



UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

École de gestion

## **Mémoire de recherche**

# **Commerce International de l'eau et la relation nord-sud**

Présenté par

**GHARBI Mohamed Aziz**

Supervisé par

**GERVAIS Antoine**

**HE Jie**

**Année Universitaire :**

**2019-2020**

## Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à ma petite famille et à sa tête ma chère maman Nour El Houda Kourda et mon cher papa Salah Gharbi pour tous les sacrifices et le soutien qu'ils m'ont consentis. Je dédie ce travail à tous mes amis et surtout les plus proches parmi eux pour leur soutien. Enfin, je ne peux ne pas mentionner certains de mes anciens professeurs qui m'ont toujours encouragé afin que j'atteigne mes objectifs tout en m'incitant à chaque fois à faire les choses de la meilleure des manières.

J'espère qu'ils apprécieront, tous, mon travail et qu'il sera à la hauteur de leurs attentes.

## Remerciements

Je tiens à remercier en premier lieu mes professeurs encadrants Monsieur GERVAIS Antoine et Madame HE Jie pour m'avoir permis de mener à bien ce travail et ce grâce à leurs pertinentes remarques, leurs judicieux conseils, leur grande patience et leur actif suivi. C'était un grand honneur de travailler sous leurs directives.

Il m'est également agréable de remercier Monsieur RICHARD Patrick pour avoir accepté d'examiner et d'évaluer ce modeste travail.

## Table des matières

Dédicaces .....	I
Remerciements .....	II
Table des matières .....	III
Listes des tableaux.....	IV
Résumé .....	V
I. Introduction .....	1
II. Revue de littérature.....	5
III. Le modèle théorique de gravité .....	9
IV. Données et mesures .....	14
V. Résultats .....	20
VI. Conclusion.....	35
Référence Bibliographiques.....	i
Appendice .....	v

## Listes des tableaux

<b>Tableau 1 :</b> Statistique descriptive des variables utilisées .....	19
<b>Tableau 2:</b> les équations de gravité du commerce de l'eau poisson panel data avec des effets fixes et R_PIB comme mesure d'inégalité de richesse en présence et en absence d'hétéroscédasticité .....	20
<b>Tableau 3:</b> l'équations de gravité du commerce de l'eau poisson panel data robuste à l'hétéroscédasticité avec des effets fixes avec R_PIB comme mesure d'inégalité de richesse .....	24
<b>Tableau 4:</b> l'équations de gravité du commerce de l'eau poisson panel data robuste à l'hétéroscédasticité avec des effets fixes avec R_PIB comme mesure d'inégalité de richesse .....	27
<b>Tableau 5:</b> l'équations de gravité du commerce de l'eau poisson panel data robuste à l'hétéroscédasticité avec des effets fixes avec Gov comme mesure d'inégalité d'efficacité gouvernementale et avec Pol comme mesure d'inégalité de stabilité politique .....	31
<b>Tableau 6:</b> l'équations de gravité du commerce de l'eau poisson panel data robuste à l'hétéroscédasticité avec des effets fixes avec Pauv comme mesure d'inégalité de pauvreté .....	34

## Résumé

Ce travail scientifique a pour but de comprendre l'impact de la relation Nord-Sud sur le commerce international de l'eau. Dans ce contexte, moyennant un modèle de gravité estimé PPML robuste à l'hétéroscédasticité et avec des effets fixes individuels par an pour l'exportateur et l'importateur et en se basant sur des données relatives à 238 pays dans le monde durant la période comprise entre 1996 et 2017, j'ai pu découvrir qu'à l'échelle internationale, le flux de commerce international de l'eau où un des partenaires commerciaux est un pays du Nord et l'autre est du Sud n'est pas le flux commercial dominant et que le commerce entre 2 pays du Sud est le flux de commerce qui a accaparé la majorité des flux du commerce de ce bien. De plus, la distance demeure toujours une friction du commerce. Cependant, en se focalisant juste sur les flux de commerce de type Nord-Sud, je viens de constater que les pays du Nord ont tendance à importer l'eau comme inputs pour leurs productions et ainsi garder le niveau de développement en dépit de la distance. De plus, l'importance des accords bilatéraux entre le Nord et le Sud et l'aide faite par le Nord au Sud favorisent l'importation d'eau par le Nord. Cependant, si on se concentre sur les pays du Sud qui sont exportateurs d'eau, il est remarquable que le cas diffère selon les pays. En effet, certains sont très riches en eau et ce bien demeure la source majeure de croissance économique ; cependant, d'autres sont pauvres en cette ressource et, à cause de l'instabilité politique et l'inefficacité des gouvernements, ces nations demeurent encore des exportateurs d'eau. De plus, au niveau des pays du Sud, à cause de l'aide donnée par le Nord au Sud et malgré la pauvreté au niveau de dernier, plus le pays du Sud est pauvre, plus il a tendance à exporter de l'eau.

**Mots clés:** Commerce international; l'eau ; modèle de gravité ; Maximum de vraisemblance de la loi de poisson

## I. Introduction

La répartition Nord-Sud est une répartition du monde qui a vu le jour dans le rapport « Nord-Sud : un programme de survie » de Willy Brandt en 1980. Le Nord englobe les États Unis d'Amérique, le Canada, la Turquie, Israël, La Corée du Sud, le Japon, Taïwan, Singapour, l'Australie, la Nouvelle-Zélande et tous les pays d'Europe ; tandis que le reste des pays du monde regroupent le Sud. Cette répartition du monde a été sujette à différents travaux scientifiques ayant comme sujet de focalisation le commerce international des ressources naturelles dont ceux de Chichilnisky (1993 ; 1994) font partie.

Dans ce même contexte, le travail que je vais vous présenter va se focaliser sur l'impact de la relation Nord-Sud sur le commerce international de l'eau. Cet intérêt au marché international de l'eau est dû à certaines motivations. En effet, d'une part, selon les données de l'Organisation mondiale de la santé (OMS), 2,16 milliard d'habitants dans le monde, soit 29% de la population mondiale, ne jouissent ni d'une source d'eau disponible ni d'une source d'eau non contaminée. De plus, selon Gleick (2014), dans le monde, la totalité d'offre d'eau douce est nettement supérieure à la demande globale du même produit. Toutefois, en se basant sur les données de l'Institut Internationale de la gestion de l'eau (IWMI), 1,2 milliard de personnes dans le monde, équivaut à presque 20% de la population mondiale, vivent dans des zones de rareté d'eau où l'exploitation de l'eau dépasse 75% du flux hydrique. En sus, 500 millions d'habitants vivent dans les régions se rapprochant de la rareté hydrique. De plus, 1,6 millions de personnes vivent dans des zones de rareté économique d'eau c'est-à-dire que l'eau est disponible mais la capacité humaine ou les ressources financières limitent l'accès à l'eau (IWMI, 2007). En résumé, la rareté de l'eau est due, mis à part au problème naturel, à la surexploitation de l'eau, la faible maintenance de l'infrastructure relative à la ressource hydrique et le système adéquat de gestion (Organisation des Nations Unies (ONU), 2012). D'autre part, comme l'évoque Delacámara et Gómez (2015), le commerce de l'eau demeure une stratégie pour lutter contre la pénurie. Dans ce même contexte, Huffman (1994) le recommande aussi en prenant comme exemple le marché d'eau entre les pays de l'Accord de libre-échange nord-américain (NAFTA) qui sont le Mexique, le Canada et le États-Unis d'Amérique. Cependant, sans élaborer de modèles économétriques mais en décrivant plusieurs situations, certains auteurs ont essayé de recenser les avantages et les inconvénients à propos du commerce de l'eau. Pour ce qui concerne les avantages du commerce de l'eau, à cause du réchauffement climatique, l'eau se fait de plus en plus rare. À vrai dire, les ressources hydriques sont affectées par la pluviométrie et l'évaporation de l'eau. Ces dernières sont vraiment touchées par le phénomène du changement climatique.

Par conséquent, pour les pays riches en eau, cette dernière devient une source d'argent assez considérable et le commerce de l'eau peut être une véritable alternative pour lutter contre la pénurie d'eau (Cuthbert, 2012 ; Knuston, 2013). Dans ce sens, l'exemple du projet de commerce d'eau entre la Turquie et Israël en est la preuve. En réalité, Israël prévoyait d'importer 50 millions de mètre cube (m<sup>3</sup>) d'eau par an à hauteur de 0,75\$/m<sup>3</sup> de la Turquie durant 20 ans. Cette quantité est équivalente à 2,5% de la consommation annuelle israélienne en eau fraîche (Global Water Intelligence, 2002). En outre, l'export d'eau permet de créer de l'emploi et ainsi réduire le chômage (Bouthillier, 2000). Concrètement, ce plan permettait à des compagnies israéliennes de signer des contrats d'infrastructure pour 700 millions US\$ pour faciliter l'export de l'eau (Cuthbert, 2012). De plus, le commerce de l'eau va réduire la soif dans les pays pauvres en eau. De surcroît, l'export de l'eau permet à l'exportateur d'avoir une meilleure place dans la région qu'il approvisionne et lui permet d'avoir de bonnes relations sur tous les plans (Cuthbert, 2012). Cependant, comme prévu puisque le marché de l'eau a des avantages, celui-ci possède des inconvénients. En effet, selon Cuthbert (2012), étant donné l'importance de l'eau pour la subsistance de la société, sa prospérité et son développement, l'export actuel de l'eau risque de causer un déficit hydrique futur pour l'exportateur d'eau. En plus de cela, le coût de déplacement de l'eau est vraiment élevé. Concrètement, d'après Tokyay (2012), le coût de la construction d'un pipeline souterrain afin de véhiculer l'eau de la Turquie vers les chypriotes turcs s'élevait à 478 millions US\$. En outre, les négociations pour l'export de l'eau en masse s'avèrent être difficiles et très susceptibles de tomber à l'eau. En réalité, en 2002, après 3 ans de négociation, les israéliens et les turcs se sont mis d'accord sur le projet d'importation d'eau vers Israël. Toutefois, cet accord n'a pas atteint son objectif final à cause d'un incident diplomatique entre les 2 pays (Cuthbert, 2012). En sus, la construction et le transport de l'eau coûte terriblement à l'environnement sous l'effet des intenses émissions de gaz à effet de serre ainsi que la défaillance au niveau du cycle de l'eau en raison du prélèvement massif de la ressource hydrique (Cuthbert, 2012). De surcroît, selon Bouthillier (2000), bien que le marché international de l'eau va être bénéfique dans le but de réduire le chômage, cet effet positif est nettement moins intense que celui de la surexploitation des ressources hydriques dans le but de commercialiser l'eau à l'échelle internationale. Au surplus, la non-réglementation du marché de l'eau à l'échelle mondiale et sa non-application d'une manière stricte à travers le monde engendre un risque de perte de souveraineté des pays exportateurs d'eau. Enfin, Knuston (2013) a mentionné un autre désavantage. Effectivement, il a stipulé que le coût de transaction n'est pas bien estimé puisque la tierce partie n'est pas vraiment prise en considération.

