Trade flows, trade costs
Le cas Anderson Van Wincoop

Guillaume Daudin
EQUIPPE (Université de Lille I) & OFCE

Jérôme héricourt
EQUIPPE (Université de Lille I) & CES

Lise Patureau
EQUIPPE (Université de Lille 1) & CES

Mai 2012

1 L'équation de gravité dans le cadre du modèle d'Anderson Van Wincoop

On part du cadre le plus simple qui fonde l'équation de gravité sur le plan théorique, ie le modèle d'Anderson et Van Wincoop.

- n pays
- Dans chaque pays, entreprises produisent le même bien (CPP) $\rightarrow$ Firme représentative nationale
- Mais substutition imparfaite entre variétés nationales, préférences CES entre ces variétés
- Donc, la firme représentative dans chaque pays est en concurrence monopolistique (donc, importance de raisonner dans un cadre multipays, sinon l'hypothèse de concurrence monopolistique est invalidée)
- On raisonne à structure de production donnée, conséquence de la "modularité" de l'économie (conditionnellement à une structure de production, on peut déterminer les flux d'échange).

Dans une première étape, on raisonne en considérant un seul secteur dans l'économie.

1.1 Ménage

Dans chaque pays, consommateur représentatif, avec les préférences CES (supposons le pays j):

$$\mathcal{U}_j = \left[\sum_{i=1}^{n} c_{ij}^{\frac{\sigma-1}{\sigma}}\right]^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} \tag{1}$$

avec $\sigma > 1$ l'élasticité de substitution entre variétés nationales et c_{ij} la consommation par le pays j de la variété en provenance de i.

Remarque: On élimine le terme β_j de la specification Anderson et Van Wincoop, à garder en tête.

L'objectif du ménage représentatif j est de maximiser son utilité (1) sous contrainte budgétaire:

$$\sum_{i=1}^{n} p_{ij} c_{ij} = Y_j \tag{2}$$

Avec p_{ij} le prix du bien en provenance de i payé par le consommateur du pays j et le revenu agrégé du pays Y_j prix comme donné. En notant P_j l'indice de prix à la consommation dans le pays j, on obtient que la demande optimale pour la variété i par le consommateur j s'écrit:

$$c_{ij} = \left[\frac{p_{ij}(z)}{P_j}\right]^{-\sigma} \frac{Y_j}{P_j} \tag{3}$$

Et l'indice de prix à la consommation associé s'écrit:

$$P_j = \left[\sum_i p_{ij}^{1-\sigma}\right]^{\frac{1}{1-\sigma}} \tag{4}$$

1.2 Firme

1.2.1 Programme

Soit la firme représentative du pays i. Comme Krugman (1980), on suppose que le travail est le seul facteur de production, et que la productivité du pays est φ_i. Ie, pour produire une unité de bien il faut utiliser $1/\varphi_i$ unités de travail. De plus, les entreprises dans chaque pays doivent payer un coût fixe de production en termes de travail (domestique), noté F_i. Le salaire dans le pays i est noté w_i. Quand elles exportent, les entreprises subissent un coût de transport de type iceberg, noté $\tau_{ij} \geq 1$ pour l'exportation du pays i vers le pays j. Ce coût est mulitplicatif: Pour faire parvenir la quantité c_{ij}, il faut produire $\tau_{ij} c_{ij}$. En plus des coûts iceberg, on suppose que les entreprises supportent un coût de commerce additif: Pour une quantité consommée c_{ij}, les entreprises subissent un coût de $t_{ij} c_{ij}$.

Autrement dit, le coût total de production de la firme i s'écrit:

$$\text{Total cost}_i = \frac{w_i}{\varphi_i} \underbrace{\left[c_{ii} + \sum_{j \neq i} \tau_{ij} c_{ij}\right]}_{y_i} + t_{ij} c_{ij} + w_i F_i$$

Avec y_i la production de la firme représentative du pays i. On suppose qu'il n'y a pas de coûts de transport "intérieurs" (ie, $\tau_{ii} = 1$).

Le profit total de l'entreprise s'écrit donc:

$$\pi_i(z) = \sum_j p_{ij} c_{ij} - \frac{w_i}{\varphi_i} \left[c_{ii} + \sum_{j \neq i} \tau_{ij}^h c_{ij}\right] - \sum_{j \neq i} t_{ij} c_{ij} - w_i F_i \tag{5}$$

En concurrence monopolistique, la firme i maximise son profit sachant la demande pour sa variété qui lui est adressée (par les consommateurs des différents pays j), selon l'équation (3).

