1984), s'est inspiré des travaux de Cushman (1983).Ainsi, les équations simplifiées sont réestimées pour la période 1965 à 1982.Cette étude n'affirme aucun effet significatif de risque de change sur les flux canadiens. En effet, la majorité des tests empiriques n'arrivent pas à démontrer l'existence d'un lien systématiquement significatif entre la variabilité mesurée des taux de change et le volume de commerce international.

Agathe Coté (1986) présente à son tour une étude qui porte sur l'effet de la volatilité du dollar canadien sur les prix et les échanges extérieurs du Canada vers les États-Unis. Cette étude empirique porte essentiellement sur des données agrégés et désagrégés entre la période 1972 à 1983. Selon Agathe Coté (1986), les résultats obtenus avec les données désagrégés tendent à infirmer l'hypothèse que la volatilité affecte le commerce. La grande majorité des coefficients des variables de risque ne sont pas significatifs. Toute fois, les résultats des tests empiriques pour le Canada ne permettent pas de rejeter l'hypothèse qu'une plus grande variabilité du taux de change effectif du dollar canadien ait des conséquences néfastes sur les échanges extérieurs de ce pays. En effet, dans un certain nombre d'équations pour les volumes et les prix agrégés, l'analyse empirique d'A.Côté (1984) conclue à des variables de risque avec un coefficient estimé statistiquement significatif et du signe attendu.

Enfin, Kenen et Rodrik (1984) examinent l'effet de six mesures de volatilité du taux de change effectifs réels sur le volume de commerce multilatéral de divers pays, dont le Canada. Les auteurs ont estimé les équations sur la période 1975 à 1982 et ils ont trouvé qu'une des ces six mesures de volatilité a un effet négatif et significatif sur les flux commerciaux canadiens.

Retournons maintenant aux études récentes pour les autres pays et revoyons brièvement les résultats y obtenus. En effet, la majorité de ces études empiriques, n'ont pas réussi à fournir la preuve sans équivoque en faveur des principales prédictions théoriques. Par exemple, Cushman (1983, 1986, 1988), Kenen et Rodrik (1986), Thursby et Thursby (1985), Akhtar et Hilton (1984), Koray et Lastrapes (1989), Pozo (1992), Chowdhury (1993), Arize (1995), Arize, Osang et Slottje (2000) ont constaté que le risque associé à cette volatilité des taux de change a réduit le niveau des exportations. D'autre part Bailey, Tavlas et Ulan (1986), Gotur (1985), et Hooper et Kohlhagen (1978) n'ont trouvé aucune preuve quant à l'impact de la volatilité des taux de change sur le commerce. Ils ont constaté que l'incertitude des taux de change n'a pas d'effet significatif sur le commerce. En revanche, Asseery et Peel (1991) ont trouvé une relation positive entre la volatilité des taux de change et les exportations.

Hooper et Kohlhagen (1978) a été la première étude à analyser systématiquement les effets de l'incertitude des taux de change sur le commerce. Ils ont enquêté sur les échanges bilatéraux et multilatéraux

entre les pays industrialisés entre 1965 à 1975 en mesurant la valeur nominale des fluctuations de taux de change. Cette étude de base n'a pas permis d'établir un impact significatif de la volatilité des taux de change sur le volume des échanges. Plus tard, dans une extension des travaux de Hooper et Kohlhaugen, Cushman (1983) a présenté le taux de change réel plutôt que de taux de change nominal et a trouvé une relation négative entre la volatilité des taux de change et le volume du commerce.

Akhter et Hilton (1984) ont examiné les échanges bilatéraux entre l'Allemagne et les États-Unis. Les résultats d'équations estimées pour les échanges extérieurs de biens manufacturés de l'Allemagne et des États-Unis sur la période 1974 à 1981 ont montré que la volatilité des taux de change exerce un effet négatif significatif sur les volumes d'exportations des deux pays et sur le volume d'importations de l'Allemagne et un effet positif significatif sur les prix des biens importés par les États-Unis. Toutefois, dans cette étude d'Akhter et Hilton, la volatilité des taux de change a été mesurée par l'écart-type des taux de change effectif.

Koray et Lastrapes (1989) utilisent les modèles VAR pour examiner l'effet de la volatilité des taux de change sur le commerce. Ils examinent le lien entre la volatilité des taux de change réel et les importations bilatérales des États-Unis en provenance de 5 pays, dont le Canada. Ils concluent que, même si elle est passée de fixe vers le régime de taux flexible, la relation entre la volatilité et le commerce reste toujours faible. Pour les importations américaines en provenance du Canada, la contribution est estimée à environ 4%.

Chowdhury (1993) a étudié l'impact de la volatilité des taux de change sur les flux commerciaux des pays G-7 dans le contexte d'un modèle de correction d'erreur multi-varié. Il a constaté que la volatilité des taux de change a un impact négatif significatif sur le volume des exportations dans chacun des pays du G-7.

Asseery et Peel (1991) ont examiné également l'influence de la volatilité sur les volumes d'exportations multilatérales de cinq pays industrialisés. La nouveauté dans leur papier est l'utilisation d'un cadre de correction d'erreur. Il est soutenu que les robustes résultats non trouvée dans les précédents travaux empiriques peuvent être dû au fait que la variable à l'exportation et certains de ses déterminants sont des variables intégrées potentiellement non-stationnaires. A travers cette étude empirique, la mesure de la volatilité est basée sur les résidus d'un processus ARIMA pour le taux de change réel. Pour tous les pays, sauf le Royaume-Uni, Asseery et Peel (1991) trouvent que la volatilité a un effet positif significatif sur les exportations au cours de la période allant de 1973 à 1987.

L'étude de Kroner et Lastrapes (1993) examine l'impact de la volatilité sur les volumes d'exportations multilatérales et les prix en utilisant une technique d'estimation conjointe dans le cadre d'un modèle de variance conditionnelle (GARCH multi-varié). Pour les États-Unis, la France et le Japon l'effet de volatilité est seulement temporaire. La volatilité a un effet

négalif sur le volume des échanges que pour les États-Unis et le Royaume-Uni. Pour les autres pays, le coefficient de la variable risque de change est positif.

Bini-Smaghi (1991) soutiennent l'hypothèse que la variabilité du taux de change a un impact négatif tant en termes de prix que de quantité sur le niveau de commerce manufacturier du Système monétaire européen (SME). Les équations sont estimées sur la période allant de 1976 à 1984 pour les volumes d'exportation et les prix de l'Allemagne, la France et l'Italie. Bini-Smaghi trouve que la volatilité, mesurée par l'écart-type de l'évolution des taux hebdomadaire effectifs à un effet négatif sur les volumes d'exportation dans les trois pays. Ce risque de change a également un effet significatif sur les prix

Finalement, les évidences empiriques concernant l'impact de la volatilité des taux de change sur la croissance des exportations vers les pays en développement ne sont pas concluantes .elles sont expliqué par une vaste divergence dans les politiques de taux de change et par le niveau de la croissance dans ces pays en développement. Bahmani-Oskooee et Sayeed Payesteh(1993) ont constaté que les taux de change avaient un impact significatif sur les flux commerciaux de certains pays en développement, même dans les périodes où la plupart d'entre eux avaient taux de change fixe. Plus récemment, dans le même contexte des pays en voie de développement A.C.Arize, John.M et krishna(2003) indiquent que la majorité de résultats obtenus pour des donnés trimestrielle de 1973 à 1996

montrent qu'une augmentation de la volatilité du taux de change réel exerce un effet significatif négatif sur le volume des exportations estimé à court et à long terme pour chacun des 13 pays choisies en voie de développement.

4. Conclusion

Pour résumer, notre examen de plusieurs travaux empiriques ne nous permet pas de tirer des conclusions définitives solides sur la relation entre la volatilité des taux de change et le volume de commerce international. Dans l'ensemble, les résultats empiriques portant sur la question reflètent l'absence de consensus parmi les chercheurs. Un plus grand nombre d'études concluent que la volatilité des taux de change tend à réduire le niveau des échanges commerciaux. D'autre au contraire, obtiennent des résultats qui ne supportent pas cette relation.

En effet, plusieurs chercheurs expliquent cette controverse empirique et les résultats qui en découlent par l'utilisation de données de commerce global agrégés, qui a le potentiel d'obscurcir toute relation évidente entre la variabilité des taux de change et les flux commerciaux. Ainsi l'examen des données sur le commerce global est susceptible de diluer la vraie nature de la relation et de réduire la probabilité de tirer un résultat significatif.

Reconnaissant cette possibilité, les chercheurs ont adopté des modèles de commerce, qui se concentrent sur les données du commerce ventilées dans la forme de flux commerciaux bilatéraux et sectoriels. Plusieurs avenues de recherches sur l'existence et sur l'importance de la relation entre la volatilité des taux de change et le commerce devraient être testées dans le cadre de données de produits commerciaux spécifiques et désagrégés.

Nous jugions ainsi, qu'il est possible de prendre ce processus désagrégé un peu plus loin dans notre projet de mémoire. Il nous paraît très intéressant de réexaminer cette évidence pour le Canada.