Ainsi, étant donné ce que je viens de déclarer précédemment, mon travail a pour but de répondre à ces 2 questions : Premièrement, quel est le poids du flux de ce commerce lorsqu'il y a 2 partenaires commerciaux où l'un est un pays du Nord et l'autre est un pays du Sud par rapport au flux général de cette activité commerciale ? Deuxièmement, si on se focalise juste le flux de ce commerce où il y a un partenaire commercial qui est un pays du Nord et l'autre qui est un pays du Sud, est-ce que l'eau circule en majorité du Nord vers le Sud ou inversement et quels sont les facteurs qui influencent le sens du flux du commerce ? Personnellement, je suppose, étant donné l'importance des relations commerciales entre le Nord et le Sud ainsi que les différents dons émis par le Nord vers le Sud, que le commerce international de l'eau serait en majeure partie accaparé par le flux où on retrouve 2 partenaires commerciaux dont l'un est un pays du Nord et l'autre est un pays du Sud. De plus, je présume que l'eau serait exportée par le Sud et destinée vers le Nord si on se limite seulement au flux où il y a un partenaire commercial qui est un pays du Nord et l'autre qui est un pays du Sud.

Ces deux questions représentant l'axe de mon travail sont d'une importance telle pour différentes raisons. En effet, l'eau n'est pas comme toutes les autres ressources naturelles : il représente un droit vital aux êtres humains. Ainsi, transformer son état de bien vital à un bien lucratif a suscité ma curiosité afin de connaître l'intérêt de cette transformation. En d'autres termes, ce commerce va-t-il représenter un moyen de réduire la soif dans le monde ou bien le contraire ?

Pour cela, j'ai collecté les données relatives à 238 pays à travers le monde entre 1996 et 2017 afin de réaliser un modèle de gravité permettant de mieux éclaircir ma problématique. Ce modèle fut choisi car il permet d'expliquer le flux de commerce d'un point de vue direction et d'un point de vue intensité en se basant sur des facteurs bien pertinents à savoir les différences entre les partenaires commerciaux en se basant sur des données économiques ou sociales, les données géographiques comme la distance et les frontières communes et des informations liées à la culture comme les langues communes. En plus de cela, une mesure d'inégalité fut créée. Cette mesure est sous la forme d'un rapport dans le cas du produit intérieur brut (PIB) par habitant afin de décrire le rapport du produit intérieur brut (PIB) par tête de l'importateur par rapport à l'exportateur et dans le cas de l'indice de pauvreté dans le but de présenter le rapport de pauvreté de l'exportateur par rapport à l'importateur. Cette même mesure est sous forme d'une différence dans le cas de l'efficacité gouvernementale et la stabilité politique pour représenter l'écart de l'efficacité gouvernementale et la stabilité politique de l'exportateur par rapport à l'importateur. Cette variable a pour but d'illustrer l'influence de l'avantage comparatif

entre les partenaires commerciaux sur le sens du flux du commerce international de l'eau. En outre, selon l'objectif de chaque modèle estimé, j'ai utilisé les données de commerce qui sont tout simplement celles relatives à l'exportation ou l'importation. En sus, en rapport avec ce que je viens juste d'évoquer, le rapport de PIB va être une variable indépendante dans le cas où l'importation est la variable dépendante ; tandis que les autres mesures d'inégalité vont être considérées comme variables indépendantes lorsque l'exportation est la variable dépendante. Par conséquent, le modèle de gravité va être le moyen idéal de comprendre l'influence sur les variables de commerce des autres variables précédemment citées.

Les résultats obtenus, contrairement à ce qui était prévu, ont montré que la majeure partie du marché international de l'eau est accaparée non pas par le flux du commerce où l'un des partenaires commerciaux est du Nord et l'autre est du Sud mais par celui où les 2 partenaires commerciaux sont du Sud et ceci malgré les aides apportées par le Nord dans le but de soutenir le Sud et en dépit des accords commerciaux signés. Cependant, en restreignant les données collectées afin de se focaliser seulement sur les flux de commerce où l'un des partenaires commerciaux est du Nord et l'autre est du Sud, j'ai bien constaté que le Nord a tendance à importer de l'eau afin de maintenir son niveau de développement économique au même niveau et le Sud a plus tendance à importer et ceci pour différentes raisons. Tout d'abord, le poids des accords commerciaux signés entre le Nord et le Sud ainsi que celui des aides données par le Nord au Sud sont bien considérables puisque ces derniers favorisent l'importation de l'eau par le Nord. De plus, dans certains pays du Sud, l'exportation de l'eau représente une source de développement économique et accapare une bonne partie de leurs PIB. En outre, d'autres pays du Sud, à cause de l'absence de loi limitant l'exportation de l'eau suite à l'inefficacité de leurs gouvernements respectifs ou bien à cause de l'instabilité politique, possède un avantage comparatif favorisant l'exportation de l'eau en dépit de l'insatisfaction des besoins de leurs sociétés respectives en eau et de leurs niveaux respectifs élevés de pauvreté. Par conséquent, le commerce de l'eau entre Nord et le Sud ne représente pas un moyen de réduire la soif.

Dans ce qui va suivre, je vais énumérer certains travaux scientifiques qui ont eu comme sujet d'étude le commerce international entre le Nord et le Sud (Partie 2). Ensuite, je vais décrire les différents modèles théoriques de gravité ainsi que le modèle qu'on va adopter dans notre travail scientifique (Partie 3). Ensuite, on s'intéressera aux données collectées et aux variables utilisées (Partie 4) et aux résultats de notre estimation et à la discussion des résultats obtenus (Partie 5).

## II. Revue de littérature

Au niveau de cette partie, les travaux scientifiques relatifs à l'impact de la relation Nord-Sud sur le commerce international des ressources naturelles. En effet, cette répartition du monde évoqué précédemment a été sujette à plusieurs travaux scientifiques en commerce international.

Chichilnisky (1993) a essayé d'établir un équilibre général en concurrence parfaite au niveau Nord-Sud en se basant sur le modèle Hecksher-Ohlin c'est-à-dire le modèle élaboré en se basant sur 2 pays, 2 biens de production et 2 inputs parfaitement mobiles. De plus, la fonction de production est homogène de degré 1 et les prix sont exogènes. En plus de cela, chaque pays exporte le bien intensif en ses ressources les plus abondantes et importe l'autre. En sus, plus il y a de variation de dotation entre 2 pays, plus il y a de croissance du volume du commerce. Il a pu démontrer que les droits de propriétés des inputs naturels jouent un rôle important dans le commerce Nord-Sud. En effet, la réglementation bien établie relative aux droits de propriété des ressources naturelles au Nord rendent la sensibilité assez faible aux variations des prix en comparaison avec le Sud où les droits de propriété sont mal fixés. C'est pour cette raison, le Sud exporte beaucoup plus de biens intensifs en ressources naturelles. Cette surexploitation des ressources naturelles engendre bien évidemment une diminution des prix. Toutefois, cette surexploitation permet au Sud d'avoir un avantage comparatif pour les biens intensifs en ressources naturelles.

Chichilnisky (1994), dans la continuité de Chichilnisky (1993), en supposant une fonction de production avec un rendement d'échelle constant et la variation des dotations selon le prix du facteur, a montré que les différences au niveau des droits de propriété des ressources naturelles engendrent un problème majeur au niveau du commerce Nord-Sud. En effet, les pays en voie de développement, les pays du Sud, exporte des biens qui sont intensifs d'un point de vue environnemental même s'ils n'ont pas satisfait leurs propres besoins en ces produits. Par conséquent, le Sud surproduit et le Nord surconsomme malgré le maintien de l'équilibre au niveau des marchés des biens et des prix. En sus, l'export de la ressource naturelle est un important moyen de la subsistance de ces pays du Sud.

Margolis (2009) a voulu généraliser le travail Chichilnisky (1994) en développant des arguments solides aux affirmations non justifiées de Chichilnisky qui sont relatives à la perte du Sud au niveau du volume du commerce et au niveau du changement des prix. Dans ce contexte, au lieu de se limiter à 2 biens, il s'intéresse à  $n$  biens de consommation. Il a pu démontrer, grâce à l'équilibre de plein emploi, à une fonction de production et à une fonction de revenu national,

qu'en cas de libre marché, le Nord est à la fois un net importateur de ressources naturelles. En plus de cela, il a stipulé que le Nord est toujours bénéficiaire du commerce tandis que le Sud est déficitaire puis que la surexploitation des ressources naturelles de l'exportateur dans ces inputs engendre toujours une diminution de prix de vente et aura constamment des effets négatifs sur la durabilité de cette activité au niveau de l'économie du pays du Sud.

Dans la même conjoncture, Giampietro et Mayumi (1998) a indiqué que la surexploitation des ressources naturelles au Sud demeure toujours car l'objectif des pays du Sud est le gain économique immédiat sans tenir compte de la durabilité de ce commerce.

Cabo et al. (2005) se sont aussi focalisés sur le commerce Nord-Sud des ressources naturelles. Ce travail est réalisé en supposant que le Sud et le Nord sont 2 régions qui s'échangent entre eux. En se basant sur la maximisation de l'utilité intertemporelle du Nord sous contrainte du développement du capital et la technologie et sur la maximisation de l'exploitation des ressources naturelles sous contrainte du niveau d'exploitation qui est lié au facteur humain et aux stocks de ressources naturelles, ils ont déterminé les hamiltoniens relatifs au Nord et au Sud, et ainsi la trajectoire optimale du commerce et la trajectoire d'équilibre qui est caractérisée par une croissance constante des variables. En déterminant la dynamique des ressources, ils ont conclu que la production du Nord est basée sur le capital, le travail et les ressources importées du Sud dont sa production se repose sur l'extraction des ressources naturelles. Dans ce contexte, les auteurs ont pu démontrer qu'il existe un moyen d'obtenir un développement durable au Nord et une croissance continue au Sud sans que ce dernier n'épuise ses ressources. Ce moyen ne peut être obtenu que si le capital physique, la technologie, la consommation et les prix des inputs basés sur les ressources augmentent à un même taux constant. À ce même niveau, l'accumulation continue du capital physique et de la technologie au Nord permettent d'avoir un taux constant positif de développement au niveau de la production et la consommation. Cependant, les pays du Nord paient à un prix croissant afin d'obtenir les inputs naturels dont la productivité augmente constamment. Ainsi, le commerce international est la manière à travers laquelle il y a transmission partielle du développement économique du Nord au Sud. Par conséquent, les gains de commerce de même que la consommation au Sud augmentent régulièrement.