La solution du programme de maximisation du profit sous contrainte de demande est donnée par:

$$p_{ii} = \frac{\sigma}{\sigma - 1} \frac{w_i}{\varphi_i} \tag{6}$$

$$p_{ij} = \frac{\sigma}{\sigma - 1} \left[\frac{w_i \tau_{ij}}{\varphi_i} + t_{ij} \right] \tag{7}$$

En notant p_{ii} le prix du bien i vendu sur le marché local, et p_{ij} le prix du bien i sur le marché à l'exportation j.

1.2.2 Implications

- La présence de coûts de commerce additif vient invalider le "mill-pricing" strategy: le taux de marge (prix/ coût marginal) n'est plus constant.

- Ainsi, en l'absence de coûts additifs ($t_{ij} = 0$):

$$\frac{p_{ij}}{w/\varphi} = \frac{\sigma}{\sigma - 1} \tau_{ij}$$

  Ie, le taux de marge à l'exportation est augmenté du coût de transport, autrement dit le coût iceberg est supporté par le consommateur final. Le prix payé par l'importateur est égal au prix domestique, augmenté du coût de transport.

- En présence de coûts additifs ($t_{ij} > 0$):

$$\frac{p_{ij}}{w/\varphi} = \frac{\sigma}{\sigma - 1} \tau_{ij} + \frac{\sigma}{\sigma - 1} \frac{t_{ij}}{w/\varphi}$$

$$\Leftrightarrow \quad \frac{p_{ij}}{\tau_{ij} w/\varphi} = \frac{\sigma}{\sigma - 1} + \frac{\sigma}{\sigma - 1} \frac{t_{ij}}{\tau_{ij} w/\varphi}$$

$\Rightarrow$ Le taux de marge augmente avec le coût additif de commerce. Pour un cout unitaire du travail donné (w/φ), plus le cout additif de commerce est élevé, plus le prix facturé à l'importateur est élevé, ie plus l'entreprise absorbe une marge importante. Interprétation de Irrazarabal et al, car l'existence de coûts additifs réduit l'élasticité-prix de la demande (à revoir).

- Formulé autrement

$$p_{ij} = \frac{\sigma}{\sigma - 1} \frac{w_i \tau_{ij}}{\varphi_i} + \frac{\sigma}{\sigma - 1} t_{ij}$$

$$\Leftrightarrow \quad p_{ij} = \tau_{ij} p_{ii} + \frac{\sigma}{\sigma - 1} t_{ij} \tag{8}$$

  Comme $\frac{\sigma}{\sigma-1} > 1$, la firme fait payer au consommateur importateur plus que le coût de commerce additif, elle dégage une marge supplémentaire.

- On en déduit l'expression de la valeur des exportations individuelles de i vers le pays j, x_{ij}:

$$x_{ij} \equiv p_{ij} c_{ij} = \left[\frac{\sigma}{\sigma - 1} \frac{\frac{w_i}{\varphi_i}\tau_{ij} + t_{ij}}{P_j} \right]^{1-\sigma} Y_j$$

- Comme on raisonne sur une firme représentative, l'équation précédente nous donne en fait les exportations totales du pays i (vers le pays j), en valeur:

$$X_{ij} = \left[\frac{\sigma}{\sigma - 1} \frac{\frac{w_i}{\varphi_i}\tau_{ij} + t_{ij}}{P_j} \right]^{1-\sigma} Y_j \tag{9}$$

Si on exprime les exportations plutôt à partir de la relation (8), on obtient:

$$X_{ij} = \left[\frac{\tau_{ij} p_{ii} + \frac{\sigma}{\sigma-1} t_{ij}}{P_j} \right]^{1-\sigma} Y_j \tag{10}$$

1.2.3 Prix cif, prix fob et prix domestique

Clarifions ici les différents prix. Le prix cif est le prix payé par l'importateur, soit $p_{ij}^{cif} \equiv p_{ij}$. Il est usuel dans la littérature de retenir la relation suivante entre le prix cif (payé à l'entrée du port de l'importateur) et le prix fob, payé à la sortir du port de l'exportateur, noté $p_{ij}^{fob} \equiv \widetilde{p}_{ij}$:

$$\begin{aligned} & p_{ij}^{cif} = \tau_{ij} p_{ij}^{fob} + t_{ij} \\ \Leftrightarrow \quad & p_{ij} = \tau_{ij} \widetilde{p}_{ij} + t_{ij} \end{aligned} \tag{11}$$