Chapitre 3

Essai de validation empirique : Une analyse empirique désagrégée des exportations sectorielles canadiennes vers les États-Unis

La distinction entre les études agrégées et désagrégées peut contribuer à alimenter une certaine controverse. En effet, à l'exception de Côté (1986) dont les résultats sectoriels sont malgré tout peu convaincants, les résultats empiriques des études sectorielles tendent à supporter l'hypothèse que la variabilité du taux de change a réduit le volume des échanges depuis 1973. Toutefois, l'évidence empirique montre dans l'ensemble de effets relativement faibles, de l'ordre de 5 à 10 % sur la période de taux de change flottant. De plus les études agrégées les plus récentes continuent à produire des résultats contradictoires (Cushman(1988), De Grauwe(1988)).

A travers ce chapitre empirique, nous jugeons qu'il est possible de prendre ce processus d'estimation sectorielle désagrégées un peu plus loin dans notre travail de recherche. On se penchera sur une analyse empirique des exportations sectorielles canadiennes vers les États-Unis dans un contexte sectoriel et temporel distinct.

1. Considérations théoriques et spécifications du modèle

Le modèle que nous proposons tout le long de notre analyse empirique est une spécification traditionnelle de la fonction d'équilibre de la demande d'exportation à long terme dans un environnement de taux de change flexibles. Ce modèle est essentiellement inspiré des travaux d'Arize, Malindretos et Krishna (2003), Arize (1996), Chowdhury (1993) et Asseery et Peel (1991):

$$Q_{t \text{ CAN}}^i = \tau_0 + \tau_1 w_t + \tau_2 p_t^i + \tau_3 \sigma_t^i + \varepsilon_t$$

Où :

$Q_{t \text{ CAN}}^i$ Désigne le logarithme népérien du volume réel des exportations canadiennes du secteur i , vers les États-Unis.

w_t : Est le logarithme du produit intérieur brut des États-Unis (US-GDP). Il reflète le niveau du revenu étranger par rapport à celui du canada.

p_t^i : Est le logarithme népérien du ratio indice des prix à l'exportation canadienne du secteur i par rapport à l'indice de prix industriel américain dans le même secteur d'exportation. Il reflète le degré de la compétitivité relative entre le canada et les USA dans le même secteur d'exportation.

σ_t^i : C'est le logarithme de l'écart type moyenne mobile du taux de change réel effectif entre le Canada et les États-Unis dans le même secteur d'exportation i .

\mathcal{E}_t : est le terme d'erreur.

Le volume d'exportation réel de chaque secteur $i = \{1 \dots 5\}$ exporté par le Canada vers les USA désigne le ratio des exportations du secteur i en valeur courante par l'indice de prix à l'exportation du même secteur. Notre objectif étant donc de mesurer l'impact en terme réel du risque de change sur le volume des exportations canadiennes destinés aux États-Unis tel que proposé par Cushman(1983).

A partir de notre modèle empirique, il est évident que le volume d'exportations sectoriel est corrélé positivement avec le produit intérieur brut américain (\mathcal{W}_t) et négativement avec le ratio des indices de prix à l'exportation (\mathcal{P}_t^i) canado-américain. Ainsi, si le revenu étranger américain augmente alors la demande des exportations canadienne augmente et donc le coefficient estimé ($\hat{\tau}_1$) devrait être positif. D'autre part, si les indices relatifs de prix augmentent, la demande d'exportation va diminuer en valeur réelle et donc on s'attend à ce que ($\hat{\tau}_2$) ait un signe négatif dans l'estimation de notre modèle empirique.

Quant au signe prévu de l'incertitude ou du risque de change, plusieurs recherches théoriques récentes suggèrent que la mesure du risque de change pourrait avoir des effets positifs ou négatifs sur le volume des échanges sectoriels. En effet, notre analyse tentera d'examiner l'évidence d'un impact négatif de la volatilité du taux de change sur les exportations du Canada vers les États-Unis, en espérant pouvoir fournir des conclusions définitives et claires quant au signe et le sens de cette relation en question.

2. Méthodologie et procédure d'estimation

2.1. Données et définitions des variables

Les données nationales canadiennes proviennent de la base de données CANSIM de Statistique Canada, alors que les données internationales proviennent des bases de données de l'OCDE-*Main economic indicators*, et du Bureau Of Labor Statistics (BLS)¹³.

Contrairement aux études antérieures qui ont combiné les deux périodes, fixe et flexible du taux de change sans justification pour les périodes symétriques dans leurs estimations, la présente étude utilise des données trimestrielles sur la période 1980: Q3 – 2004: Q1. Dans l'équation de la demande d'exportation de notre modèle, nous nous intéressons à cinq

¹³ Pour plus de détails concernant les définitions et sources de données, voir l'Annexe A.

différents secteurs d'exportation qu'ont a choisie grâce a leur degrés d'importance dans le commerce entre le canada et les États-Unis ainsi qu' à l'ouverture de chacun de ces 5 secteurs au marché international leur permettant d'influencer leur exposition au risque de change .Il s'agit donc des secteurs de machinerie industrielle , de matériel de transport, véhicules moteurs et leurs pièces, le secteur éléments chimiques et enfin le secteur énergétique d'électricité .

Dans le choix des données trimestrielles, aucune de nos séries n'est sous forme désaisonnalisé ce qui nous permettra de prendre en compte les différents impacts saisonniers sur le commerce bilatéral entre le Canada et les États-Unis et donc de ne pas masquer l'existence de mouvements saisonniers sur les exportations canadienne à travers la période de notre échantillon.

A l'exception des indices de prix industriels des États-Unis (1982 =100) qui sont disponible mensuellement de 1980 à 2004 dans la base de données de l'OCDE et le Bureau Of Labor Statistics, l'ensemble des autres séries sont disponible du premier trimestre de 1980 au premier trimestre de 2004. Pour fin d'étude et pour conserver le nombre d'observation de notre échantillon intact, une moyenne trimestrielle des indices de prix industriels à l'exportation des USA fut calculée à travers toute la période 1980 – 2004.

Ainsi, le volume trimestriel des exportations réelles canadiennes de chaque secteur i est obtenu en divisant la valeur nominale sectorielle (en millier de dollars canadiens) par l'indice de prix à l'exportation (unité monétaire nationale constante) du même secteur i (voir Annexe A). Notre approche consiste ainsi à mesurer l'impact en terme réel du risque de change sur le volume réel désagrégé exporté vers les États-Unis.

2.2 La procédure d'estimation

La procédure d'estimation de notre modèle dans le but d'identifier un impact de la variabilité du taux de change réel sur les flux commerciaux canado-américains dépendra essentiellement de la disponibilité de données puisées dans les bases CANSIM, OCDE, et le Bureau Of Labor Statistics (BLS). Ainsi, notre étude empirique est effectuée sur la base de séries chronologiques trimestrielle sur la période 1980:Q3 – 2004:Q1. Pour faire, nous estimerons notre fonction de demande d'exportation par la méthode des moindres carrés ordinaires (MCO). Nous incorporons bien évidemment diverses structures de délais de retards selon les variables modélisées, tout en corrigeant pour l'auto-corrélation ou l'hétéroscédasticité au besoin, en appliquant bien évidemment une technique d'estimation appropriée aux variables instrumentales, soit l'estimation via une double moindre carré (Two-Stage Least squares). Les équations estimées seront ainsi ajustées si nécessaires tout le long de notre estimation empirique. D'un autre côté plusieurs chercheurs se sont attardés également au choix d'une structure de retard pour la variable de

risque. Nous avons testé l'influence de retards jusqu'à deux périodes sur la variable d'incertitude (que l'on appelle VAR-C).

L'ampleur de cette relation entre la variabilité du taux de change et les exportations désagrégées canadienne vers les États--Unis devrait varier selon le secteur analysé, $i : \{1...5\}$. Ainsi, notre procédure d'estimation empirique consiste à vérifier six régressions diverses relatives aux cinq secteurs choisies, a fin de tester la présence de la relation hypothétique pour chaque ensemble de données désagrégés relatif à un secteur précis.

Avant de passer à la présentation des résultats obtenues et l'interprétation de la régression de notre modèle, il est nécessaire de dériver une mesure opérationnelle de l'incertitude du taux de change réel effectif. Dans notre étude nous utilisons une mesure de volatilité qui tient compte des périodes qui caractérisent un degré faible et élevé de risque de change. Ce proxy opérationnel consiste à un écart type moyenne mobile du taux de change réel effectif exprimé comme suit :

$$J_{t+m} = \left[\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \left(R_{t+i-1} - R_{t+i-2} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

Où :

$m = 4$, l'ordre de la moyenne mobile.

R_t : Le logarithme népérien du taux de change effectif entre le Canada et les États-Unis.

Cette mesure du risque de change (VAR-C), similaire à celle utilisée par Cushman (1983), nous permettra de détecter le changement en logarithme du taux de change réel au trimestre $(t + i - 1)$ et sa variation par rapport à quatre trimestres précédents.