Sen (2006), dans le même contexte que Cabo et al. (2005), a stipulé que le Sud est un price-taker. De plus, il a affirmé que le Nord considère que la nature est un facteur de production. En plus de cela, à cause du fait de la faiblesse de la réglementation et les rumeurs de corruption, le problème de droit de propriété des ressources naturelles demeure dans le Sud. Ainsi, le Sud a

un avantage comparatif concernant les ressources naturelles puisqu'en sus, le coût de l'environnement n'est pas réellement déclaré au niveau du coût du commerce.

Disdier et al. (2014) ont cherché à connaître les effets des clauses d'harmonisation des normes contenues dans plusieurs accords commerciaux entre le Nord et le Sud sur le commerce international. Pour cela, ils ont adopté le pseudo-maximum de vraisemblance de poisson comme technique d'estimation du modèle de gravité et, ainsi, ont suivi le modèle de Santos Silva et Tenreyro (2009) afin d'éviter le biais dû à l'hétéroscédasticité et le problème de l'absence de commerce entre un couple de pays. Ils ont pu démontrer, qu'une harmonisation au niveau du commerce entre le nord et le sud est sérieusement nuisible à l'évolution du commerce sud-sud et une harmonisation des normes régionales affecte négativement les exportations provenant du sud et destinées au nord. De plus, l'harmonisation au niveau du commerce de type Nord-Sud réside dans le renforcement des relations commerciales bilatérales moyennant les accords commerciaux. Ceci engendre une augmentation du niveau d'intégration économique et par conséquent une baisse tarifaire du commerce.

Le commerce entre le Nord et le Sud est aussi consolidé grâce aux aides attribuées par le Nord et destinées au Sud. En effet, Pettersson et Johansson (2013) ont étudié la relation entre les dons et les aides pour le commerce et le commerce bilatéral. Dans ce travail, en se basant sur 184 pays durant la période comprise entre 1990 et 2005, ils ont estimé le modèle de gravité augmenté sur la base du modèle de Helpman, Melitz, and Rubinstein (2008). Ce modèle est estimé en 2 étapes. En effet, la première sert à estimer la marge extensive en se basant sur modèle Probit et la seconde sert à estimer la marge intensive moyennant une estimation d'un modèle par la méthode des moindres carrés non-linéaires. Ceci est dans le but d'inclure les cas où il y a absence de commerce entre 2 pays durant une année. En plus de cela, le modèle proposé par Pettersson et Johansson (2013) se base sur un groupe de variables nécessaires au modèle de gravité comme le produit intérieur brut (PIB), la population, la distance et la présence d'accords commerciaux où ces variables, mis à part la distance, sont indexées de « t » puisqu'elles varient dans le temps. Toutefois, les variables relatives aux dons sont indexées de « t-1 ». Enfin, il est à mentionner que ces auteurs ont incorporés des effets fixes relatifs à l'exportateur, à l'importateur et au temps. Ils ont démontré que l'existence d'une corrélation entre les aides et les exports des donneurs est similaire à celle entre les aides et les exports des récepteurs de dons. De plus, ils ont stipulé qu'une relation bilatérale appuyée sur les aides réduisent les frictions liées à la distance et par conséquent la distance n'a plus vraiment cet effet négatif tant attendu sur le commerce bilatéral. Ce point est bel bien remarqué au niveau des exports des

ressources stratégiques du récepteur de don. En effet, ils ont mis en évidence comment ces aides favorisent l'export des ressources naturelles du Sud vers le Nord surtout lorsque les aides sont destinées au pays africains sub-sahariens et bien sûr les ressources naturelles sont importées par les donateurs qui sont les pays du Nord.

Melitz (2006) a étudié l'impact de la distance au niveau du modèle de gravité en s'intéressant au commerce Nord-Sud en émettant comme hypothèse que les différences de dotation entre le Nord et le Sud favorise le commerce international en dépit de la distance. En effet, moyennant des données relatives à 157 pays durant la période comprise entre 1970 et 1995, l'auteur a adopté le modèle d'Anderson et van Wincoop (2003). Ce modèle est estimé en supposant le concept d'avantage comparatif extrême qui veut dire une production de bien spécifique à chaque zone géographique et en considérant que le prix de vente du produit est endogène. Au sein du même travail, ils ont utilisé une fonction d'utilité CES lors du problème de maximisation tout en sachant qu'au niveau du modèle d'Anderson et van Wincoop ont intégré la notion de résistance multilatérale qui veut dire qu'une modification au niveau des barrières commerciales entre 2 pays influence le flux de commerce entre 2 autres pays. Dans son travail, Melitz a stipulé que la diversité des dotations entre le Nord et le Sud a tendance à accroître le volume du commerce et ainsi réduire l'effet négatif de la distance sur le commerce. Cette diversité est entre autres liée à la différence au niveau climatique entre les 2 régions.

Enfin, dans le même sujet qui est le commerce des ressources naturelles entre le Nord et le Sud, Bowles et MacPhail (2014) se sont concentré sur le sens du flux de commerce de ces ressources entre le Nord et le Sud. Moyennant une statistique descriptive sur des données relatives à la période comprise entre 2001 et 2012, ils ont démontré que la croissance économique de certains pays du Sud et surtout de la Chine a pesé lourd sur le sens du flux du commerce de ces biens entre le Nord et le Sud. En effet, ils ont montré que l'export vers la Chine ne cesse de s'accroître en comparaison avec le Japon, les États-Unis d'Amérique, les pays de l'Union Européenne et les autres pays du monde. Dans ce sens, ils ont révélé par exemple comment la province canadienne de la Colombie Britannique s'est retournée vers la Chine au détriment des États-Unis, partenaire ancestral des canadiens, pour l'export de ses produits forestiers. Enfin, ils concluent que le poids des américains d'une part et celui des chinois d'autre part rendent les prix du marché des ressources naturelles assez sensibles.

Ces articles représentent mes points d'appui afin de réaliser ce travail en se focalisant juste sur le commerce international de l'eau et plus précisément les cas où un des partenaires commerciaux est un pays du Nord et l'autre est du Sud.

### III. Le modèle théorique de gravité

Après avoir présenté le contexte de ce travail et son support bibliographique, au niveau de cette partie, on va s'intéresser au modèle de gravité. Tout d'abord, il est important de mentionner que le modèle de gravité est le seul moyen fiable jusqu'à nos jours afin de mieux décrire les flux commerciaux à l'échelle régionale, national ou même internationale. En effet, selon Stay et Kulkarni (2016), ce modèle représente un moyen sûr de mettre en exergue l'influence de certaines variables sur le flux de commerce en sens et en intensité. Parmi ces variables, on retrouve des variables liées à l'économie des partenaires commerciaux comme le PIB par tête, des variables liées à la géographie comme la distance entre les 2 partenaires commerciaux, la présence ou non de frontière commune ou bien la présence ou non de littoral. De plus, il existe d'autres variables relatives à la culture comme la présence ou non de langue commune et à l'histoire comme la présence ou non de relation coloniale.

Cependant, de Tinbergen (1962), qui fût le premier à le présenter à Staub et Winelmann (2012) en passant par Anderson (1979) et Anderson et Van Wincoop (2003), différentes contributions ont été mises en valeur afin de résoudre au plus possible les problèmes liés à l'équation de gravité à savoir l'hétéroscédasticité des termes d'erreur et la présence excessive des zéros au niveau des données de commerce. Cependant, malgré les différentes contributions dont on peut citer la présentation des fondements théoriques de l'équation de gravité (Anderson (1979)) ou encore la notion de résistance multilatérale qui veut dire qu'une variation au niveau des barrières commerciales entre un couple de partenaires commerciaux influence le flux de commerce entre un autre couple de partenaires commerciaux (Anderson et Van Wincoop (2003)), il existait d'autres problèmes non résolus au niveau de l'équation de gravité dans le contexte de concurrence parfaite à savoir l'hétéroscédasticité des erreurs au niveau de l'équation de gravité ainsi que la présence des zéros au niveau des données de commerce. Il fallait attendre Santos Silva et Tenreyro afin de résoudre ces problèmes. En effet, en 2006, ces auteurs ont commencé par stipuler que la fonction d'utilité de base est une CES. Ensuite, en déclarant que le modèle de gravité est formulé comme étant  $y_i = e^{x_i\beta}$ , où  $y_i$  représente les importations de « i » en niveau afin d'éviter le  $\log(0)$  et  $x_i$  illustrent les différentes variables explicatives relatives à « i » comme le PIB par tête en logarithme des partenaires commerciaux, la distance entre 2 partenaires commerciaux en logarithme, les variables binaires relatives à la frontière commune, la langue commune et la relation coloniale, est un modèle se basant sur la moyenne de l'échantillon, ils ont émis le modèle de gravité stochastique suivant :

$$y_i = e^{x_i\beta} + \varepsilon_i$$

Où :

- $y_i \geq 0$
- $\varepsilon_i = y_i - E(y_i|x)$  représente le terme d'erreur avec  $E(\varepsilon_i|x) = 0$

Les auteurs ont stipulé que lors d'une estimation par la méthode des moindres carrés ordinaires (MCO) avec  $y_i > 0$ , la valeur log-linéarisée du terme d'erreur va être en fonction des covariances ; et par conséquent, l'estimateur obtenu par MCO ne va pas être cohérent.

En modifiant le modèle de gravité et le log-linéarisant sous la forme de  $\ln(y_i) = x_i\beta + \ln(\eta_i)$  où  $\eta_i = 1 + \frac{\varepsilon_i}{e^{x_i\beta}}$ , l'estimation par MCO est cohérente si et seulement si  $E(\ln(\eta_i) | x)$  ne dépend pas de des  $x_i$  et ainsi  $\varepsilon_i$  doit s'écrire sous la forme suivante  $e^{x_i\beta}v_i$  où  $v_i$  est une variable aléatoire indépendante des  $x_i$  et  $E(\ln(\eta_i) | x)$  est constante. Quand  $\eta_i$  est statistiquement indépendante de  $x_i$ , les variances conditionnelles de  $y_i$  et de  $\varepsilon_i$  sont proportionnelles à  $e^{2x_i\beta}$ . Ensuite, ils affirmaient d'une part que, lorsque  $E(y_i|x)$  tend vers 0 et sachant la non-négativité de  $y_i$ , la chance d'avoir des  $y_i$  strictement positives est presque nulle ; ce qui engendre que la variance conditionnelle  $V(y_i|x)$  tend vers 0 aussi. D'autre part, ils stipulaient que, si  $y_i$  est très supérieure à sa borne inférieure, il y aura un grand éloignement de la moyenne conditionnelle. Par conséquent,  $\varepsilon$  va être hétéroscédastique et sa variance conditionnelle va être fonction de  $e^{x_i\beta}$ . Ainsi, les estimateurs obtenus par MCO ne seront pas cohérents à cause du fait que  $\ln(y_i) = x_i\beta + \ln(\eta_i)$ . Ceci est dû au fait que  $E(\ln(\eta_i) | x)$  dépend de la forme de la loi conditionnelle de  $\eta_i$  et la corrélation de  $\ln(\eta_i)$  avec les  $x$ .