Alors, on en déduit la relation entre le prix fob $\widetilde{p}_{ij}$ et le prix domestique $p_i i$, à partir cette relation (11) combinée avec la décision de pricing optimale (8), soit pour rappel:

$$\begin{aligned} p_{ij} &= \tau_{ij} \widetilde{p}_{ij} + t_{ij} \\ p_{ij} &= \tau_{ij} p_{ii} + \frac{\sigma}{\sigma - 1} t_{ij} \end{aligned}$$

En égalisant ces deux équations, on obtient que le prix fob ($\widetilde{p}_{ij}$) est lié au prix domestique (ie, appliqué sur le marché local, noté p_{ii}), selon:

$$\widetilde{p}_{ij} = p_{ii} + \frac{1}{\sigma - 1} \frac{t_{ij}}{\tau_{ij}} \tag{12}$$

- En l'absence de coûts additifs, le prix fob est identique au prix pratiqué sur le marché local, il est donc indépendant de la distance (des coûts) avec le marché étranger auquel il est destiné, ie

$$\widetilde{p}_{ij} = p_{ii}$$

- En présence de coûts additifs en revanche, le prix fob est *export-spécifique*, dans le sens où il le prix fob à destination du marché j devient spécifique au marché de destination. Précisément, le prix fob à destination du marché j est fonction des coûts de commerce entre le pays d'origine i et de destination j. Plus les coûts additifs de commerce sont élevés (relativement aux coûts iceberg), plus le prix fob destiné à l'exportation augmente (par rapport au prix domestique). Et par conséquent, plus le prix payé par l'importateur (p_{ij}) aussi.

- A garder en tête: Voir les slides de Julien Martin sur le lien entre prix fob et distance. Dans les data, on constate que le prix fob varie avec la distance, ce qui invalide la stratégie de mill-pricing. Est-ce croissant ou décroissant? Cela dépend de l'élasticité relative des différents trade costs (τ et t) à la distance. Qqch à exploiter?

1.3 Boucler le modèle

La première équation fondamentale du modèle de gravité est l'équation "de demande" qui donne les exportations du pays i vers j selon l'équation (9) (ou (10)).

La seconde équation fondamentale est liée au "bloc offre", qui est donnée par l'équation d'équilibre du marché du bien i, à savoir:

$$Y_i = \sum_j X_{ij}$$

1.4 Equation de gravité – Le cas avec uniquement des coûts de transport iceberg

Supposons ici $t_{ij} = 0$. Alors, il est équivalent de raisonner sur le prix fob ($\widetilde{p}_{ij}$ ou sur le prix domestique (p_{ii}). Raisonnons ici sur le prix pratiqué sur le marché domestique.

Alors les deux équations fondamentales du modèle sont:

$$X_{ij} = \left[\frac{\tau_{ij} p_{ii}}{P_j}\right]^{1-\sigma} Y_j \quad (13)$$

$$Y_i = \sum_j X_{ij} \quad (14)$$

Avec p_{ii} déterminé selon l'équation (6). En sommant l'équation (13) sur tous les pays, on a:

$$\sum_j X_{ij} = \sum_j \left[\frac{\tau_{ij} p_{ii}}{P_j}\right]^{1-\sigma} Y_j$$

Soit

$$\sum_j X_{ij} = p_{ii}^{1-\sigma} \sum_j \frac{\tau_{ij}^{1-\sigma} Y_j}{P_j^{1-\sigma}}$$

En combinant cette équation avec l'équation d'offre (14):

$$Y_i = \sum_j X_{ij} = p_{ii}^{1-\sigma} \sum_j \frac{\tau_{ij}^{1-\sigma} Y_j}{P_j^{1-\sigma}}$$

Soit

$$p_{ii}^{1-\sigma} = \frac{Y_i}{\sum_j Y_j \left(\frac{\tau_{ij}}{P_j}\right)^{1-\sigma}}$$

Définissons

$$\Pi_i^{1-\sigma} \equiv \sum_j \frac{Y_j}{Y_W} \left(\frac{\tau_{ij}}{P_j}\right)^{1-\sigma}$$