En outre, cette mesure d'écart type mobile est semblable à celle employée dans plusieurs recherches empiriques portant sur le risque de change et son impact sur le volume de commerce international en terme réel (par exemple Kenen et Rodrik (1986), Koray et Lastrapes (1989), Chowdhury(1993) et Arize, Malindretos et Krishna(2003)).

Il est important de noter que le taux de change réel entre le dollar canadien et celui américain est calculé sur une base trimestrielle à partir des bases de données CANSIM-statistique Canada, et le Bureau Of Labor Statistics. Ce taux de change réel été ainsi dérivé à partir du taux de change nominal (US-CND) qui est multiplié à son tour du ratios des indices de prix trimestrielle des deux pays, correspondant à chaque secteur i entre 1980 et 2004 :

$$R_t = \left[(US\ CND) * \frac{P_{CND}^i}{P_{USA}^i} \right]$$

L'apport de notre travail empirique consiste donc, à construire l'écart type mobile à partir des indices de prix sectoriels plutôt que des indices globaux entre le Canada et les États-Unis. Il s'agit d'une nouvelle perspective par rapport à l'étude sectorielle de Côté(1986), où il a introduit une mesure de risque qui n'est pas nécessairement très appropriée au niveau sectoriel et dont les résultats sectoriels sont malgré tout peu convaincants¹⁴

3. Estimation et interprétation des résultats

Dans cette section on va s'intéresser à l'estimation empirique et à la régression de notre modèle sur la période trimestrielle de 1980 :Q3 à 2004 :Q1. Pour faire, on va commencer bien évidemment à étudier la stationnarité de nos séries temporelles en effectuant un test de racine unitaire de Dickey-Fuller augmenté. Si nos séries sont non stationnaires, ce qui est le plus probable pour des séries chronologiques, on fera appel à des ordres de différences temporelles pour chaque variable introduite dans notre série de données. Si nécessaire, une différence première est ainsi calculée pour chaque variable correspondante aux secteurs d'exportation canadiens vers les États-Unis.

¹⁴ La variable de risque réel construite par Cushman et utilisée dans l'étude de Côté(1986) pourrait être calculée à partir des indices de prix sectoriels plutôt que des indices globaux. Cette approche a été retenue par Markus(1986).

Dans une seconde étape on procédera à des tests de validation dans le but de corriger l'existence d'un phénomène d'autocorrélation ou d'hétéroscédasticité. On appliquera le test LM de Breusch-Godfrey (multiplicateur de Lagrange LM) pour conclure quant à la présence d'auto -corrélation, ainsi que le test d'ARCH-LM pour tester le niveau d'hétéroscédasticité. Dans le cas où l'auto corrélation persiste on fera appel à une technique d'estimation appropriée aux variables instrumentales, soit l'estimation à travers les doubles moindres carrés en deux étapes (Two-Stage Least Squares). Cette technique nous permettra d'introduire des variables retardées de différents ordres. Le problème d'hétéroscédasticité sera résolu, si nécessaire, par l'introduction de la matrice variance-covariance de WHITE (VAR-COV).

Finalement, et dans une dernière étape on reviendra à notre régression spécifique à chaque secteur de notre travail pour essayer d'interpréter le signe et la significativité des coefficients estimés en comparant leur probabilité (P-value) avec le niveau de significativité choisie et fixé à 5%.

Les interprétations des résultats et les conclusions qui en découleront seront enrichies par quelques tableaux de régressions estimées qu'on a jugé intéressant d'introduire pour plus de profondeur et de précision.

3.1. La régression du secteur : véhicules moteurs et leurs pièces

Au début, nous commençons à étudier la stationnarité de nos séries. En effet, le test de Dickey-Fuller nous indique que toutes les variables du secteur d'exportation des véhicules ont une P-value supérieure à 5%. Seul la variable du risque de change qui est mesurée par l'écart type mobile du taux de change réel sur une fréquence trimestrielle est stationnaire au niveau de significativité de 5%, avec une probabilité égale à 0,0012 inférieure à 0.05. Ainsi une différence première fût calculée pour pouvoir stationnariser nos séries en question.

A ce niveau notre première étape consiste à appliquer la méthode de moindre carrée ordinaire (MCO) tout en essayant de procéder avec des tests de validations statistiques : le test LM de Breusch-Godfrey (ordre 4) montre bien que la P-value est d'une valeur nulle et donc inférieure à 5% ce qui nous permet de rejeter l'hypothèse nulle d'absence d'auto-corrélation. Pour faire il nous paraît inévitable d'introduire des variables instrumentales retardées d'ordre 2 et 3 en appliquant une régression par doubles moindres carrés (DMC). Les résultats de notre régression pour le secteur véhicules moteurs et leurs pièces sont présentés ci-dessous :

Tableau 2 : Régression du secteur : voiture et leurs pièces

<p>Dependent Variable: YVEHICULEDIFF</p> <p>Included observations: 92 after adjusting endpoints</p> <p>Instrument list: YVEHICULEDIFF(-3) USGDPDIFF(-3) XSIGMAVEH(-2) PVEHICULEDIFF(-2)</p>

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.410890	0.381496	-1.077049	0.2844
USGDPDIFF	23.26790	22.01152	1.057078	0.2934
PVEHICULEDIFF	-2.446955	1.308694	-1.869768	0.0648
XSIGMAVEH	-0.074018	0.078922	-0.937869	0.3509
R-squared	-0.513807	Mean dependent var		0.031368
Adjusted R-squared	-0.565414	S.D. dependent var		0.199683
S.E. of regression	0.249836	Sum squared resid		5.492792
F-statistic	1.789438	Durbin-Watson stat		2.025406
Prob(F-statistic)	0.155026			

Estimation de l'équation:

$$YVEHICULEDIFF = -0.4108901939 + 23.26789835 * USGDPDIFF - 2.446954507 * PVEHICULEDIFF - 0.07401803707 * XSIGMAVEH$$

Source : EViews 4.1

Dans ce cas le test LM nous indique une probabilité (P-value) égale à 0,55674 supérieur au seuil de significativité de 5% ce qui nous permet de corriger la présence d'autocorrélation des erreurs dans notre régression. Notons que d'un autre coté le test d'hétéroscédasticité ARCH-LM nous permet à son tour de conclure qu'il n'y a pas un phénomène d'hétéroscédasticité avec une P-value largement supérieure à 0,05 et égale à 0,938671.

Les résultats du test d'autocorrélation de Breusch-Godfrey et celui d'hétéroscédasticité ARCH-LM sont présentés ci-dessous :

Tableau 2.1 : Test Breusch-Golfrey du secteur véhicules moteurs :

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test				
Obs*R-squared	9.226804	Probability	0.055674	
Dependent Variable: RESID				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.164543	0.426071	0.386187	0.7003
USGDPDIFF	12.12994	26.85406	0.451699	0.6527
PVEHICULEDIFF	2.284820	1.534917	1.488563	0.1403
XSIGMAVEH	0.072381	0.085075	0.850793	0.3973
RESID(-1)	-0.051106	0.112224	-0.455390	0.6500
RESID(-2)	0.361448	0.134286	2.691618	0.0086

Tableau 2.2 : Test ARCH-LM pour le secteur des véhicules :

ARCH-LM Test:			
F-statistic	0.189967	Probability	0.943017
Obs*R-squared	0.798334	Probability	0.938671
Dependent Variable: RESID^2			
Included observations: 88 after adjusting endpoints			

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.044253	0.022772	1.943255	0.0554
RESID^2(-1)	0.083914	0.106452	0.788276	0.4328
RESID^2(-2)	0.010808	0.105283	0.102654	0.9185
RESID^2(-3)	-0.032162	0.105173	-0.305803	0.7605
RESID^2(-4)	-0.010041	0.103084	-0.097403	0.9226

À partir de notre régression du secteur véhicule et leurs pièces il est évident que le volume des exportations du Canada vers les États-Unis est corrélé positivement avec le produit intérieur brut des États-Unis avec un coefficient estimé à 23,26790. Par contre, il est corrélé négativement avec le ratio des indices de prix à l'exportation avec un coefficient estimé à une valeur de - 2,446955. Ce volume réel d'exportation du secteur véhicules est essentiellement corrélé négativement avec la variable risque de change dont le coefficient s'estime à - 0,077418. Ceci ne nous empêche pas de remarquer que tous les coefficients estimés sont statistiquement non significatifs au niveau de 5% avec une P-value supérieure à 0,05.

En conclusion notre régression du secteur véhicule ne nous permet pas de conclure quant à la significativité statistique d'un impact de volatilité de taux de change sur les exportations du secteur vers les États-Unis. En effet, avec une P-value qui s'élève à 35,09 % ceci ne nous permet pas de rejeter l'hypothèse nulle du coefficient nul de la variable indépendante de la volatilité du taux de change.

3.2 La régression du secteur : Énergies électriques

Le test de racine unitaire de Dickey-Fuller nous révèle que toute la série de données de ce secteur présente un problème de stationnarité. Une différence première nous permet ainsi de stationnariser la série au niveau de significativité de 5%.