En plus de cela, les 2 auteurs ont indiqué que le modèle estimé par la méthode des moindres carrés non-linéaires (MCNL) est un modèle d'estimation asymptotiquement valide de l'équation  $y_i = e^{x_i\beta} + \varepsilon_i$  où  $y_i \geq 0$  et  $E(\varepsilon_i | x) = 0$ . Toutefois, ce modèle est inefficace car il ne tient pas compte de l'hétéroscédasticité. En réalité, au niveau de l'estimation de  $\beta$ , l'équation de minimisation  $\hat{\beta} = \arg \min_b \sum_{i=1}^n (y_i - e^{x_i b})^2$  et celle des conditions de premier ordre qui en découle,  $\sum_{i=1}^n (y_i - e^{x_i \hat{b}}) e^{x_i \hat{b}} x_i = 0$ , donnent plus de poids aux observations où  $e^{x_i \beta}$  est plus élevé. Cependant, ces observations ont de grandes variances ce qui engendre plus de poids aux observations non-intéressantes. Ainsi, l'estimateur peut être très incohérent dépendant étroitement d'un petit nombre d'observations. Pour éliminer ce problème, la forme de  $V(y_i|x)$  doit être connue avec l'utilisation d'un estimateur (MCNL) pondéré. Étant donné

qu'on sait que  $V(y_i|x)$  ne tend vers 0 que si  $E(y_i|x)$  tend vers 0. Par conséquent, le problème peut se franchir moyennant une estimation par les moindres carrés généralisés semi-paramétriques adoptée par exemple par Delgado (1992) et Delgado et Kniesner (1997). Cependant, ce modèle est difficile à mettre en œuvre si le modèle possède un nombre considérable de variables explicatives. De plus, le choix de l'estimateur initial demeure une question importante à cause de l'inefficacité de l'estimateur MCNL.

Après cela, les auteurs ont affirmé que la méthode de pseudo-maximum de vraisemblance (PML), en suivant McCullagh et Nelder (1989), peut court-circuiter sous certaines hypothèses à propos de la forme de  $V(y_i|x)$ . En effet, en supposant la proportionnalité de  $V(Y_i|x)$  avec  $E(y_i|x) = e^{x_i\beta}$ ,  $\beta$  est estimé selon les conditions de premier ordre  $\sum_{i=1}^n (y_i - e^{x_i\tilde{\beta}}) x_i = 0$ . Sachant que la condition du premier ordre du modèle estimé par la méthode des moindres carrés non-linéaires (MCNL) est définie par  $\sum_{i=1}^n (y_i - e^{x_i\tilde{\beta}}) e^{x_i\tilde{\beta}} x_i = 0$ , le PML donne un même poids à toutes les observations contrairement au MCNL qui donne plus de poids aux observations où  $e^{x_i\beta}$  est plus élevé. Ceci signifie que, suite au fait que  $V(y_i|x)$  est proportionnelle  $E(y_i|x)$ , toutes les observations ont la même information sur les paramètres d'intérêt. De plus, même si  $V(y_i|x)$  n'est pas proportionnelle  $E(y_i|x)$ , l'estimateur PML basé sur sa condition de premier ordre est plus efficace que le MCNL lorsque l'hétéroscédasticité augmente avec la moyenne conditionnelle.

Le  $\hat{\beta}$  obtenu à partir de la condition de premier ordre du modèle PML est égal numériquement à l'estimateur PML de la loi de poisson (PPML) qui est généralement utilisé pour comptabiliser les données. Ainsi, il est nécessaire de bien spécifier la moyenne conditionnelle,  $E(y_i|x)$ , est égale à  $e^{x_i\beta}$ .

Étant donné que  $V(Y_i|x)$  est proportionnelle  $E(Y_i|x)$ , les modèles, supposant que  $V(Y_i|x)$  est une fonction de grandes puissances de  $E(Y_i|x)$ , ce qui peut être écrit comme étant  $V(Y_i|x_i) = \alpha E(Y_i|x_i)^\beta$ , risquent de donner des poids plus élevés aux observations plus susceptibles aux erreurs de mesures. En effet, lorsqu'on compare entre le PML de la loi de poisson (PPML) et PML de la loi de Gamma (GPML), selon Head et Mayer (2014), en reprenant l'égalité  $V(Y_i|x_i) = \alpha E(Y_i|x_i)^\beta$ , ils ont stipulé que, si  $\beta$  est égal à 1, le PPML est le modèle efficace. De plus, selon les mêmes hypothèses de prévision, le PPML et le GPML sont efficaces et leurs estimateurs respectifs sont presque égaux lorsque la taille de l'échantillon est importante. En plus de cela, l'estimateur GPML est presque similaire à celui d'un modèle estimé par la méthode des moindres carrés ordinaires étant donné qu'un estimé par la méthode

des moindres carrés ordinaires n'est qu'en réalité qu'un estimateur de maximum de vraisemblance en ayant comme hypothèse la log-normalité homoscédastique.

De même, si  $\alpha > 1$  ce qui peut être interprété par une surdispersion, le PPML et le GPML demeurent efficaces. Cependant, ils ont montré qu'en cas d'hétéroscédasticité, l'estimateur GPML, contrairement à celui du PPML, est légèrement biaisé. En plus de cela, selon Santos et Tenreyro (2006), sachant que le GPML suppose que  $V(Y_i | x_i) = \alpha E(Y_i | x_i)^2$  ce qui veut dire que  $V(Y_i | x_i)$  est proportionnelle à  $E(Y_i | x_i)^2$ , la condition de premier ordre s'écrit sous la forme suivante  $\sum_{i=1}^n (y_i - e^{x_i \hat{\beta}}) e^{-x_i \hat{\beta}} x_i = 0$ . Ainsi, plus un pays est grand, plus les données de commerce sont fiables. Par conséquent, ce modèle donnera plus de poids aux observations susceptibles de subir des erreurs de mesures. Dans ce contexte, les auteurs, en se référant à la proposition de Frankel and Wei (1993) and Frankel (1997) qui stipule que les pays les plus grands selon la surface doivent leur être octroyé plus de poids dans le modèle de gravité, affirme que ceci peut être cohérent dans le cas où le terme d'erreur est égal aux erreurs de mesure. Cependant, vu que le terme d'erreur diffère de l'erreur de mesure, cette dernière ne représente qu'une partie du terme d'erreur.

C'est pourquoi, la régression Poisson donne moins de poids aux observations avec de plus larges variances que les estimateurs MCNL standards sans donner trop de poids aux observations plus exposées aux erreurs de mesure.

Mis à part cela, Windmeijer et Santos Silva (1997) et (Wooldridge, 1999) ont montré respectivement que l'estimateur obtenu du modèle PPML est cohérent même en cas d'endogénéité des variables explicatives et dans modèle de données de panel.

En plus de cela, pour comparer les estimateurs des différents modèles, Santos Silva et Tenreyro (2006) ont stipulé qu'en présence d'hétéroscédasticité, les méthodes standards sont fortement biaisées tandis que le PPML est robuste aux différentes formes d'hétéroscédasticité et peut générer des résultats consistants même en présence de 0 au niveau du commerce. De plus, les auteurs ont affirmé que l'élasticité du revenu est inférieure à celle au niveau du modèle estimé moyennant le MCO. De plus, au niveau du MCO et le modèle d'anderson-van Wincoop, contrairement au modèle PPML, la proximité géographique et la relation coloniale ont un rôle exagéré.

Finalement, les auteurs ont utilisé des données relatives à 136 pays à travers le monde pendant l'année 1990. Suite à une évaluation par la méthode Monte-Carlo, ils ont pu appuyer leurs dires

quant à l'efficacité de l'estimation du modèle de gravité par la méthode PPML en présence d'hétéroscédasticité et des zéros. De plus moyennant le test de Ramsey (RESET) qui est un test qui permet de vérifier si le modèle à estimer est bien spécifié ou non, ils ont démontré que seul le modèle estimé par le PPML est le bon en comparaison avec les autres techniques d'estimation.

Cependant, plusieurs critiques ont vu le jour. Réellement, Burger et al. (2009), moyennant des données de 138 pays à travers le monde en se focalisant sur la période comprise entre 1996 et 2000, a montré que l'estimation du modèle de gravité par la méthode de PPML semble être non efficace et les estimateurs sont biaisés à cause d'une hétérogénéité non-observée et à cause de la présence excessive des 0 au niveau des données de commerce. Pour cela, il a stipulé que l'estimation du modèle de gravité moyennant de la technique de pseudo-maximum de vraisemblance de la loi de poisson avec excès de zéros (ZIPML). C'est pourquoi, Santos Silva et Tenreyro ont élaboré un autre article scientifique en 2011 qui représente une extension à leur travail de 2006 afin de montrer la fiabilité de l'estimation PPML même en présence d'un nombre considérable de zéros. Dans ce travail, ils ont mis en exergue que, bien que la variance conditionnelle et l'espérance conditionnelle ne soient pas vraiment proportionnelle, l'estimation du modèle de gravité par le PPML demeure encore très efficace. De plus, afin de répondre à la critique de Burger et al. (2009), ils ont simulé des cas avec une présence excessive de 0. Ils ont démontré que le PPML est le plus efficace puisque le biais n'atteint même pas 0,035, contrairement aux autres méthodes d'estimation.

Par conséquent, après avoir démontré les avantages du modèle choisi à savoir l'estimation moyennant le modèle PPML robuste à l'hétéroscédasticité, le modèle PPML va être adopté pour l'estimation de la gravité au niveau du commerce international de l'eau. De plus, il est important de mentionner que ce modèle est un modèle à effets fixes. Cependant, il est essentiel d'évoquer certaines applications de cette méthode d'estimation au niveau de certains travaux scientifiques relatives au commerce international. Dans ce cadre, le travail de Disdier et al. (2014) est à évoquer. En effet, comme cela a été précisé lors de l'introduction, moyennant des données relatives à 166 pays durant la période comprise entre 1990 et 2006, ils ont mis en évidence l'importance des accords commerciaux pour harmoniser les relations Nord-Sud et plus précisément les relations commerciales qui avec plus de consolidation peuvent mettre à l'écart le flux de commerce qui est de type Sud-Sud. Un autre exemple de la méthode d'estimation PPML qui est un peu loin de mon sujet mais que j'ai trouvé assez considérable est celui de Wang (2016). Ce travail avait pour but de souligner l'impact de certains facteurs sur le commerce international de l'huile végétale. En s'appuyant sur des données de 80 pays sur une

période de 14 années (2000-2013), il a stipulé que les facteurs géographiques tels que la distance par exemple n'ont pas d'influence significative sur le commerce international de ce bien.