On obtient l'équation:

$$p_{ii}^{1-\sigma} = \frac{Y_i}{Y_W \Pi_i^{1-\sigma}} \tag{15}$$

Donc, en substituant $p_{ii}^{1-\sigma}$ par l'équation (15) dans l'équation de demande (13), on obtient la formulation théorique de l'équation de gravité:

$$X_{ij} = \tau_{ij}^{1-\sigma} \frac{Y_i Y_j}{Y_W} \frac{1}{\Pi_i^{1-\sigma} P_j^{1-\sigma}} \tag{16}$$

Avec $\Pi_i^{1-\sigma}$ et $P_j^{1-\sigma}$ les termes de "multilateral resistance" selon les termes d'Anderson Van Wincoop, et définis comme

$$\Pi_i^{1-\sigma} = \sum_j \frac{Y_j}{Y_W} \left(\frac{\tau_{ij}}{P_j}\right)^{1-\sigma} \tag{17}$$

$$P_j^{1-\sigma} = \sum_i \frac{Y_i}{Y_W} \left(\frac{\tau_{ij}}{\Pi_i}\right)^{1-\sigma} \tag{18}$$

Démonstration pour l'expression de $P_j^{1-\sigma}$: Pour cela, on part de l'expression de l'indice de prix P_j selon:

$$P_j^{1-\sigma} = \sum_i (\tau_{ij} p_{ii})^{1-\sigma}$$

Cette équation est obtenue en remplaçant la valeur de p_{ij} selon l'équation (8) dans la définition de l'indice de prix (4).

En remplaçant p_{ii} par sa valeur donnée par (15), on a l'équation (18).

- Anderson et Van Wincoop interprètent les termes $\Pi_i^{1-\sigma}$ et $P_j^{1-\sigma}$ comme les termes de "inward and outward multilateral resistance". Leur rôle est fondamental: Pour expliquer les flux de commerce entre les pays i et j, il faut non seulement prendre en compte la part de ces pays dans la production mondiale $\frac{Y_i Y_j}{Y_W}$ et l'ampleur des coûts de commerce bilatéraux $\tau_{ij}^{1-\sigma}$, mais aussi à quel point chacun de ces pays est "éloigné" du reste du monde: C'est le rôle des variables de résistance multilatérale.

- Permet par ex d'expliquer pourquoi le flux de commerce entre Australie et Nlle Zélande est bcp plus important qu'entre l'Autriche et le Portugal, alors que ces couples de pays ont des PIB de taille comparable et séparés par une distance similaire. Explication, parce qu'Australie et Nll Zélande bcp plus loin du "reste du monde", donc échangent bcp plus entre eux.

- Intuition: Plus un pays est "loin" (Australie, Nlle Zélande), plus son indice de prix augmente, car les trade costs viennent augmenter le prix de vente des biens (P_j croît avec τ_{ij}, $\forall$ i). Donc, il a d'autant plus intérêt à commercer avec ses voisins proches

- Pour calculer l'élasticité du commerce aux coûts de transport, omme on est fondamentalement dans un environnement multilatéral,on traite les termes de résistance multilatérale comme exogènes (ie, on ne tient pas compte de l'impact de τ_{ij} sur $P_j^{1-\sigma}$ et $\Pi_i^{1-\sigma}$. Donc, l'élasticité des flux d'exports bilatéraux entre i et j aux coûts du commerce est égale à

$$\epsilon_{X/\tau} = \frac{\partial \ln X_{ij}}{\partial \ln \tau_{ij}} = 1 - \sigma$$

- Dans l'approche économétrique, on capture fréquemment le rôle des variables Y_i, Y_j, $P_j^{1-\sigma}$ et $\Pi_i^{1-\sigma}$ par des effets fixes (même si certains travaux les estiment ensuite).

1.5 Equation de gravité avec coûts de commerce additifs

Comme précédemment souligné, le prix fob diffère maintenant du prix pratiqué sur le marché local. En accord avec la littérature en commerce international, raisonnons dans le suite sur e prix fob afin de mettre notamment en avant l'écart entre le prix fob et le prix cif.