Dans une étape préliminaire on a estimé notre équation par MCO. Le test LM nous confirme la présence d'autocorrélation des erreurs avec une p-value égale à $0,000001 < 0,05$. A cet effet, une méthode de régression spécifique au double moindre carrée (TSLS) nous apparaît inévitable tout en introduisant des variables instrumentales d'ordre 1 pour le PIB américain, les indices de prix relatifs du secteur électricité, et la variable écart type mobile qui mesure le risque de change, ainsi que d'ordre 2 pour le volume des exportations réels.

Les résultats de notre régression pour le secteur des exportations d'énergies électriques du Canada vers les États-Unis sont présentés ci-dessous :

Tableau 3 : Résultats de la régression du secteur- énergies électriques

<p><u>Estimation de l'équation:</u></p> $\text{EXPORTLNDIFF} = C(1) + C(2)*\text{USGDP_DIFF} + C(3)*\text{P_ELECTDIFF} + C(4)*\text{SIGMA_ELECT_DIFF}$ $\text{EXPORTLNDIFF} = -0.1812992794 + 22.94449926*\text{USGDP_DIFF} - 1.828421416*\text{P_ELECTDIFF} + 0.4333268792*\text{SIGMA_ELECT_DIFF}$
--

Dans ce cas, le test d'autocorrélation du multiplicateur de Lagrange (LM-test) nous indique une P-value égale à 0,361603 nettement supérieure au seuil de significativité de 5% nous permettant de conclure qu'il n'y a plus d'autocorrélations des erreurs.

D'un autre coté nous avons appliqué le test d'hétéroscédasticité ARCH-LM (4 retards) qui nous donne une valeur de P-value égale à 0,032999 inférieur a 5% ce qui confirme la présence d'hétéroscédasticité. L'introduction de la matrice variance-covariance de WHITE ne résout pas le problème au seuil de 5%.

Même si cette d'hétéroscédasticité persiste au seuil de 5% on peut facilement remarquer que cette P-value est supérieure a 1% ce qui signifie que le problème d'hétéroscédasticité est corrigé au niveau de ce seuil de significativité.

Les résultats du test d'autocorrélation de Breusch-Godfrey et celui d'hétéroscédasticité ARCH-LM sont présentés ci-dessous :

Tableau 3.1- Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:				
Obs*R-squared 4.342745		Probability		0.361603
Dependent Variable: RESID				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.026235	0.360027	-0.072870	0.9421
USGDP_DIFF	2.422292	42.46075	0.057048	0.9546
P_ELECTDIFF	-0.550152	2.557169	-0.215141	0.8302
SIGMA_ELECT_DIFF	0.044978	0.818346	0.054962	0.9563
RESID(-1)	0.004501	0.133642	0.033680	0.9732
RESID(-2)	-0.019150	0.115820	-0.165345	0.8691
RESID(-3)	-0.228799	0.113953	-2.007842	0.0479
RESID(-4)	-0.002246	0.120531	-0.018631	0.9852

Tableau 3.2 - ARCH Test du secteur électricité				
F-statistic	2.806837	Probability		0.030728
Obs*R-squared	10.48535	Probability		0.032999
Dependent Variable: RESID ²				
White Heteroskedasticity-Consistent Standard Errors & Covariance				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.180890	0.070011	2.583728	0.0115
RESID ² (-1)	0.105037	0.078651	1.335477	0.1854
RESID ² (-2)	-0.086165	0.046208	-1.864700	0.0658
RESID ² (-3)	0.330826	0.061838	5.349915	0.0000

A partir des résultats obtenus de notre régression du secteur d'énergies électriques, il est évident que le volume des exportations du Canada vers les États-Unis est corrélé positivement avec le produit intérieur brut des États-Unis avec un coefficient estimé à 22.94450. Par contre, il est corrélé négativement avec le ratio des indices de prix à l'exportation avec un coefficient estimé à une valeur de (-1.828421). Toutefois, il est intéressant de remarquer que le volume réel d'exportation du secteur électricité est corrélé positivement avec la variable risque de change dont le coefficient s'estime à +0.433327. Ceci ne nous empêche pas de remarquer que tous les coefficients estimés sont statistiquement non significatifs au niveau de 5% avec une P-value supérieure à 0,05.

En conclusion notre régression du secteur électricité ne nous permet pas de conclure quant à la significativité statistique d'un impact de volatilité de taux de change sur les exportations du secteur vers les États-Unis. Avec une P-value qui s'élève à 48,19 % ceci ne nous permet pas de rejeter l'hypothèse nulle du coefficient nul de la variable indépendante de la volatilité du taux de change dans notre modèle de régression.

3.3 La régression du secteur : matériel de transport

La régression de ce secteur commence par l'application d'un test Dickey-Fuller de racine unitaire pour toutes les séries temporelles de notre échantillon de 1980 :Q3 à 2004 :Q1. Ainsi, à l'exception de la variable de l'incertitude dont la probabilité P-value s'élève à 0,0028 (inférieur à 5%) toutes les autres variables du volume réel d'exportation

,indices des prix et du PIB américain présentent une racine unitaire et donc sont intégrés d'ordre 1 pour faire une différence première fut calculée pour pouvoir stationnariser les données au niveau de 5%.

L'application de la méthode des MCO, et la vérification statistique du test de validation d'autocorrélation (LM - Breusch-Godfrey) nous donne une valeur nulle de la P-value ($P\text{-value} = 0.00 < 5\%$) ce qui nous permet de rejeter l'hypothèse nulle d'absence d'autocorrélation des termes d'erreur.

Pour faire on a introduit des variables instrumentales d'ordre 1 et 2 ce qui nous a permis de passer à une régression par (DMC). Les résultats de notre régression pour le secteur d'exportation de matériels de transport du Canada vers les États-Unis sont présentés ci-dessous :

Tableau 4 : Résultats de la régression du secteur- Matériels de transport :

Estimation de l'équation :

$$Y\text{TRANSDIFF} = C(1) + C(2)*USGDPDIFF + C(3)*PTRANSPDIFF + C(4)*XSIGMA$$

$$Y\text{TRANSDIFF} = -0.02170359758 + 2.382435465* USGDPDIFF - 3.409602901* PTRANSPDIFF + 0.004949998477* XSIGMA$$

Dependent Variable: YTRANSDIFF				
Sample(adjusted): 1981:1 2004:1				
Included observations: 93 after adjusting endpoints				
Instrument : YTRANSDIFF(-1) USGDPDIFF(-2) PTRANSPDIFF(-2) XSIGMA(-1)				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.021704	0.227417	-0.095435	0.9242
USGDPDIFF	2.382435	16.56745	0.143802	0.8860
PTRANSPDIFF	-3.409603	2.354373	-1.448200	0.1511
XSIGMA	0.004950	0.046986	0.105351	0.9163
Dependent Variable: YTRANSDIFF				
Sample(adjusted): 1981:1 2004:1				
Included observations: 93 after adjusting endpoints				
R-squared	-0.634624	Mean dependent var	0.024709	
Adjusted R-squared	-0.689723	S.D. dependent var	0.226615	
S.E. of regression	0.294575	Sum squared resid	7.722937	
F-statistic	1.131310	Durbin-Watson stat	2.154978	

L'application de LM-Test pour cette régression a deux étapes du moindre carrée (Two-Stage Least Squares) nous indique une p-value égale à 0,548648 supérieure à 0,05 et de corriger ainsi l'autocorrélation.

Notons que d'un autre coté le test d'hétéroscédasticité ARCH-LM nous permet à son tour de conclure qu'il n'y a pas un phénomène d'hétéroscédasticité avec une P-value égale à 0,973442 largement supérieure à 0,05. Les résultats du test d'autocorrélation de Breusch-Godfrey et celui d'hétéroscédasticité ARCH-LM sont présentés ci-dessous :

Tableau 4.1 – test LM de Breusch-Godfrey du secteur matériel de transport				
Obs*R-squared		1.200597	Probability	
			0.548648	
Dependent Variable: RESID				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.068685	0.239053	-0.287320	0.7746
USGDPDIFF	-2.357368	17.46480	-0.134978	0.8929
PTRANSPDIFF	-0.254993	2.749093	-0.092755	0.9263
XSIGMA	-0.023618	0.053813	-0.438889	0.6618
RESID(-1)	-0.102263	0.114222	-0.895300	0.3731
RESID(-2)	-0.087945	0.134978	-0.651548	0.5164
R-squared	0.012910	Mean dependent var		-1.97E-17
Adjusted R-squared	-0.043820	S.D. dependent var		0.289733
S.E. of regression	0.296013	Akaike info criterion		0.465511

Tableau 4.2 : Test- ARCH pour le secteur matériel de transport				
F-statistic	0.026045	Probability	0.974298	
Obs*R-squared	0.053835	Probability	0.973442	
Dependent Variable: RESID^2				
Sample(adjusted): 1981:3 2004:1				
Included observations: 91 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.086853	0.051635	1.682050	0.0961
RESID^2(-1)	-0.009825	0.106564	-0.092196	0.9268
RESID^2(-2)	-0.022345	0.106577	-0.209661	0.8344
R-squared	0.000592	Mean dependent var		0.084149
Adjusted R-squared	-0.022122	S.D. dependent var		0.472202
S.E. of regression	0.477396	Akaike info criterion		1.391472
Sum squared resid	20.05584	Schwarz criterion		1.474248
Log likelihood	-60.31198	F-statistic		0.026045
Durbin-Watson stat	2.000745	Prob(F-statistic)		0.974298

A partir des résultats obtenus de notre régression du secteur de transport, il est évident que le volume des exportations du Canada vers les États-Unis est corrélé positivement avec le produit intérieur brut des États-Unis avec un coefficient estimé à 2.382435. Par contre, il est corrélé négativement avec le ratio des indices de prix à l'exportation avec un coefficient estimé à une valeur de (-3.409603). Parallèlement on peut remarquer que tous les coefficients estimés sont statistiquement non significatifs au niveau de

5% avec une P-value de correspondante à chaque coefficient supérieure à 0,05.