Ainsi, arrivant à ce point, je pourrais vous dire que ce modèle représente le moyen idéal pour décrire le flux du commerce de l'eau à travers le monde en premier lieu et puis en se focalisant sur le flux du commerce entre le Nord et le Sud puis qu'il permettra de mettre en évidence les différentes variables qui influencent d'une manière significative le sens du flux. Cependant, il est essentiel de mentionner que les valeurs du vecteur de la variable dépendante, à savoir l'importation ou l'exportation selon le sujet de recherche, doivent être seulement des entiers positifs. Enfin, après avoir présenté la méthode d'estimation tout en mentionnant ses avantages et son efficacité face aux critiques, je vais vous présenter au niveau de la prochaine partie les données et le modèle d'estimation.

#### IV. Données et mesures

Après avoir choisi la structure théorique du modèle de gravité le plus convenable et avant de présenter les données, je vais introduire le modèle adopté pour montrer l'effet de la relation Nord-Sud dans le commerce international de l'eau dans le cas d'une concurrence parfaite comme cela a été mentionné dans l'introduction. Ce modèle est le suivant :

$$\text{Import} = e^{\alpha_1 NS + \alpha_2 \text{Aid} + \alpha_3 \text{Accord} + \alpha_4 \rho_{PIB} + \alpha_5 \text{Border} + \alpha_6 \text{Lang} + \alpha_7 \text{Col} + \alpha_8 \text{Dist}} * W_{it} * V_{jt} * u_{ijt}$$

Avec :

- « Import » représente le poids net de la quantité d'eau importée en kg/tête en se basant sur la population des importateurs
- « NS » est une variable dummy qui est égale à 1 si le commerce bilatéral est entre un pays du Nord et un du Sud et 0 sinon.
- « Aid » est une variable dummy qui est égale à 1 si l'aide qui se fait entre 2 pays se fait entre un pays du Nord et un du Sud et 0 sinon.
- « Accord » est une variable dummy qui est égale à 1 si l'accord commercial bilatéral qui se fait entre 2 pays se fait entre un pays du Nord et un du Sud et 0 sinon.
- «  $\rho_{PIB}$  » représente le rapport du produit intérieur brut (PIB) par tête de l'importateur par rapport à l'exportateur
- « Border » est une variable dummy qui est égale à 1 si les 2 partenaires commerciaux ont une frontière commune et 0 sinon.
- « Lang » est une variable dummy qui est égale à 1 si les 2 partenaires commerciaux ont une première langue officielle commune et 0 sinon.

- « Col » est une variable dummy qui est égale à 1 si les 2 partenaires commerciaux ont une relation coloniale après 1945 et 0 sinon.
- « Dist » représente la distance simple entre les capitales des 2 partenaires commerciaux en kilomètre (Km) en logarithme népérien
- $w_{it}$  et  $v_{jt}$  représentent les effets individuels fixes par an de l'exportateur et de l'importateur
- $u_{ijt}$  illustre le terme d'erreur au niveau de l'exportateur « i » et de l'importateur « j » durant l'année « t »
- $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5, \alpha_6, \alpha_7, \alpha_8$  représentent les différents coefficients relatifs à chacune des variables utilisées.

Tout d'abord, au sujet de la variable expliquée, « le poids net de la quantité d'eau totale importée en Kg/tête, cette variable est égale au rapport de la quantité importée d'eau en kilogramme (Kg) par rapport à la population de l'importateur et cette variable est calculée pour chaque année. Ainsi, cette variable quantitative positive dépend du couple de partenaire commerciaux et de l'année de commerce.

En ce qui concerne la variable dummy concernant du type commerce et plus exactement si le flux de commerce suit la direction Nord-Sud ou non, le coefficient de cette variable va être supposé positif. En d'autres termes, en se basant sur le travail de Disdier et al. (2012), si le flux de commerce suit la direction Nord-Sud, la quantité d'eau importée va augmenter. À propos de la variable dummy relative à l'aide qui se fait entre un pays du Nord, le coefficient de cette variable va être supposé positif c'est-à-dire, en se basant sur le travail de Pettersson et Johansson (2013), l'aide et les dons dans la direction Nord-Sud a tendance à accroître la quantité d'eau importée. Pour ce qui concerne la présence d'accord Nord-Sud, cette variable a tendance, selon Disdier et al. (2012), à accroître les importations d'eau. Concernant la variable explicative « le rapport du produit intérieur brut (PIB) », utilisé pour comprendre l'impact du PIB sur le sens du commerce, cette variable est quantitative positive. Ce rapport est calculé en s'inspirant des formules énoncées par Regnacq et al. (2016).

Avant de décrire les formules du rapport, les formules du PIB par tête de l'exportateur et de l'importateur sont similaires et est égale à  $PIB/tête = \frac{PIB}{population}$  où « PIB » décrit le produit intérieur brut en se basant sur les dépenses en parité courante de pouvoir d'achat en chaîne en  $10^6$  millions \$US et « population » illustre le nombre de population en millions d'habitants.

Après avoir exposé la formule du « PIB par tête », je vais définir les 3 formules adoptées pour calculer ce rapport:

$$R\_PIB = \frac{PIB/tête_{importateur}}{PIB/tête_{importateur} + PIB/tête_{exportateur}}$$

La forme de la formule du « R\_PIB » fut inspirée de la variable « ratio de revenu » présentée par Regnacq et al. (2016) et définie par  $\frac{Y_{jt}}{Y_{it}+Y_{jt}}$  où  $Y_{it}$  et  $Y_{jt}$  représentent respectivement les revenus totaux des districts « i » et « j » au temps « t ». Toutefois, au lieu d'utiliser les recettes de vente nette du coût de traitement de l'eau comme les auteurs précédemment cités, j'ai utilisé dans ce cas le PIB. Comme vous pouvez le voir et le vérifier aussi, les valeurs du « R\_PIB » sont comprises entre 0 et 1. En effet, dans le cas où  $PIB/tête_{importateur}$  et  $PIB/tête_{exportateur}$  tendent à être égaux, la valeur de « R\_PIB » tend à la valeur de 0,5. Dans le cas où  $PIB/tête_{importateur}$  est supérieur à  $PIB/tête_{exportateur}$ , alors, la valeur de « R\_PIB » sera comprise entre 0,5 et 1 ; tandis que, dans le cas contraire, la valeur de « R\_PIB » sera comprise entre 0 et 0,5. Ainsi, les plus grandes valeurs de « R\_PIB » sont associées aux cas où  $PIB/tête_{importateur}$  est très supérieur à  $PIB/tête_{exportateur}$  et les plus basses valeurs réfèrent aux cas contraires.

Finalement, il est important de mentionner que le coefficient de cette variable, selon Cuthbert (2012), tend être positif ; cela veut dire qu'une augmentation des valeurs de cette variable favorise l'augmentation de la quantité d'eau importée. De plus, ce rapport est utilisé comme variable d'avantage comparatif : cette variable a pour but d'expliquer si les pays les plus riches ont tendance à importer l'eau bien plus que les pauvres ou bien le contraire. Finalement, en rapport avec les 3 variables relatives à la « Présence de frontière commune », à la « Présence de première langue officielle commune » et à la « Présence de relation colonial après 1945 », les coefficients de ces 3 variables, conformément à Kang et Dagli (2018), vont être positifs ; autrement dit, ces 3 variables visent à accroître la quantité d'eau importée.

Afin de mieux comprendre l'effet de la relation Nord-Sud au niveau du commerce international de l'eau, différentes sources de données ont été exploitées afin de former la base de données. Au niveau des données liées au commerce, la base de données de référence est la base de « UN Comtrade ». Comme le rapporte le site de « UN stats », « UN Comtrade » est le pseudonyme de ce qu'on peut traduire en français la base de données des Nations Unies concernant le commerce international. Cette base regroupe les données de plus de 170 pays à travers le monde

tout en fournissant les renseignements liés à la quantité commercialisée de chaque bien et la valeur monétaire en \$US au niveau de chaque couple de pays durant chaque année. Il faut toutefois savoir que chaque bien est codifié. Concernant le commerce international de l'eau, mon sujet de travail de recherche, il est important de mentionner tout d'abord que le bien « eau » est codifié ainsi : HS 220110. De plus, au niveau des pays, certains sont regroupés. En effet, ces groupes sont relatifs au 1<sup>er</sup> groupe représentant la France et Monaco, le 2<sup>ème</sup> groupe représentant la Suisse et le Liechtenstein et le 3<sup>ème</sup> groupe représentant les États-Unis d'Amérique, Porto-Rico et les îles vierges américaines. Encore, les pays sont subdivisés en « partner » et « reporter » et, selon le type de flux de commerce, chacun du « partner » et du « reporter » joue un rôle spécifique. En effet, dans le cas de l'importation, le « partner » représente l'exportateur et le « reporter » décrit l'importateur. Tandis que dans le cas de l'exportation, le « partner » joue le rôle de l'importateur et le « reporter » illustre l'exportateur. Ensuite, j'ai réarrangé le tableau afin d'avoir une base de données contenant seulement les quantités d'eau importées durant chaque année. Étant la présence de plusieurs valeurs manquantes au niveau de la quantité importée, je me suis appuyé sur la valeur de la quantité importée afin de savoir s'il y a eu du commerce et, par conséquent, il existe une valeur manquante ou si, en réalité, il n'y a pas eu de commerce. En plus de cela, je me suis appuyé sur une autre logique pour réduire les cases manquantes. En effet, vu que je travaille en se basant sur les quantités d'eau importées comme variable d'intérêt dans mon modèle, j'ai substitué les valeurs manquantes de l'importation par celles de l'exportation si elles existent. Pour mieux comprendre cette logique, par exemple, s'il n'y a pas de données, en 2011, concernant l'importation de la Tunisie de l'eau en provenance du Canada et qu'en même temps, la valeur de l'exportation du Canada de l'eau vers la Tunisie existe, je remplace la valeur manquante de l'importation par la valeur d'exportation étant donné que la variable dépendante utilisée est la quantité d'eau importée et non sa valeur marchande. Enfin, il est essentiel de mentionner que l'importation de l'eau est en volume et en valeur marchande ; et étant donné que la masse volumique de l'eau est de 1 Kg/L et le volume des importations est en litres (L). Par conséquent, la quantité d'eau importée est égale à son volume. Finalement, la période d'étude s'étale de 1996 et 2018 et tous les pays inclus dans ma base de donnée sont mentionnés dans la section « Appendice » (A1).