Le modèle reste fondamentalement le même (bloc offre et bloc demande), mais il faut inclure le coût additif dans l'équation de prix, soit:

$$p_{ij} = \tau_{ij}\widetilde{p}_{ij} + t_{ij}$$

Sachant que la demande pour la variété i émise par le pays j s'écrit toujours selon l'équation (3), on obtient que les exportations en valeur entre i et j sont égales à:

$$X_{ij} \equiv p_{ij}c_{ij} = \left[\frac{\tau_{ij}\widetilde{p}_{ij} + t_{ij}}{P_j}\right]^{1-\sigma} Y_j \tag{19}$$

Avec le CPI P_j qui s'écrit maintenant:

$$P_j = \left[\sum_i p_{ij}^{1-\sigma}\right]^{\frac{1}{1-\sigma}}$$

Ce qui donne l'expression suivante pour $P_j^{1-\sigma}$:

$$P_j^{1-\sigma} = \sum_i \left[\tau_{ij}\widetilde{p}_{ij} + t_{ij}\right]^{1-\sigma} \tag{20}$$

Pour obtenir l'équation de gravité, on utilise le bloc demande donné par l'équation (19) ainsi que de la contrainte de ressources (14).

Pour cela, on fait la somme sur tous les pays j des flux d'exports de i selon l'équation (19):

$$\sum_j X_{ij} = \sum_j \left[\frac{\tau_{ij}\widetilde{p}_{ij} + t_{ij}}{P_j}\right]^{1-\sigma} Y_j$$

Soit:

$$\sum_j X_{ij} = \widetilde{p}_{ij}^{1-\sigma} \sum_j \left(\frac{\tau_{ij} + \frac{t_{ij}}{\widetilde{p}_{ij}}}{P_j} \right)^{1-\sigma} Y_j$$

En utilisant cette expression dans la contrainte de ressources (14), on a:

$$Y_i = \sum_j X_{ij} = \widetilde{p}_{ij}^{1-\sigma} \sum_j \left(\frac{\tau_{ij} + \frac{t_{ij}}{\widetilde{p_{ij}}}}{P_j} \right)^{1-\sigma} Y_j$$

On peut aussi utiliser cette équation pour exprimer le prix fob selon:

$$\widetilde{p}_{ij}^{1-\sigma} = \frac{Y_i}{Y_W \sum_j \frac{Y_j}{Y_W} \left(\frac{\tau_{ij} + \frac{t_{ij}}{\widetilde{p}_{ij}}}{P_j} \right)^{1-\sigma}}$$

En modifiant la définition de l'indice de résistance multilatérale entrant Π_i telle que (**Attention, p_{ii} intervient dans Π_i, pb? A garder en tête**):

$$\Pi_i^{1-\sigma} = \sum_j \frac{Y_j}{Y_W} \left(\frac{\tau_{ij} + \frac{t_{ij}}{\widetilde{p}_{ij}}}{P_j} \right)^{1-\sigma}$$

Alors on a

$$\widetilde{p}_{ij}^{1-\sigma} = \frac{Y_i}{Y_W \Pi_i^{1-\sigma}}$$

On va alors utiliser cette expression dans l'équation de demande (19) qui donne la valeur des exports de i vers j, dont on rappelle l'expression:

$$X_{ij} = \left(\frac{\tau_{ij} + \frac{t_{ij}}{\widetilde{p}_{ii}}}{P_j} \right)^{1-\sigma} p_{ii}^{1-\sigma} Y_j$$

On obtient par conséquent que les flux d'exports du pays i vers le pays j (en valeur), sont donnés par:

$$X_{ij} = \frac{Y_i Y_j}{Y_W} \frac{(\tau_{ij} + \frac{t_{ij}}{\widetilde{p}_{ij}})^{1-\sigma}}{\Pi_i^{1-\sigma} P_j^{1-\sigma}}$$

Avec

$$\begin{aligned}
\Pi_i^{1-\sigma} &= \sum_j \frac{Y_j}{Y_W} \left(\frac{\tau_{ij} + \frac{t_{ij}}{\widetilde{p}_{ij}}}{P_j} \right)^{1-\sigma} \\
P_j^{1-\sigma} &= \widetilde{p}_{ij}^{1-\sigma} \sum_i (\tau_{ij} + \frac{\tau_{ij}}{\widetilde{p}_{ij}})^{1-\sigma} \\
\widetilde{p}_{ij} &= \frac{\sigma}{\sigma - 1} \frac{w_i}{\varphi_i} + \frac{1}{\sigma - 1} \frac{t_{ij}}{\tau_{ij}}
\end{aligned}$$

Détails: Réécriture de $P_j^{1-\sigma}$.