Notre régression du secteur transport ne nous permet pas de conclure quant à la significativité statistique d'un impact de volatilité de taux de change sur les exportations du secteur vers les États-Unis. Avec une P-value qui s'élève à 91,63 %, le coefficient estimé du risque de change est positif (+0.004950), et surtout statistiquement non significatif. Ceci ne nous permet donc pas de rejeter l'hypothèse nulle du coefficient nul de la variable indépendante de la volatilité du taux de change au seuil critique de significativité de 5%. Ce résultat nous amène dans la direction de plusieurs chercheurs qui n'ont pas réussi à valider empiriquement une relation négative significative entre le risque de change et le commerce international.

3.4 Régression du secteur : Machinerie industrielle

A l'exception de la variable risque de change dont la P-value du test Dickey-Fuller (ADF) nous indique une P-value égale à 0,0011, les autres résultats du test de racine unitaire pour les autres variables nous confirment la non stationnarité de nos séries avec un P-value $> 5\%$. Ainsi une différence première des volumes des exportations, des indices de prix relatif et du revenu américain (PIB) du secteur machineries industrielle nous permettra de stationnariser notre série temporelle.

Après avoir testé la présence de racine unitaire, on a passé à la deuxième étape de notre régression par les MCO, tout en essayant de procéder avec des tests de validation statistique. Ainsi le test de Breusch-Godfrey nous révèle l'existence d'une autocorrélation. A cet effet, nous avons procédé par la méthode des doubles moindres carrés en introduisant des variables instrumentales retardés d'ordre deux. On a donc introduit deux niveaux de retards sur toutes les variables ainsi que la variable dépendante du volume réel des exportations de machineries industrielles. Les résultats de notre régression pour le secteur d'exportation de machineries industrielles du Canada vers les États-Unis sont présentés ci-dessous :

Tableau 5 : Résultats de la régression du secteur machinerie industrielles

Dependent Variable: YMACHINERIEDIFF				
Sample(adjusted): 1981:2 2004:1				
Instrument list: YMACHINERIEDIFF(-2) USGDPDIFF(-2)				
PMACHINERIEDIFF(-2) XSIGMAMACH(-2)				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.238106	0.128140	-1.858174	0.0665
USGDPDIFF	14.88641	6.068231	2.453172	0.0161
PMACHINERIEDIFF	-0.784376	0.477681	-1.642050	0.1041
XSIGMAMACH	-0.039669	0.030791	-1.288321	0.2010
R-squared	0.208693	Mean dependent var		0.025704
Adjusted R-squared	0.181716	S.D. dependent var		0.152998
S.E. of regression	0.138400	Sum squared resid		1.685603
F-statistic	3.564053	Durbin-Watson stat		1.915855

Un niveau de probabilité satisfaisant de la P-value et égale à 0,141192 nettement supérieure au niveau de significativité de 5% nous permet de corriger le problème d'autocorrélation. D'un autre côté le test d'hétéroscédasticité ARCH-LM (ordre 4) nous permet de conclure qu'il n'y a pas hétéroscédasticité au seuil de significativité de 5% puisque la valeur de la P-value est de 0,440842 nettement supérieure à 0,05.

Les résultats obtenus du test d'autocorrélation de Breusch-Godfrey et celui d'hétéroscédasticité ARCH-LM sont présentés ci-dessous :

Tableau.5.1 : Test de Breusch-Godfrey – secteur machinerie industrielle:				
Obs*R-squared	6.901395		Probability	0.141192
Dependent Variable: RESID				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.285613	0.278119	-1.026947	0.3074
USGDPDIFF	11.99901	10.06616	1.192015	0.2366
PMACHINERIEDIFF	-1.687017	1.564934	-1.078012	0.2841
XSIGMAMACH	-0.048408	0.057014	-0.849053	0.3983
RESID(-1)	0.000689	0.113876	0.006049	0.9952

RESID(-2)	0.487356	0.398574	1.222748	0.2248
RESID(-3)	-0.050111	0.126498	-0.396139	0.6930
RESID(-4)	0.222218	0.115553	1.923076	0.0579
R-squared	0.075015	Mean dependent var		-3.97E-17
Adjusted R-squared	-0.002067	S.D. dependent var		0.136100
S.E. of regression	0.136240	Akaike info criterion		-1.065853
Log likelihood	57.02925	F-statistic		0.973186
Durbin-Watson stat	1.825815	Prob(F-statistic)		0.456214

Tableau 5.2 : Test ARCH-LM du secteur machinerie industrielle

F-statistic	0.923686	Probability	0.454263
Obs*R-squared	3.750369	Probability	0.440842
Dependent Variable: RESID^2			
Sample(adjusted): 1982:2 2004:1			
Included observations: 88 after adjusting endpoints			
Variable	Coefficient	Std. Error	Prob.
C	0.013431	0.003424	0.0002
RESID^2(-1)	0.148584	0.106291	0.1659
RESID^2(-2)	-0.078585	0.099583	0.4323
RESID^2(-3)	0.100537	0.099710	0.3162
RESID^2(-4)	-0.107277	0.081696	0.1928

A partir des résultats obtenus de notre régression du secteur machineries industrielles, nous déduisons que le volume des exportations du Canada vers les États-Unis est corrélé positivement avec le produit intérieur brut des États-Unis avec un coefficient estimé à 14.88641. Il est intéressant de remarquer que ce coefficient est statistiquement significatif au niveau de 5% avec une P-value égale à 0.0161 inférieure à 0,05. On peut donc rejeter l'hypothèse nulle selon laquelle le coefficient de la variable risque de change estimé est nul. Le revenu étranger américain (USGDP) est donc une variable significativement et positivement explicatif des exportations canadienne vers les États-Unis dans le secteur de machinerie industrielle.

Par contre, le volume de commerce de machinerie industrielle est corrélé négativement avec le ratio des indices de prix à l'exportation des deux pays, avec un coefficient estimé à une valeur de (-0.784376). Malgré son signe négatif attendu et anticipé au cours de notre analyse économique théorique, ce coefficient est statistiquement non significatif au niveau de 5% avec une P-value correspondante égale à 0.1041 et supérieure à 0,05.

Toutefois, notre régression ne nous permet pas de conclure quant à la significativité statistique d'un impact de volatilité de taux de change sur les exportations du secteur vers les États-Unis. Avec une P-value qui s'élève à 20.10 %, le coefficient estimé de la variabilité du taux de change est négatif (-0.039669), et surtout statistiquement non significatif. Ceci ne nous permet donc pas de rejeter l'hypothèse nulle du coefficient

nul de la variable volatilité du taux de change au seuil critique de significativité de 5%.

Une fois encore il nous semble que le risque de change n'a vraiment pas d'impact significatif sur le volume des exportations réelles canadiennes du secteur machinerie industrielle vers les États-Unis.

3.5 Régression du secteur d'exportation : produits chimiques

Au cours de ce dernier secteur de notre travail empirique, nous avons commencé, identiquement aux autres secteurs des exportations sectorielles à étudier la stationnarité de notre série de données pour le secteur en question, soit les produits chimiques.

Un test de stationnarité augmenté de Dickey-Fuller (ADF) nous indique que seulement notre variable de risque de change est stationnaire au seuil de significativité de 5%, avec une p-value égale à $0,0006 < 0,005$. Une différence première fut calculé pour toute les autres variable de notre régression en vue de stationnariser notre série temporelle.

L'application des MCO accompagné du test de validation statistique d'autocorrélation de Breusch-Godfrey nous indique que les termes d'erreurs sont corrélés au niveau de 5% avec un P-value égale à 0,000156. Pour faire on a introduit des variables instrumentales retardés d'ordre 1 pour le produit intérieur brut des États-Unis, et d'ordre 2 pour la variable dépendante, indice de prix et la variable incertitude mesurant le risque de change. Les résultats obtenus suite à l'application de la méthode des doubles moindres carrés (DMC) sont présentés ci-dessous :

Dependent Variable: YCHIMIQUEDIFF				
Sample(adjusted): 1981:2 2004:1				
Included observations: 92 after adjusting endpoints				
Instrument list: YCHIMIQUEDIFF(-2) USGDPDIFF(-1) PCHIMIQUEDIFF(-2) XSIGMACHIMIQUE(-2)				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.171262	0.150609	-1.137130	0.2586
USGDPDIFF	3.303011	7.536562	0.438265	0.6623
PCHIMIQUEDIFF	-1.881528	0.373544	-5.036962	0.0000
XSIGMACHIMIQUE	-0.050234	0.041105	-1.222094	0.2249
R-squared	0.353120	Mean dependent var		0.028372
Adjusted R-squared	0.331067	S.D. dependent var		0.171548
S.E. of regression	0.140306	Sum squared resid		1.732347
F-statistic	10.46994	Durbin-Watson stat		2.241894
Prob(F-statistic)	0.000006			

L'application des doubles moindres carres accompagnée du test LM de Breusch-Godfrey (ordre 4) nous indique une valeur de probabilité P-value égale à 0,187983 > 5% permettant ainsi de corriger la présence d'autocorrélation des erreurs de notre régression. D'autre part un test ARCH-LM nous permet de conclure une absence d'hétéroscédasticité avec une P-value égale à 0,629557 nettement supérieure au seuil de significativité de 0,05.