En ce qui concerne les données liées à la capacité d'un pays, ces dernières sont les données relatives au PIB et à la population. Ces renseignements ont été récoltés au près du site de « Penn World Table The Groningen Growth and Development Centre ». Cette base de données est élaborée par des chercheurs de l'université de Californie à Davis et ceux du Groningen Growth

Development Centre de l'université de Groningen. Dans mon travail, la version 9.1 était ma base de référence puis que celle-ci est la dernière version. Ce travail est très réputé pour être une référence concernant l'évolution annuelle du PIB et de la population de 182 pays à travers le monde. En plus de cela, le site de « Data planet » représente le guide pour comprendre la signification de chaque variable mise dans la base de « Penn world table ». Pour ce qui concerne la période d'étude, elle s'étale de 1950 à 2017. En plus de cela, il est nécessaire de mentionner que les valeurs du PIB mentionnées dans la base de « Penn world table » sont mesurées de 2 manières différentes en se basant sur 2 axes distincts à savoir les dépenses et la production. Cependant, vu que l'objectif de mon travail est plutôt lié au bien être, j'ai décidé de me focaliser sur le PIB réel mesuré en fonction des dépenses. Enfin, les données liées à la présence d'accords commerciaux et les celles liées à la géographie sont des données exploitées de la base du « Centre d'études prospectives et d'information internationales » autrement connu par « CEPII ». Ce centre français est réputé pour sa concentration sur la recherche et l'expertise dans plusieurs domaines, entre autres l'économie internationale. Ce site qui a vu le jour en 1978 est étroitement lié au premier ministre et représente un élément incontournable dans la stratégie de la France. Concernant les données liées aux accords commerciaux, il est important de préciser que la période d'étude est comprise entre 1950 et 2017 ; tandis que les variables liées à la géographie qui sont retenues dans la base de données, ces dernières sont la simple distance entre les nations en Km en se basant sur les capitales comme point de repère, la possibilité de présence de première langue officielle commune entre un couple de pays, la possibilité de présence de relation coloniale entre 2 pays et enfin la possibilité de présence de frontière commune entre 2 nations. En ce qui concerne, la variable relative à la relation coloniale, il est important de mentionner que je me suis concentré sur la relation coloniale post 1945 car, selon Mayer et al. (2008), une grande partie des pays indépendants de nos jours étaient des territoires de plusieurs pays colonisateurs en 1945. Et, dans ce même contexte, selon les mêmes auteurs, durant la période comprise entre 1945, l'année de la fin de la guerre mondiale et les années 70, la baisse du flux de commerce entre les colonies devenues indépendantes et leurs colonisateurs respectifs a dépassé les 60% ; c'est pourquoi j'ai utilisé cette variable pour illustrer l'éventuelle présence de relation coloniale entre les 2 partenaires commerciaux. Enfin, il faut indiquer que la base de données de ce travail va s'étaler de 1996 à 2017 car la période commune entre les différentes périodes d'étude des différentes variables.

Finalement, pour donner plus de détails à propos des variables utilisées, le tableau 1 illustre selon une statistique descriptive les différentes variables énoncées précédemment ainsi que la période adoptée pour l'estimation.

**Tableau 1 : Statistique descriptive des variables utilisées**

<b>Variables</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Écart-type</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>
Année			1996	2017
Importation (Kg/tête)	11,49	1688,69	0,00	340162,09
présence de commerce Nord-Sud	0,35	0,48	0,00	1,00
Aide dans la direction Nord-Sud	0,04	0,20	0,00	1,00
accord entre le sud et le nord	0,18	0,38	0,00	1,00
R_PIB	0,50	0,30	0,00	1,00
frontière commune	0,01	0,11	0,00	1,00
première langue officielle commune	0,18	0,38	0,00	1,00
relation colonial après 1945	0,01	0,08	0,00	1,00
distance simple entre les capitales (km) en ln	8,84	0,77	4,09	9,90

Les résultats de la statistique descriptive du tableau 1 montrent qu'un certain équilibre au niveau des indices représentant les rapports des PIB puis que la moyenne de chaque variable représente la moyenne des 2 valeurs extrêmes de chaque variable puisqu'on utilise les mêmes pays en tant qu'exportateurs qu'en tant qu'importateurs. De plus, la valeur moyenne de la variable décrivant l'importation de l'eau est assez faible puisque plus de 72% des valeurs de l'importation sont nulles : en d'autres termes, il n'y a de commerce entre certains pays « i » et « j » durant l'année « t ».

Arrivant à ce niveau, après avoir décrit toutes les variables utilisées et le modèle économétrique qui va permettre de répondre à la problématique, dans la prochaine section, je vais présenter les résultats de ce modèle tout en essayant de s'approfondir un peu plus moyennant d'autres modèles économétriques estimés avec le PPML mais en changeant certains variables d'intérêt. Le but est tout simplement de mieux comprendre les facteurs influençant le sens du commerce de l'eau d'une part à travers le monde et d'autre part dans le cas où l'un des partenaires commerciaux est du Nord et l'autre est du Sud.

## V. Résultats

Suite à la présentation du modèle en question ainsi que les données relatives aux variables utilisées, je vais exposer maintenant les résultats de l'estimation au niveau du tableau 2.

**Tableau 2:** les équations de gravité du commerce de l'eau poisson panel data avec des effets fixes et R\_PIB comme mesure d'inégalité de richesse en présence et en absence d'hétéroscédasticité

<b>Modèle</b>	<b>Poisson panel data robust</b>
<b>Variables</b>	<b>fixed effect</b>
	<b>Coefficient estimé</b> <b>(Erreur type)</b>
<b>Présence de commerce Nord-Sud</b>	-0.109 (0.379)
<b>Aide dans la direction Nord-Sud</b>	-3.477*** (0.412)
<b>Accord entre le sud et le nord</b>	-0.316 (0.686)
<b>R_PIB</b>	7.064*** (0.795)
<b>Présence de frontière commune</b>	5.183*** (0.178)
<b>Présence de première langue officielle commune</b>	4.072*** (0.428)
<b>Présence de relation colonial après 1945</b>	3.225*** (0.503)
<b>distance simple entre les capitales (km) en ln</b>	-0.572 (0.528)
<i>AIC</i>	1634863.0
<i>BIC</i>	1634951.5
<b>Log likelihood</b>	-817423.5
<b>Observations</b>	467404

\*  $p < 0.10$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*\*\*  $p < 0.01$

À travers le modèle prédéfini, j'ai essayé de savoir si la direction du commerce internationale de l'eau de type Nord-Sud est la plus prépondérante ou bien si les commerces Nord-Nord et Sud-Sud dominent les directions du commerce international de l'eau.

Tout d'abord, j'ai estimé le modèle en supposant l'existence d'hétéroscédasticité.

Au sujet des variables dans le modèle, il est important de mentionner que tous les coefficients relatifs aux variables sont significatifs sauf ceux relatif à « Présence de commerce Nord-Sud », « Accord entre le sud et le nord » et à la distance. En outre, les 3 variables phares qu'on doit mettre le plus en exergue dans ce modèle sont la présence de commerce Nord-Sud, l'aide dans la direction Nord-Sud et l'accord entre le sud et le nord. En effet, les 3 coefficients relatifs à ces 3 variables montrent bien que le commerce Nord-Sud ne domine pas le flux mondial. En d'autres termes, la consolidation de la relation bilatérale entre le Nord et le Sud via les accords commerciaux et les aides ne font pas augmenter le volume d'eau commercialisé entre le Nord et le Sud toute chose étant égale par ailleurs. À vrai dire, d'après les résultats, un échange commercial d'eau entre le Nord et le Sud a tendance à diminuer la quantité d'eau importée de  $e^{0,109} = 1,12 \text{ Kg/tête}$ . Ceci se contredit avec ce que Disdier et al. (2012) ont stipulé quant au fait que la relation commerciale entre le Nord et le Sud a plutôt tendance à nuire à la relation Sud-Sud. En conséquence, chaque membre de chaque catégorie a plus de préférence à traiter avec un autre membre de sa catégorie. Cette révélation est assez considérable si on remarque que la présence d'aide des pays du Nord vers les pays du Sud tend à diminuer l'importation d'eau de  $e^{3,477} = 32,36 \text{ Kg/tête}$  ; de même pour la présence d'accords commerciaux entre le Nord et le Sud où on remarque que la présence de ces accords réduit les importations d'eau de  $e^{0,316} = 1,37 \text{ Kg/tête}$ .

Cette baisse peut être expliquée par 2 faits. En effet, il y a un fait géographique assez prépondérant. Concrètement et ceci est en relation avec les résultats, la distance demeure encore une friction du commerce puisque la présence de frontière commune favorise l'accroissement des importations de l'eau de  $e^{5,183} = 178,22 \text{ Kg/tête}$ . En plus de cela, ayant calculé la distance moyenne au niveau de notre échantillon, qui est égale à 8541,16 Km, une augmentation d'une unité au niveau du logarithme de cette distance, soit une augmentation de 2,72 Km, engendre une diminution de la quantité d'eau acquise par l'importateur de l'exportateur de  $e^{0,572} = 1,77 \text{ Kg/tête}$ . Ceci suit les résultats de Regnacq et al. (2016) qui ont stipulé que la distance est une friction au niveau du commerce de l'eau.

Pour mieux expliquer les résultats, deux exemples vont être analysés. Le 1<sup>er</sup> exemple concerne les États-Unis d'Amérique, les USA. Sachant que les USA est un pays du Nord et déficitaire en

eau et étant donné qu'il est en accord de libre-échange (NAFTA) avec le Canada qui est une nation riche en eau, les États-Unis préfère importer l'eau du Canada à un coût nettement moindre, puisque les 2 pays sont frontaliers, que, par exemple, chercher à importer l'eau d'un pays du Sud comme le Mexique qui est un autre pays membre du NAFTA et qui est frontalier aux USA mais il est très pauvre en eau (Johnson, 1994). Pour mieux expliquer cette situation, je me suis appuyé sur les données d'« Aquastat », un système d'information créé par la FAO (l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture) spécialisée dans la collecte de renseignements concernant l'eau à travers 200 pays du monde et sur une période comprise entre 1958 et 2017. D'après les données quadriennales, en 2017, en se basant sur l'indice du stress hydrique qui est égal, selon le site de la FAO, au rapport de la quantité totale d'eau utilisée par rapport à la quantité totale disponible, l'indice affiche 3,66% au Canada, 32,95% au Mexique et 28,16% aux USA. Ainsi, le coût d'import sera nettement moindre lorsque l'exportateur est le Canada que lorsque l'exportateur est le Mexique ; ce qui est traduit par les données de commerce où l'import américain d'eau a atteint son maximum avec le Canada, un autre pays du Nord, où la quantité d'eau canadienne importée vers les États-Unis a atteint 4,02 Kg/tête en 2002. En plus de la richesse en eau, le Canada est une bonne source d'eau pour les États-Unis pour d'autres raisons. En effet, cette exemple illustre l'importance du fait que le coefficient relatif à « R\_PIB » soit positif. Dans ce contexte, sachant que la valeur moyenne de l'indice « R\_PIB » est égale à 0,50, une augmentation de 0,1 une unité au niveau de « R\_PIB », qui peut être décrite par un PIB de l'importateur supérieur à celui de l'exportateur, engendre une augmentation de la quantité d'eau importée de  $e^{0,10 \times 7,064} = 2,03$  Kg/tête. Si on se focalise sur les cas où les États-Unis est l'importateur d'eau provenant du Canada, les valeurs de R\_PIB sont comprises entre 0,54 et 0,56 ; ceci montre bien que le PIB/tête américain est supérieur au Canadien. Ainsi, cet exemple appuie bien le résultat trouvé concernant le coefficient de « R\_PIB ». Enfin, un autre facteur consolide le fait que les américains importent énormément d'eau des canadiens. En effet, la présence de langue officielle favorise les importation d'eau. Dans le même contexte, d'une part, les États-Unis et le Canada ont une langue officielle commune qui est l'anglais et, d'autre part, selon le tableau 3, la présence de une langue officielle commune fait accroître l'importation de  $e^{4,072} = 58,67$  Kg/tête. De même, si on choisit l'Afrique du sud comme un pays du Sud, on remarque, selon les données d'importation d'eau, le Lesotho, un autre pays du Sud qui a une langue officielle commune avec l'Afrique du sud à savoir l'anglais, est le principal fournisseur d'eau des sud-africains puisque les importations sud-africaines d'eau provenant du Lesotho ont atteint 4,317 Kg/tête en 2015.