Notons l'expression alternative pour le prix fob $\widetilde{p}_{ij}$:

$$\widetilde{p}_{ij}^{1-\sigma} = \frac{Y_i}{Y_W \Pi_i^{1-\sigma}} \tag{21}$$

On a au départ $P_j^{1-\sigma} = \sum_i (\tau_{ij}\widetilde{p}_{ij} + t_{ij})^{1-\sigma}$. Avec $\widetilde{p}_{ij}$ donné par (21), on peut récrire $P_j^{1-\sigma}$ selon:

$$P_j^{1-\sigma} = \sum_i \left[\tau_{ij}\left(\frac{Y_i}{Y_W \Pi_i^{1-\sigma}}\right)^{\frac{1}{1-\sigma}} + t_{ij}\right]^{1-\sigma}$$

Résumé: Equation de gravité avec coûts de commerce additifs On arrive finalement à l'équation de gravité "transformée":

$$X_{ij} = \frac{Y_i Y_j}{Y_W} \frac{(\tau_{ij} + \frac{t_{ij}}{\widetilde{p}_{ij}})^{1-\sigma}}{\Pi_i^{1-\sigma} P_j^{1-\sigma}} \tag{22}$$

Avec deux formulations possibles des indices de résistance multilatérale:

$$\begin{aligned}
\Pi_i^{1-\sigma} &= \sum_j \frac{Y_j}{Y_W}\left(\frac{\tau_{ij} + \frac{t_{ij}}{\widetilde{p}_{ij}}}{P_j}\right)^{1-\sigma} \\
P_j^{1-\sigma} &= \widetilde{p}_{ij}^{1-\sigma} \sum_i (\tau_{ij} + \frac{t_{ij}}{\widetilde{p}_{ij}})^{1-\sigma}
\end{aligned}$$

Ou encore:

$$\begin{aligned}
\Pi_i^{1-\sigma} &= \sum_j \frac{Y_j}{Y_W}\left(\frac{\tau_{ij} + \frac{t_{ij}}{\widetilde{p}_{ij}}}{P_j}\right)^{1-\sigma} \\
P_j^{1-\sigma} &= \sum_i \left[\tau_{ij}\left(\frac{Y_i}{Y_W \Pi_i^{1-\sigma}}\right)^{\frac{1}{1-\sigma}} + t_{ij}\right]^{1-\sigma}
\end{aligned}$$

Sachant que le prix fob est lié au prix domestique p_{ii} et donc, au coût marginal $\frac{w_i}{\varphi_i}$ et aux trade costs selon:

$$\widetilde{p}_{ij} = \frac{\sigma}{\sigma - 1}\frac{w_i}{\varphi_i} + \frac{1}{\sigma - 1}\frac{t_{ij}}{\tau_{ij}}$$

- Sur le plan économétrique, le fait que $\widetilde{p}_{ij}$ intervienne dans les indices de résistance multilatérale est-il un problème? A priori non, on met de toute façon un effet fixe pour capturer ces termes $\Pi_i^{1-\sigma}$ et $P_j^{1-\sigma}$.

Elasticités du commerce aux coûts du commerce Partant de l'équation de gravité (2), on peut calculer l'élasticité de X_{ij} aux coûts de commerce iceberg et additifs respectivement. On obtient:

$$\epsilon_{X/\tau} \equiv \frac{\partial X_{ij}}{\partial \tau_{ij}} \frac{\tau_{ij}}{X_{ij}} = (1-\sigma)\frac{\tau_{ij}}{\tau_{ij} + \frac{t_{ij}}{\widetilde{p}_{ij}}} \quad (23)$$

$$\epsilon_{X/t} \equiv \frac{\partial X_{ij}}{\partial t_{ij}} \frac{t_{ij}}{X_{ij}} = (1-\sigma)\frac{\frac{t_{ij}}{p_{ii}}}{\tau_{ij} + \frac{t_{ij}}{\widetilde{p}_{ij}}} \quad (24)$$

- En l'absence de coûts additifs, on retrouve bien le résultat que l'élasticité des flux aux trade costs (iceberg) est égale à $(1-\sigma)$.
- En présence de coûts additifs, l'élasticité des flux agrégés de commerce aux trade costs n'est plus constante. Elle dépend fondamentalement de la composition des coûts du commerce, ie de leur répartition entre coûts additifs et multiplicatifs.
- Pour le voir clairement, il est utile de définir une mesure des coûts totaux du commerce comme l'écart (ou le ratio) entre le prix fob (au départ du port d'origine) et le prix cif (à l'entrée du port de destination), soit:

  $$T_{ij} = \frac{p_{ij}^{cif}}{p_{ij}^{fob}} = \frac{p_{ij}}{\widetilde{p}_{ij}}$$