Les résultats obtenus du test d'autocorrélation de Breusch-Godfrey et celui d'hétéroscédasticité ARCH-LM sont présentés ci-dessous :

Tableau 6.1 : Test de Breusch-Godfrey – secteur de produits chimiques				
Obs*R-squared	6.153374	Probability	0.187983	
Dependent Variable: RESID				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.284804	0.204887	1.390056	0.1682
USGDPDIFF	-8.949178	8.685486	-1.030360	0.3058
PCHIMIQUEDIFF	-0.819164	0.637974	-1.284009	0.2027
XSIGMACHIMIQUE	0.080816	0.057441	1.406949	0.1631
RESID(-1)	-0.154205	0.110451	-1.396140	0.1664
RESID(-2)	0.305908	0.208748	1.465439	0.1465
RESID(-3)	-0.081767	0.108543	-0.753311	0.4534
RESID(-4)	0.105855	0.112893	0.937660	0.3511
R-squared	0.066884	Mean dependent var		-1.03E-17
Adjusted R-squared	-0.010875	S.D. dependent var		0.137974
S.E. of regression	0.138722	Akaike info criterion		-1.029748
Sum squared resid	1.616480	Schwarz criterion		-0.810462
Log likelihood	55.36839	F-statistic		0.860144

Tableau 6.2 : Test ARCH-LM - Secteur de produits chimiques				
F-statistic	0.627873		Probability	0.643955
Obs*R-squared	2.584582		Probability	0.629557
Dependent Variable: RESID^2				
Sample(adjusted): 1982:2 2004:1				
Included observations: 88 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.015281	0.007520	2.031952	0.0454
RESID^2(-1)	0.025039	0.109000	0.229712	0.8189
RESID^2(-2)	0.167827	0.108990	1.539845	0.1274
RESID^2(-3)	0.006523	0.109044	0.059816	0.9524
RESID^2(-4)	-0.051674	0.108781	-0.475028	0.6360
R-squared	0.029370	Mean dependent var		0.018027
Adjusted R-squared	-0.017407	S.D. dependent var		0.060806
Log likelihood	123.3539	F-statistic		0.627873
Durbin-Watson stat	1.999073	Prob(F-statistic)		0.643955

À partir des résultats de notre régression du secteur des exportations d'éléments chimiques vers les Etats-Unis nous remarquons que le volume réel des exportations est corrélé positivement avec le niveau du PIB américain. Le coefficient estimé du PIB est de 3,303011. Le même volume sectoriel est corrélé négativement avec le ratio des indices de prix à l'exportation canado-américains, et avec la variable mesurant le

risque de change en termes d'écart type mobile. Les deux signes négatifs de ces deux coefficients estimés respectivement sont d'une valeur respective de (-1.881528) et (-0.050234). On notera bien évidemment le coefficient estimé des indices de prix est statistiquement significatif au niveau de 5% avec une P-value inférieur à 0,05. La variable indice de prix relatifs pour le secteur canadien de produits chimiques s'avère bien explicative en termes de signe et de significativité. Les résultats obtenus pour cette variable dans ce secteur confirment nos anticipations prévisionnelles au cours de notre analyse théorique économique.

Toutefois, notre régression ne nous permet pas de conclure quant à la significativité relative d'un impact de volatilité de taux de change sur les exportations du secteur de produits chimiques vers les États-Unis. Le coefficient estimé de la variabilité du taux de change est d'une valeur négative (-0.050234), et surtout statistiquement non significatif en présence d'une probabilité P-value égale à 0.2249, largement supérieure à 5%. Ceci ne nous permet donc pas de rejeter l'hypothèse nulle du coefficient nul de la variable volatilité du taux de change au seuil critique de significativité de 5%.

Une fois encore il nous semble que le risque de change n'a vraiment pas d'impact significatif sur le volume des exportations réelles canadiennes du secteur de produits chimiques vers les États-Unis.

4. Conclusion

En définitive, les résultats présentés dans cette partie empirique de notre mémoire ne permettent pas d'infirmier la conclusion tirée précédemment par le FMI (1984), soit que l'évidence empirique accumulée ne tend pas à supporter l'hypothèse d'un lien entre la volatilité des taux de change et le commerce. Dans le même contexte l'analyse des résultats empirique de notre étude sectorielle portant sur 5 secteurs d'exportation entre le Canada et les États-Unis n'arrive pas à démontrer l'existence d'un tel lien systématiquement significatif entre la variabilité mesurée des taux de change et le volume d'exportation désagrégée entre les deux pays.

Ce résultat obtenu suggère que le risque associé aux fluctuations des taux de change n'a pas d'effet significatif sur le commerce sectorielle canado-américains. Cette évidence empirique nous pousse à conclure que les données désagrégées ne confortent pas l'hypothèse d'un lien de causalité interdépendante significative entre le marché de change et le commerce international.

Conclusion Générale

Il y a près de vingt-cinq ans, Hooper et Kohlhagen(1978) ont donné une impulsion décisive à la littérature théorique sur les rapports entre le risque de change et le commerce extérieur. Ils aboutirent à la conclusion qu'une augmentation de la volatilité des changes réduit le volume du commerce extérieur si les sujets économiques éprouvent de l'aversion pour le risque. Ces dernières années, le modèle a été élargi à divers égards. Côté (1994) a résumé cette littérature. Il en résulte, premièrement, que l'hypothèse de l'aversion au risque ne suffit pas pour aboutir à la conclusion que la volatilité des changes réduit le volume du commerce extérieur ; le résultat dépend bien davantage des propriétés de la fonction d'utilité des importateurs et des exportateurs (la convexité). Deuxièmement, la possibilité de recourir à des contrats à terme influe sur l'effet de la volatilité des changes. Plus il est facile et peu coûteux de s'assurer, plus les effets de la volatilité des changes seront faibles. Troisièmement, les fluctuations de changes créent non seulement des risques, mais aussi des opportunités de profit. Si une entreprise peut adapter sa production avec souplesse, il convient de pondérer les recettes et le risque supplémentaires. Motivés par l'ensemble de ces résultats théoriques, de nombreux chercheurs empiriques ont tenté de quantifier l'effet négatif de la variabilité du taux de change sur le commerce. Ces études comprennent Thursby et Thursby (1987), Koray et lastrapes(1989), Cushman(1983), Cushman(1986), Kenen et Rodrik(1986), De

Grauwe(1988), Pozo(1992), Chowdhury(1993), Arize (1996), Arize,Osang et Slottje (2000), Arize, John et Krishna (2003). En revanche, Asseery et Peel (1991) a trouvé une relation positive entre la volatilité de taux de change et le niveau des exportations. De son coté Gotur (1985) s'est penchés sur la question sans pour autant parvenir à prouver l'existence d'un lien systématiquement significatif entre la variabilité mesurée des taux de change et le volume de commerce international. Son résultat est similaire à celui du fond monétaire international (FMI), publié en juillet 1984.

Ce projet de mémoire fut consacré à cette relation ambiguë entre la volatilité des taux de changes et le commerce extérieur. Notre travail est essentiellement motivé par plusieurs évidences contradictoires dans la littérature concernant la relation entre la volatilité des taux de change et des flux commerciaux. En effet il n'y a pas vraiment de tendance claire ou de conclusions cohérentes qui émergent des résultats empiriques controverses de la littérature portant sur la question.

Notre objectif était d'examiner cette évidence de relation empirique pour le canada et en offrant une investigation empirique sur l'existence éventuelle d'un impact significatif de la volatilité sur les flux désagrégés des exportations sectorielles du canada vers son partenaire principal, soit les États-Unis. L'analyse a été effectuée dans le cadre d'un modèle à multiples variables basé sur une approche d'estimation VAR. Cette technique consiste à un écart type moyenne mobile du taux de change réel

effectif entre le Canada et les États-Unis. Cette mesure (VAR-C) est semblable à celle employée dans plusieurs recherches empiriques portant sur le risque de change et son impact sur le volume de commerce international en terme réel (par exemple Kenen et Rodrik (1986), Koray et Lastrapes (1989), Chowdhury(1993) et Arize, Malindretos et Krishna(2003)).