Pour mieux comprendre le marché international de l'eau, je me suis focalisé sur la direction du flux de commerce. En effet, en adoptant toujours le PPML comme technique d'estimation, j'ai estimé un autre le modèle de gravité qui est défini comme suit :

$$\text{Import} = e^{\beta_1 NN + \beta_2 SS + \beta_3 \rho_{PIB} + \beta_4 \text{Border} + \beta_5 \text{Lang} + \beta_6 \text{Col} + \beta_7 \text{Dist}} * a_{it} * b_{jt} * c_{ijt}$$

Avec :

- « Import » représente le poids net de la quantité d'eau importée en kg/tête en se basant sur la population des importateurs
- « NN » est une variable dummy qui est égale à 1 si le commerce bilatéral est entre un pays du Nord et un autre du Nord et 0 sinon
- « SS » est une variable dummy qui est égale à 1 si le commerce bilatéral est entre un pays du Sud et un autre du Sud et 0 sinon
- «  $\rho_{PIB}$  » est une variable quantitative qui représente le rapport du produit intérieur brut (PIB) par tête de l'importateur par rapport à l'exportateur en d'autre terme « R\_PIB »
- « Border » est une variable dummy qui est égale à 1 si les 2 partenaires commerciaux ont une frontière commune et 0 sinon.
- « Lang » est une variable dummy qui est égale à 1 si les 2 partenaires commerciaux ont une première langue officielle commune et 0 sinon.
- « Col » est une variable dummy qui est égale à 1 si les 2 partenaires commerciaux ont une relation coloniale après 1945 et 0 sinon.
- « Dist » représente la distance simple entre les capitales des 2 partenaires commerciaux en kilomètre (Km) en logarithme népérien
- $a_{it}$  et  $b_{jt}$  représentent les effets individuels fixes par an de l'exportateur et de l'importateur
- $c_{ijt}$  illustre le terme d'erreur au niveau de l'exportateur « i » et de l'importateur « j » durant l'année « t »
- $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6, \beta_7$  représentent les différents coefficients relatifs à chacune des variables utilisées.

**Tableau 3:** l'équations de gravité du commerce de l'eau poisson panel data robuste à l'hétéroscédasticité avec des effets fixes avec R\_PIB comme mesure d'inégalité de richesse

<b>Modèle</b> <b>Variables</b>	<b>Poisson panel data robust</b> <b>fixed effect</b>
	<b>Coefficient estimé</b> <b>(Erreur type)</b>
<b>présence de commerce</b> <b>Nord-Nord</b>	-3.579*** (0.433)
<b>présence de commerce Sud-</b> <b>Sud</b>	3.089*** (0.330)
<b>R_PIB</b>	7.039*** (0.714)
<b>Présence de frontière</b> <b>commune</b>	4.872*** (0.356)
<b>Présence de première</b> <b>langue officielle commune</b>	3.740*** (0.354)
<b>Présence de relation</b> <b>colonial après 1945</b>	1.625*** (0.520)
<b>distance simple entre les</b> <b>capitales (km) en ln</b>	-1.018** (0.403)
<b>AIC</b>	1465393.5
<b>BIC</b>	1465470.9
<b>Log likelihood</b>	-732689.8
<b>Observations</b>	467404

\*  $p < 0.10$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*\*\*  $p < 0.01$

Au niveau de l'estimation de l'équation de gravité, je remarque que tous coefficients sont très significatifs sauf le coefficient relatif à « distance simple entre les capitales (km) en ln » qui est significatif. Je constate aussi que le flux général du commerce international de l'eau est accaparé en majeure partie par le flux où l'un des partenaires commerciaux est un pays du Sud et l'autre l'est aussi. À vrai dire, d'après les résultats, un échange commercial d'eau entre 2 pays du Nord a tendance à diminuer la quantité d'eau importée de  $e^{3.579} = 35,84$  Kg/tête ;

tandis qu'un échange commercial d'eau entre 2 pays du Sud a tendance à augmenter la quantité d'eau importée de  $e^{3.089} = 21,96$  Kg\ tête. En réalité, si je me retourne à ma base de données, je m'aperçois que, tout en sachant que la moyenne de la quantité annuelle d'eau importée est de 11,48 Kg\ tête, les valeurs maximales de la quantité annuelle d'eau importée sont celles des importations de Macao et d'Hong Kong d'eau qui provient de la Chine. Réellement, la moyenne de la quantité annuelle d'eau importée respectivement par Macao et par Hong Kong sachant que l'exportateur d'eau est la Chine est de 1202,112 Kg\ tête et de 806,231 Kg\ tête. Ceci explique bien la raison pour laquelle on remarque entre autre l'importance de la frontière commune, la langue officielle commune et la distance. En effet, d'après mon estimation du modèle de gravité, la présence de frontière commune et de première langue officielle commune font augmenter la quantité d'eau importée en Kg\ tête respectivement de  $e^{4.872}$  et de  $e^{3.740}$ , soit respectivement de 130,58 et 42,10 ; tandis que la distance a tendance à réduire la quantité d'eau importée de  $e^{1.018} = 2,77$  Kg\ tête. Ceci est justifié si on regarde le cas de Macao, Hong Kong et la Chine où cette dernière a des frontières communes avec les 2 autres pays et leur langue officielle commune est le chinois. Si on se retourne à mes données, j'ai pu trouver des explications aux importations de Macao et d'Hong Kong. Dans le cas de Hong Kong par exemple, selon Chau (1993), bien que la pluviométrie annuelle moyenne est de 2214,3 mm/an, la consommation moyenne journalière d'eau est de 2,5 million m<sup>3</sup>. Par conséquent, pour combler son manque d'eau, Hong Kong a dû importer de l'eau et plus précisément de la Chine puisqu'en se référant à Chau (1993), la quantité d'eau importée du fleuve qui se retrouve à l'est de la Chine représente 70% de l'offre totale d'eau à Hong Kong. De plus, selon la même source, 70% de la consommation hongkongaise d'eau est accaparé par le secteur manufacturier, plus précisément l'industrie du textile et métallique et l'industrie électroniques, ainsi que le secteur des services et notamment les hôtels et les restaurants. Pour Macao, selon Wei et al. (2016), bien que la pluviométrie annuelle moyenne est de 2000 mm/an, l'eau importée de la Chine et plus précisément du « delta de la rivière des perles » représente 96% de la quantité totale d'eau consommée à Macao. En plus de cela, DSAMA (2020) a indiqué que la consommation urbaine macanais accapare à elle toute seule 51,1% de la consommation totale macanaise.

Maintenant, pour mieux comprendre la relation Nord-Sud, je me suis focalisé sur le commerce international de l'eau en limitant l'échantillon aux cas où l'un des partenaires commerciaux est un pays du Nord et l'autre est du Sud. De plus, en adoptant toujours le PPML comme technique d'estimation, le modèle adopté pour la situation devient le suivant :

$$\text{Import} = e^{\gamma_1 \text{Aide} + \gamma_2 \text{Integration} + \gamma_3 \rho_{PIB} + \gamma_4 \text{Border} + \gamma_5 \text{Lang} + \gamma_6 \text{Col} + \gamma_7 \text{Dist}} * e_{it} * f_{jt} * g_{ijt}$$

Avec :

- « Import » représente le poids net de la quantité d'eau importée en kg/tête en se basant sur la population des importateurs
- « Aide » est une variable quantitative qui illustre la valeur monétaire de l'aide octroyée
- « Integration » est une variable qualitative dont ses valeurs sont comprises entre 0 et 6 et décrit le niveau d'intégration économique. Cette variable est égale 0 en absence d'accords commerciaux, 1 dans le cas d'accord de commerce préférentiel non-bilatéral c'est à dire que les termes préférentiels et des concessions personnalisées sont destinées aux pays en voie de développement, 2 dans le cas d'accord de commerce préférentiel entres de pays membres et des pays non-membres, 3 s'il y a une zone de libre-échange, 4 dans le cas où il y a une union personnalisée, 5 dans le cas d'un marché en commun et 6 s'il existe une union économique
- «  $\rho_{PIB}$  » est une variable quantitative qui représente le rapport du produit intérieur brut (PIB) par tête de l'importateur par rapport à l'exportateur
- « Border » est une variable dummy qui est égale à 1 si les 2 partenaires commerciaux ont une frontière commune et 0 sinon.
- « Lang » est une variable dummy qui est égale à 1 si les 2 partenaires commerciaux ont une première langue officielle commune et 0 sinon.
- « Col » est une variable dummy qui est égale à 1 si les 2 partenaires commerciaux ont une relation coloniale après 1945 et 0 sinon.
- « Dist » représente la distance simple entre les capitales des 2 partenaires commerciaux en kilomètre (Km) en logarithme népérien
- $e_{it}$  et  $f_{jt}$  représentent les effets individuels fixes par an de l'exportateur et de l'importateur
- $g_{ijt}$  illustre le terme d'erreur au niveau de l'exportateur « i » et de l'importateur « j » durant l'année « t »
- $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \gamma_4, \gamma_5, \gamma_6, \gamma_7$  représentent les différents coefficients relatifs à chacune des variables utilisées.