  Ainsi défini, plus T_{ij} est supérieur à 1, plus les coûts de commerce (entre i et$j$) sont élevés. Etant donnés la relation entre prix cif et prix fob (11), on peut récrire T_{ij} selon:

  $$T_{ij} = \tau_{ij} + \frac{t_{ij}}{\widetilde{p}_{ij}}$$

  Alors, les élasticités des flux du commerce bilatéraux aux trade costs (iceberg et additifs) (23) et (24) s'écrivent respectivement:

$$\epsilon_{X/\tau} = (1-\sigma)\frac{\tau_{ij}}{T_{ij}} \quad (25)$$

$$\epsilon_{X/t} = (1-\sigma)\frac{\frac{t_{ij}}{\widetilde{p}_{ij}}}{T_{ij}} \quad (26)$$

- Plus les coûts iceberg ont une part importante dans les coûts de commerce totaux (ie, τ_{ij}/T_{ij} élevé), plus tcepa cela réduit l'élasticité des flux de commerce aux coûts additifs, plus ca l'augmente par rapport aux coûts iceberg.
- Ce que ça indique: la composition des coûts du commerce joue dans la sensibilité des trade flows aux trade costs. Possibilité de relation non linéaire?
- Par rapport à l'élasticité des flux aux coûts additifs, attention délicat ce qui compte ce n'est pas tant le cout additif *per*, que le coût additif relativement au prix fob. Interprétation?

2 Resumé et stratégie

On a l'équation de gravité "augmentée":

$$X_{ij} = \frac{Y_i Y_j}{Y_W} \frac{(\tau_{ij} + \frac{t_{ij}}{p_{fob,i}})^{1-\sigma}}{\Pi_i^{1-\sigma} P_j^{1-\sigma}}$$

Le problème est que les trade costs (additifs, iceberg) sont inobservables. On ne peut donc tester cette équation de gravité "telle quelle". Solution adoptée dans la littérature: supposer que les trade costs sont liés à la distance (ainsi qu'un certain nombre de contrôles).

Avec donc T_{ij} la mesure des coûts du commerce:

$$T_{ij} = \tau_{ij} + \frac{t_{ij}}{\widetilde{p}_{ij}}$$

Dès lors que $\tau_{ij} > 1$ ou que $t_{ij} > 0$, il y a des obstacles au commerce international, ie $T_{ij} > 1$.

Alors, l'équation de gravité se récrit:

$$X_{ij} = \frac{Y_i Y_j}{Y_W} \frac{(T_{ij})^{1-\sigma}}{\Pi_i^{1-\sigma} P_j^{1-\sigma}}$$

T_{ij} reste inobservable. Mais on a le prix cif/fob dont on peut se servir. Si on suppose, comme la littérature, que les trade costs sont fonction de la distance, et de variables de contrôle, selon:

$$\begin{aligned} \tau_{ij} &= (dist)^{\rho_I} \times (contig)^{\rho_I^c} \\ t_{ij} &= (dist)^{\rho_A} \times (contig)^{\rho_A^c} - 1 \end{aligned}$$

Attention, oubli du terme -1, modifier aussi dans les programmes d'extimation.

La démarche retenue serait en deux étapes.

Etape 1 : Estimer le rôle des coûts de transport additifs vs iceberg dans la mesure des trade costs. Pour cela, on estime

$$T_{ij} = \underbrace{(dist)^{\rho_I} \times (contig)^{\rho_I^c}}_{\tau_{ij}} + \underbrace{\frac{(dist)^{\rho_A} \times (contig)^{\rho_A^c}}{p_{fob,i}}}_{\frac{t_{ij}}{p_{fob,i}}} \quad (27)$$

En utilisant le ratio cif/fob (observé) comme mesure de T_{ij}.

Donc, dans cette étape, on estime cette équation, année par année, dans l'objectif d'estimer $\widehat{\rho}^I$ et $\widehat{\rho}^A$ (de même que $\widehat{\rho}_I^c$ et $\widehat{\rho}_A^c$).

Intuition: On veut montrer que $\widehat{\rho}_A \neq 0$ (et $\widehat{\rho}_A^c \neq 0$).

Pour anticiper sur la prise en compte des secteurs Nos données de prix cif et fob sont sectorielles, donc si on note k l'indice du secteur, on spécifie la relation entre trade costs et distance **au niveau sectoriel** selon:

$$\begin{aligned}
\tau_{ij}^k &= (dist)^{\rho_I} \times (contig)^{\rho_I^c} \times F_k \\
t_{ij}^k &= (dist)^{\rho_A} \times (contig)^{\rho_A^c} \times F_k - 1
\end{aligned}$$

Avec F_k un effet fixe secteur.