Les estimations empiriques effectuées dans notre analyse se basent sur des données trimestrielle désagrégées de différents secteurs d'exportations sur la période 1980 à 2004, à savoir le secteur de machinerie industrielle, de matériel de transport, véhicules moteurs et leurs pièces, le secteur d'éléments chimiques et enfin le secteur énergétique d'électricité.

Bien que les variables de risque aient dans l'ensemble des secteurs un signe négatif en terme économique, leur effet apparaît plutôt non significatif en termes statistique. En définitive, les résultats obtenus avec ces données désagrégées ne confortent pas l'hypothèse d'un lien entre la volatilité des taux de change et le commerce entre le Canada et les États-Unis. Les résultats présentés dans cette étude ne nous permettent pas d'infirmier la conclusion tirée précédemment par le FMI (1984), à savoir que la majorité des tests empiriques n'arrivent pas à démontrer l'existence d'un lien systématiquement significatif entre la variabilité mesurée des taux de change et le volume de commerce international. Bien entendu, le fait que nos résultats ne révèlent pas la présence de ce lien systématique n'implique pas qu'un tel lien causal n'existe pas. En effet, ce travail

présente différentes limites qui peuvent dépendre des divers problèmes rencontrés dans l'application des tests, entre autres de la difficulté de déterminer une mesure adéquate du risque et de tenir compte des corrélations entre les variables choisies dans notre modèle. La variabilité des taux de change dépend dans une certaine mesure de l'instabilité d'autres variables économiques, soit par exemple, une compensation par une variabilité moins grande des taux d'intérêts.

Lorsqu'on interprète les résultats empiriques, il est bon de garder trois points en mémoire. Premièrement, la volatilité des changes a été mesurée dans la présente étude à l'aide de données trimestrielles. Les résultats empiriques ne donnent donc aucune indication sur les conséquences d'évolutions erratiques des changes qui s'étendent à plusieurs trimestres, voire à des années. Deuxièmement, l'analyse se fonde sur un modèle d'équilibre partiel et ne permet pas, par conséquent, de conclusions sur le bien-être économique. Troisièmement la variabilité des taux de change dépend, évidemment dans une certaine mesure de l'instabilité d'autres variables économiques et surtout d'alternatives politiques mises en œuvre pour réduire l'ampleur de ces fluctuations et leur impact sur le volume des échanges internationaux

Ainsi, l'examen d'une problématique différente fondée sur la théorie financière internationale et l'économie industrielle devient une avenue de recherche innovatrice extrêmement intéressante. Elle consiste à rediriger l'attention des chercheurs vers les effets du risque de change sur d'autres

variables que le volume et les prix des échanges commerciaux, a savoir des modèles modernes qui intègrent entre autres plusieurs autres éléments de la finance internationale et des fondements Propres à l'organisation industrielle. A notre avis l'attention doit se diriger dans les années qui viennent vers d'autres variables comme la production, l'emploi, production, les profits des entreprises et leurs comportements sur les marchés de capitaux.

Jusqu'à preuve du contraire, les résultats obtenus dans ce mémoire suggèrent cependant que le risque associé aux fluctuations des taux de change a un effet plutôt non significatif sur le volume des échanges sectoriels internationaux entre le Canada et les États-Unis.

- REFERENCES -

1. Akhtar, M.A. and Hilton, R.S. (1984), « Effect of exchange rate uncertainty on German and U.S. Trade », Federal Reserve Bank of New York. *Quarterly review*, pp.7-12
2. Aristotelous, K. (2001), « Exchange rate volatility, exchange rate regime, and trade volume: evidence from the UK-US export function (1889-1999) » *Economics Letter*, 72 (1), pp. 87-94.
3. Arize, A.C.(1990), «An econometric Investigation of export behavior in Seven asian developing economies », *Applied Economics*, 22, pp.891-904.
4. Arize, A .C. (1995), «The effects of Exchange-rate Volatility on U.S. Exports: an empirical investigation », *Southern Economic Journal*, 62, pp. 34-43.
5. Arize, A .C. (1996), «The impact of exchange rate uncertainty on export growth: evidence from Korean data», *International Economic Journal*, 10 (3), 49-60.
6. Arize, A.C., Osang, T.,Slottje, D.J. (2000), « Exchange rate volatility and foreign trade: evidence from thirteen LDC's», *Journal of Business and Economic Statistics* ,18, pp.10–17.
7. Arize, A.C., Malindretos,J.,Kasibhatla, K.M.(2003), «Does exchange rate volatility depress export flows: the case of LDC's », *International Advances in Economic research* , 9, pp.8-19.

8. Asseery, A. and Peel, D. A. (1991), «The effects of exchange rate volatility on exports », *Economics Letters*, 37, pp. 173-177.
9. Bahmani-Oskooee, M. and Payesteh, S. (1993), «Does exchange rate volatility deter trade volume of LDC's?» , *Journal of Economic Development*, 18 (2), pp.189 -205.
10. Bahmani-Oskooee ,M. and Kara, O.(2003), «Relative responsiveness of trade flows to a change in prices and exchange rate», *International Review of Applied Economics*, 17, pp. 293-308
11. Belanger, D. et Sylvia Gutierrez. (1990), « Impact de la variabilité des taux de change sur le commerce international : un survol critique de la littérature », *L'Actualité économique*, vol. 66, n° 1, pp. 65-83.
12. Belanger, D., Gutierrez, S., Racette, D. and Raynauld, J. (1992), «The impact of exchange rate variability on trade flows: further results on sectoral U.S. imports from Canada », *North American Journal of Economics and Finance*, 3, pp. 888-892.
13. Bini-Smaghi, L. (1991), « Exchange rate variability and trade: why is it so difficult to find any relationship? », *Applied Economics*, 23, pp. 927-936.
14. Boyd, D., G.M., Caporale, G.M., and Smith ,R.(2001), « Real exchange rate effects on the Balance of Trade: Cointegration and the Marshall-Lerner Condition », *International Journal of Finance and Economics*, 6, pp.187-200.
15. Brada, J. C., and Mendez, J . A. (1988), «Exchange rate risk, exchange rate regime and the Volume of international trade », *Kyklos*, 41, pp. 263 - 280.

16. Bredin, D., Fountas, S. & Murphy, E. (2003), « An empirical analysis of short-run and long run Irish export function: does exchange rate volatility matter? », *International Review of Applied Economics*, 17 (2), pp.193-208.
17. Broll, U. and Eckwert, B. (1999), «Exchange rate volatility and international trade », *Southern Economic Journal*, 66(1), pp. 178 - 185.
18. Chowdhury, A. R. (1993), « Does exchange rate volatility depress trade flows? evidence from error-correction models », *The Review of Economics and Statistics*, 75, 4, pp. 700-706.
19. Clark, P. B. (1973), «Uncertainty, exchange risk, and the level of international trade », *Western Economic Journal*, 11, pp.302-313.
20. Côté, A. (1986), «Les effets de la variabilité des taux de change sur le commerce international - Une analyse pour le Canada », *L'Actualité économique*, vol. 62, no 4, Décembre, pp. 501-520.
21. Côté, A. (1994), « Exchange rate volatility and trade: a survey », *Working paper*, No. 94-5, Bank of Canada.
22. Cushman, D. O. (1983), « The effects of real exchange rate risk on international Trade », *Journal of International Economics*, 15, pp. 45-63.
23. Cushman, D. O. (1986), «Has exchange risk depressed international trade: the impact of third country exchange risk », *Journal of International Money and Finance*, 5, pp. 361-379.

24. Cushman, D. O. (1988) .U.S. bilateral trade flows and exchange risk during the floating period. *Journal of International Economics*, 24, pp. 317-330.
25. De Grauwe, P. (1987), « International trade and economic growth in the european monetary sytem », *European Economic Review*, 31, pp.389-398.
26. De Grauwe, P. (1988), « Exchange rate variability and the slowdown in the growth of international trade », *IMF Staff Papers* , 35. pp. 63-84.
27. Dellas, H. and Zilberfarb, B-Z. (1993), « Real exchange rate volatility and international Trade: a re-examination of the theory », *Southern Economic Journal*, 59, pp. 641 - 647.
28. Doganlar, M. (2002), «Estimating the impact of exchange rate volatility on exports: evidence from Asian countries», *Applied Economics Letters*, 9 (13), pp.859-63.
29. Ethier,W. (1973), «International trade and the forward exchange market», *American Economic Review*, 63, 3, pp. 494-503.
30. Franke, G. (1991), « Exchange rate volatility and international trading strategy », *Journal of International Money and Finance*, 10, pp. 292-307.
31. Gagnon, J. E. (1993), «Exchange rate variability and the level of international trade », *Journal of International Economics*, 34, pp. 269-287.
32. Gotur, P. (1985), « Effects of exchange rate volatility on trade: some further evidence », *IMF Staff Papers*, vol.32, pp. 475-512.

33. Giovannini, A. (1988), « Exchange rates and traded goods prices », *Journal of International Economics*, 24, pp. 45-68.
34. Hooper, P. and Kohlhagen, S. (1978), «The effect of exchange rate uncertainty on the price and volume of international trade », *Journal of International Economics*, 8, pp. 483-511.
35. International Monetary Fund Research Department (1984), «Exchange rate volatility and world trade », Occasional Papers, No.28, July, 1984a.
36. Kenen, P. and Rodrik, D. (1986), « Measuring and analysing the effects of short-term volatility on real exchange rates», *Review of Economics and Statistics*, (Notes), pp. 311-315.
37. Klein, M. W. (1990), « Sectoral effects of exchange rate volatility on United States exports », *Journal of International Money and Finance*, 9, pp. 299-230.
38. Klassen,F.(2004), « Why is it so difficult to find an effect of exchange rate risk on trade? » , *Journal of International Money and Finance*, 23, pp. 817- 839
39. Koray, F. and Lastrapes, W. D. (1989), « Real exchange rate volatility and U.S. Bilateral Trade: a VAR approach », *The Review of Economics and Statistics*, 71, pp. 708-712.
40. Kroner, K. F. and Lastrapes, W. D. (1993), «The impact of exchange rate volatility on international trade: reduced form estimates using the GARCH-in-mean model », *Journal of International Money and Finance*, 12, pp. 298-318.

41. Lastrapes, W.D. and Koray, F. (1990), « Exchange rate volatility and U.S. multilateral trade flows», *Journal of Macroeconomics*, 12, 3, pp. 341-362
42. McKenzie, M. and Brooks, R. (1997), «The impact of exchange rate volatility on German-U.S. trade flows », *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 7, pp.73- 87.
43. McKenzie, M. D. (1998), «The impact of exchange rate volatility on Australian trade flows », *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 8, pp. 21-38.
44. Pagan, A. R. and Ullah, A. (1988), «The econometric analysis of models with risk terms», *Journal of Applied Economics*, 3, pp.87-105.
45. Pereg, E. and Steinherr, A. (1989), «Exchange rate uncertainty and foreign trade », *European Economic Review*, 33, pp. 1241-1264
46. Pozo, S. (1992), «Conditional exchange rate volatility and the volume of international trade: evidence from the early 1900's», *The Review of Economics and Statistics*, pp. 325-329.
47. Sercu, P (1988), «Exchange Risk, Exposure and the Option to Trade», Working Paper 88-17, European Institute for Advanced Studies in Management, September, 31 pages.
48. Sercu, P. (1992), «Exchange Rates, Volatility and the Option to Trade», *Journal of International Money and Finance*, 11, pp. 579-593.
49. Sercu, P. and Vanhulle, C. (1992), «Exchange rate volatility, international trade, and the value of exporting firms », *Journal of Banking and Finance*, 16, pp .155-182

50. Sercu, P., Uppal, R. (2003), «Exchange rate volatility and international trade: a general- equilibrium analysis », *European Economic Review*, 47, PP. 429- 441.
51. Siregar, R. and Rajan, R.S. (2004), « Impact of exchange rate volatility on Indonesia's trade performance in the 1990s' » , *Journal of the Japanese and International Economies*, 18 (2), pp. 218-240
52. Sukar, A.H. and Hassan, S.(2001), « US exports and time-varying volatility of real exchange rate», *Global Finance Journal*, 12 (1), pp. 109-119.
53. Taglioni, D. 2002, « Exchange rate volatility as a barrier to trade: new methodologies and recent evidence», *Economie Internationale* , 89-90(1), pp.227-259.
54. Thursby, M. C. and Thursby, J. G. (1987), « Bilateral trade flows, the linder hypothesis and exchange risk », *The Review of Economics and Statistics*, 69, pp. 488-495.
55. Viaene, J.M. and De Vries, CG. (1987), «Exchange Rate Volatility and International Trade», Cahier de recherche 8743, Département de science économique, Université de Montréal, November, 17 pages.
56. Viaene, J.M., de Vries, C.G. (1992), « International trade and exchange rate volatility », *European Economic Review*, 36, pp .1311-1321.
57. Willett, T. D. (1986), « Exchange-rate volatility, international trade, and resource allocation: a perspective on recent research », *Journal of International Money and Finance*, 5, pp. S101- S112

ANNEXE A

Définitions et sources des données

Cet annexe définit, et décrit chaque variable utilisée dans notre travail empirique. Les données nationales canadiennes proviennent de la base de données CANSIM de Statistique Canada, alors que les données internationales proviennent des bases de données de l'OCDE- *Main economic indicators*, et du Bureau Of Labor Statistics (BLS). Il s'agit de séries chronologiques trimestrielles, non désaisonnalisées sur la période 1980:Q3 - 2004:Q1

Les secteurs des exportations canadiennes désagrégées se composent de 5 secteurs principaux, soit le secteur d'énergies électriques, machineries industrielles, matériels et équipements de transports, éléments chimiques, et enfin le secteur des véhicules moteurs et leur pièces.

1. Volume des exportations réelles :

Les variables dépendantes désagrégées par secteur $i = \{1 \dots 5\}$ sont en terme réel et en millier de dollars canadiens. Le volume des exportations canadiennes vers les États-Unis sont obtenus en divisant la valeur nominale des exportations par secteur par l'indice de prix à l'exportation relatif au même secteur industriel, comme suit :

$$Q_{t \text{ CAN}}^i = \frac{X_{CAN}^i}{P_{CAN}^i}$$

Ainsi on obtient :

$$Q_{VEH} = \frac{X_{VEH}}{P_{VEH}} : \text{Volume des exportations de l'industrie véhicule moteurs}$$

Source : Statistique Canada, X-VEH : CANSIM, série 226-0001

P-VEH : CANSIM, série (228-0026,
228-0020, 228-0039).

$$Q_{MAC} = \frac{X_{MAC}}{P_{MAC}} : \text{Volume des exportations des machineries industrielles}$$

Source : Statistique Canada, X-MAC : CANSIM, série 226-0001

P-MAC : CANSIM, série (228-0026,
228-0020, 228-0039).

$$Q_{MTR} = \frac{X_{MTR}}{P_{MTR}} : \text{Volume des exportations de matériels de transports}$$

Source : Statistique Canada, X-MTR : CANSIM, série 226-0001

P-MTR : CANSIM, série (228-0026,
228-0020, 228-0039).

$$Q_{ELEC} = \frac{X_{ELEC}}{P_{ELEC}} : \text{Volume des exportations de l'énergie électrique}$$

Source : Statistique Canada, X-ELEC : CANSIM, série 226-0001

P-ELEC : CANSIM, série 228-0026,
228-0020, 228-0039).

$$Q_{CHI} = \frac{X_{CHI}}{P_{CHI}} : \text{Volume des exportations de produits chimiques}$$

Source : Statistique Canada, X-CHI : CANSIM, série 226-0001

P-CHI : CANSIM, série 228-0026,
228-0020, 228-0039).

2. Produit intérieur brut des Etats-Unis (US-GDP)

Le produit intérieur brut des USA est obtenu sur la période des années 1980 :Q3- 2004 :Q1 à partir de la base de données statistique de l'OCDE- *Main economic indicators*. Il s'agit d'une série en fréquence trimestrielle de PIB en dollar U.S. constant.

2. Indices des prix

Les données du Canada :

P-VEH : indice de prix des exportations de véhicules moteurs

Source : Statistique Canada, CANSIM.

P-_{MAC} : indice de prix des exportations de machinerie industrielle

Source : Statistique Canada, CANSIM.

P-_{MTR} : indice de prix des exportations de matériels de transports

Source : Statistique Canada, CANSIM.

P-_{ELEC} : indice de prix des exportations d'électricités

Source : Statistique Canada, CANSIM.

P-_{CHI} : indice de prix des exportations de produits chimiques

Source : Statistique Canada, CANSIM.

Les données des Etats-Unis :

P-_{US-VEH} : indice de prix industriels de véhicules moteurs

Source: Bureau Of Labor Statistics, série WPU1411

P-_{US-MAC} : indice de prix industriels de machinerie industrielle

Source: Bureau Of Labor Statistics, série WPU114

P-_{US-MTR} : indice de prix industriels de matériels de transports

Source: Bureau Of Labor Statistics, série WPU14

$P_{US-ELEC}$: indice de prix industriels d'électricités

Source: Bureau Of Labor Statistics, série WPU0543

P_{US-CHI} : indice de prix industriels de produits chimiques

Source: Bureau Of Labor Statistics, série WPU061

Notons, que pour fin d'étude, une moyenne trimestrielle fut calculée pour les indices de prix industriels des États-Unis. Les données américaine des indices de prix au Bureau Of Labor Statistics ne sont disponible que mensuellement.

4. Taux de change réel effectif

Le taux de change réel est obtenue sur une fréquence trimestrielle grâce à la série du taux de change nominal (US CND) du dollar américain contre celui du dollar canadien, à l'indice de prix a l'exportation au canada et a l'indice des prix industriels américains :

$$R_t = \left[(US\ CND) * \frac{P_{CND}^i}{P_{USA}^i} \right]$$

Le taux de change nominal qui reflète le cours comptant des cents canadien par dollar des États-Unis entre 1980 et 2004 est dérivé trimestriellement à partir de la banque de données CANSIM-Statistique Canada, Tableau 176-0049.