Etape 2 : Si on veut se rapprocher de l'équation de gravité. Idée

- A l'étape 1, estimer les divers coefficients ρ et montrer que les ρ_A sont significativement différents de 0. Ie, il existe des coûts additifs du commerce.
- S'en servir alors pour reconstruire une série de τ_{ij} et de t_{ij} à partir de ces coefficients estimés et du ratio $T_{ij}^k = \frac{p_{ij}^k}{\widetilde{p}_{ij}^k}$

$\Rightarrow$ Premier apport: Le faire année par année, ce qui nous donne tout d'abord une évolution temporelle des ρ (sensibilité des trade costs à la distance)

$\Rightarrow$ Second apport: En déduire l'évolution de la composition des coûts du commerce (comment a évolué la part τ_{ij}/T_{ij} par exemple)

- Troisième étape, et troisième apport: Calculer l'élasticité des flux de commerce aux trade costs, à partir des équations (23 et (24) (ou, (25 et (26)). Idée, montrer que même dans ce cadre extrêmement simple, ne pas tenir compte des coûts de commerce additifs dans les estimations usuelles des équations de gravité revient à biaiser la sensibilité des flux aux trade costs. En supposant que notre modèle est le "vrai"DGP des données, pour une valeur de σ (calibrée) donnée, la comparaison de $(1-\sigma)$, ie l'élasticité des trade flows aux trade costs quand on ne considère que des coûts iceberg (Equation (23) pour $t_{ij}=0$), avec celle obtenue quand on tient compte des coûts additifs (Equation (23)), alors on montre à quel point la littérature "se trompe".

Mais tout ça... repose sur la question de l'agrégation des secteurs. Dans notre estimation, on a (environ) 5000 secteurs, 150 pays origine et 150 pays destination: On estime donc non pas l'équation (27), mais cette équation au niveau sectoriel en incluant des effets fixes secteur, soit:

$$T_{ij}^k = \underbrace{(dist)^{\rho_I} \times (contig)^{\rho_I^c} \times F_k^{\rho_I^k}}_{\tau_{ij}^k} + \underbrace{\frac{(dist)^{\rho_A} \times (contig)^{\rho_A^c} \times F_k^{\rho_A^k}}{\widetilde{p}_{ij}^k}}_{\frac{t_{ij}^k}{p_{fob,ij}^k}} \tag{28}$$

Si on estime une unique valeur de $\widehat{\rho}_I$, $\widehat{\rho}_I^c$, $\widehat{\rho}_A$, $\widehat{\rho}_A^c$, on estime aussi $K-1$ valeurs de $\widehat{\rho}_I^k$ et $K-1$ valeurs de $\widehat{\rho}_A^k$, avec K le nombre de secteurs: soit, environ 5000 coefficients à chaque fois. Par conséquent, quand on reconstruit les séries de trade costs, on a (théoriquement) une série de τ et de t par secteur/pays origine/pays destination. Autrement dit, on a "trop" de résultats.

- Agréger par secteur: pour chaque secteur k, comment évolue 1°) les coûts du commerce totaux (T^k), et 2°) la composition entre trade costs iceberg et additifs? Peut-on identifier des secteurs où les coûts du commerce ont plus baissé que d'autres? En regarde=ant les ρ cette fois, par rapport à la problématique de la sensibilité des trade costs à la distance, est-ce qu'on observe que la sensibilité des coûts iceberg à la distance a baissé, mais que c'est compensé (ou pas), par l'évolution de cette sensibilité au niveau des coûts additifs? Est-il possible, en agrégeant sur tous les secteurs, de dégager un schéma temporel général de 1°) le niveau des coûts totaux du commerce, 2°)la composition de ces coûts du commerce (entre iceberg et additifs), et 3°) de la sensibilité de ces coûts à la distance?

- Au niveau de l'élasticité des flux du commerce aux trade costs: Reprendre la façon de faire des papiers qui estiment des équations de gravité.

  Sur le plan théorique, étendre le modèle d'Anderson et Van Wincoop au cas multisecteurs. Reprendre le Imbs et Méjean sur cette question, voir comment se fait l'agrégation.

- Bref, question à travailler. Mais je pense problématique intéressante non?