**Tableau 4:** l'équations de gravité du commerce de l'eau poisson panel data robuste à l'hétéroscédasticité avec des effets fixes avec R\_PIB comme mesure d'inégalité de richesse

<b>Modèle</b>	<b>Poisson panel data robust fixed effect</b>
<b>Variables</b>	<b>Coefficient estimé (Erreur type)</b>
<b>R_PIB</b>	11.02*** (3.403)
<b>Valeur de l'aide en 10<sup>6</sup> \$ US</b>	0.000222 (0.000489)
<b>Niveau de l'intégration économique</b>	0.649*** (0.211)
<b>Présence de frontière commune</b>	6.588*** (1.726)
<b>Présence de première langue officielle commune</b>	6.402*** (1.536)
<b>Présence de relation colonial après 1945</b>	0.736 (0.518)
<b>Distance simple entre les capitales (km) en ln</b>	1.510* (0.771)
<i>AIC</i>	94871.3
<i>BIC</i>	94941.1
<b>Log likelihood</b>	-47428.6
<b>Observations</b>	158916

\*  $p < 0.10$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*\*\*  $p < 0.01$

On remarque tout d'abord que tous les coefficients sont significatifs sauf ceux relatifs à « Valeur de l'aide en 106 \$ US » et à « Présence de relation colonial après 1945 ». Ensuite, il est essentiel de mentionner que, selon les résultats obtenus, les importations augmentent plus lorsque l'eau provient du Sud et se dirige vers le Nord. Ceci est appuyé par le coefficient du R\_PIB qui, lorsqu'il s'accroît de 0,1 et sachant que sa moyenne est de 0,5, engendre une augmentation des importations de l'eau de  $e^{0,1 \times 11,02} = 3,01$  Kg/tête. Ce sens du flux de commerce concorde avec les conclusions évoquées par Cabo et al. (2005) puisque le Sud tend à exporter ses

ressources naturelles afin d'être exploitées par le Nord. Ce même sens de commerce est justifié par les aides fournies par les pays du Nord afin de soutenir ceux du Sud. En effet, lorsque les valeurs monétaires des aides augmentent de  $10^6$  \$US, la quantité d'eau importée augmente de  $e^{0,000222} = 1$  Kg\ tête.

Ceci est conforme avec les résultats de Pettersson et Johansson (2013). De plus, l'importance des accords bilatéraux est un appui pour stimuler les importations d'eau étant donné que l'amélioration d'un échelon au niveau des relations bilatérales par le biais d'accords commerciaux engendre un accroissement des importations de  $e^{0,649} = 1,91$  Kg\ tête.

De plus, les présences de frontière commune, de première langue officielle commune et de relation coloniale après 1945 amplifient les importations d'eau respectivement de  $e^{6,588} = 726,33$  Kg\ tête, de  $e^{6,402} = 603,05$  Kg\ tête et de  $e^{0,736} = 2,09$  Kg\ tête. Le dernier point marquant est le coefficient de la distance. Effectivement, sachant que la distance moyenne au niveau de notre échantillon, qui est égale à 8541,16 Km, une augmentation d'une unité au niveau du logarithme de cette distance, soit une augmentation de 2,72 Km, engendre une augmentation de la quantité d'eau acquise par l'importateur de l'exportateur de  $e^{1,510} = 4,53$  Kg\ tête : ce qui est similaire au résultat de Melitz (2006). En effet, ce dernier a déclaré que la diversité des dotations entre le Nord et le Sud et, par conséquent, celle impliquée par la distance tend à plutôt augmenter le volume du commerce. En plus de cela, mis à part la diversité au niveau des dotations, en s'appuyant sur Linders (2005) et Jordaan (2013), d'autres facteurs font en sorte que le coefficient relatif à la distance soit positif. Selon l'auteur, parmi ces facteurs, il y a les accords commerciaux, la langue commune et la relation coloniale. Ces facteurs précédemment évoqués favorisent l'importation de l'eau par les pays du Nord. En effet, selon ces 2 auteurs, ces facteurs consolident les liens socioéconomiques entre les partenaires commerciaux malgré les grandes distances qui les séparent; ce qui engendre un effet positif de la distance sur les importations.

Si on se focalise sur le fait que le Nord tend à importer l'eau plus que le Sud, 3 exemples vont être traités. Le premier exemple est celui des États-Unis d'Amérique. Ce pays est caractérisé par un coefficient de stress hydrique égal à 28,16%. Ce qui veut dire que ce pays est à niveau de stress hydrique moyen à élevé comme cela l'indique le tableau A2 de la section « Appendice ». De plus, au niveau de cette même nation, 47,20% de la quantité totale utilisée est consacrée à l'industrie et 39,66% de la quantité totale utilisée est exploitée en agriculture. En effet, aux États-Unis, selon Dieter et al. (2017), en 2015, la production des métaux et l'industrie chimique sont parmi les activités industrielles qui nécessitent une grande quantité d'eau. De plus, selon la

même source scientifique, en 2015 aussi, l'irrigation est l'activité agricole qui exploite le plus d'eau avec  $446,68 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{jour}$ . Concernant le deuxième exemple, celui du Fiji, à travers nos données, en 2017, en choisissant le caractère de la quantité exportée d'eau par habitant comme critère de sélection, ce pays est parmi les plus grands exportateurs, car il arrive à exporter  $683,55 \text{ m}^3/\text{habitant d'eau}$ . De plus, cette nation est pauvre puisque ce pays est caractérisé par un PIB par tête ( $8603,48 \text{ \$US}$ ) inférieur au PIB moyen mondial ( $26015,05 \text{ \$US}$ ). Cependant, ce pays est riche en eau puisque, selon la base de donnée « Aquastat », la valeur du stress hydrique est égale en 2007 à 0,3%. Dans le contexte du commerce fidjien de l'eau, selon Raj et Chand (2017), l'eau représente 12% des exportations fidjiennes ; ce qui rend l'eau la majeure source de devise. Encore, la part de lion des exportations d'eau du Fiji sont destinées en premier lieu aux États-Unis d'Amérique. Les exemples cités précédemment illustrent bien l'une des affirmations de Cabo et al. (2005) qui se résume au fait que la production du Nord est basée sur les ressources naturelles du Sud dont sa production se repose sur l'extraction des ressources naturelles.

Cependant, les facteurs énoncés précédemment ne sont pas les seuls qui influencent le flux de commerce. En effet, en suivant les conclusions de Sen (2006), la faiblesse de la réglementation au niveau des pays du Sud est devenu un avantage comparatif en leur faveur par rapport aux pays du Sud ; c'est pour cette raison que j'ai estimé le modèle suivant :

$$\text{Export} = e^{\delta_1 \text{ Gov} + \delta_2 \text{ Pol} + \delta_3 \text{ Aide} + \delta_4 \text{ Integration} + \delta_5 \text{ Border} + \delta_6 \text{ Lang} + \delta_7 \text{ Dist}} * i_{it} * j_{jt} * k_{ijt}$$

Avec :

- « Export » représente le poids net de la quantité d'eau exportée en kg/tête en se basant sur la population des exportateurs
- « Gov » une variable quantitative qui représente l'écart d'efficacité du gouvernement de l'exportateur par rapport à l'importateur
- « Pol » une variable quantitative qui représente l'écart de stabilité politique de l'exportateur par rapport à l'importateur
- « Aide » est une variable quantitative qui illustre la valeur monétaire de l'aide octroyée
- « Integration » est une variable qualitative qui décrit le niveau d'intégration économique. Cette variable a été définie précédemment.
- « Border » est une variable dummy qui est égale à 1 si les 2 partenaires commerciaux ont une frontière commune et 0 sinon.
- « Lang » est une variable dummy qui est égale à 1 si les 2 partenaires commerciaux ont une première langue officielle commune et 0 sinon.

- « Dist » représente la distance simple entre les capitales des 2 partenaires commerciaux en kilomètre (Km) en logarithme népérien
- $i_{it}$  et  $j_{jt}$  représentent respectivement les effets individuels fixes par an de l'exportateur et de l'importateur
- $k_{ijt}$  illustre le terme d'erreur au niveau de l'exportateur « i » et de l'importateur « j » durant l'année « t »
- $\delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4, \delta_5, \delta_6, \delta_7$  représentent les différents coefficients relatifs à chacune des variables utilisées.

Avant de passer aux résultats, il est important de définir la variable relative l'écart d'efficacité du gouvernement de l'exportateur par rapport à l'importateur et celle illustrant l'écart de stabilité politique de l'exportateur par rapport à l'importateur. Concernant la variable relative à l'écart au niveau de l'efficacité gouvernementale, celle-ci a pour formule :

$$Gov = EG_{exportateur} - EG_{importateur}$$

Où  $EG_{exportateur}$  et  $EG_{importateur}$  représentent respectivement les indices de l'efficacité gouvernementale au niveau de l'exportateur et de l'importateur au temps « t ». Cet indice est élaboré par la Banque Mondiale. De plus, tout en sachant qu'il est défini pour 193 pays à travers le monde, les valeurs de cet indice sont comprises entre -2,5 (la valeur indiquant que le gouvernement est le moins efficace) et 2,5 (la valeur indiquant que le gouvernement est le moins efficace) (World Bank Group, 09 Octobre 2020). En plus de cela, d'après mes statistiques, la valeur moyenne est égale à 0. Comme vous pouvez le voir et le vérifier aussi, les valeurs du « Gov » sont comprises entre -5 et 5. En effet, dans le cas où  $EG_{exportateur}$  et  $EG_{importateur}$  tendent à être égaux, la valeur de « Gov » tend à la valeur de 0. Dans le cas où  $EG_{exportateur}$  est supérieur à  $EG_{importateur}$ , alors, la valeur de « Gov » sera comprise entre 0 et 5 ; tandis que, dans le cas contraire, la valeur de « Gov » sera comprise entre -5 et 0. Ainsi, les plus grandes valeurs de « Gov » sont associées aux cas où  $EG_{exportateur}$  est très supérieur à  $EG_{importateur}$  et les plus basses valeurs réfèrent aux cas contraires. En ce qui concerne la variable décrivant l'écart au niveau de stabilité politique, celle-ci est décrite comme suit :

$$Pol = SP_{exportateur} - SP_{importateur}$$

Où  $SP_{exportateur}$  et  $SP_{importateur}$  représentent respectivement les indices de stabilité politique et d'absence de violence et de terrorisme au niveau de l'exportateur et de l'importateur au temps « t ». Cet indice est élaboré par la Banque Mondiale. De plus, tout en sachant qu'il est défini

pour 193 pays à travers le monde, les valeurs de cet indice sont comprises entre -2,5 (la valeur indiquant que le pays est le plus instable politiquement et il y a un fort risque de violence et de terrorisme) et 2,5 (la valeur indiquant que le pays est le plus stable politiquement et il y a un risque infime de violence et de terrorisme) (World Bank Group, 09 Octobre 2020). En plus de cela, d'après mes statistiques, la valeur moyenne est égale à 0. Comme vous pouvez le voir et le vérifier aussi, les valeurs du « Pol » sont comprises entre -5 et 5. En effet, dans le cas où  $SP_{exportateur}$  et  $SP_{importateur}$  tendent à être égaux, la valeur de « Pol » tend à la valeur de 0. Dans le cas où  $SP_{exportateur}$  est supérieur à  $SP_{importateur}$ , alors, la valeur de « Pol » sera comprise entre 0 et 5 ; tandis que, dans le cas contraire, la valeur de « Pol » sera comprise entre -5 et 0. Ainsi, les plus grandes valeurs de « Pol » sont associées aux cas où  $SP_{exportateur}$  est très supérieur à  $SP_{importateur}$  et les plus basses valeurs réfèrent aux cas contraires.

**Tableau 5:** l'équations de gravité du commerce de l'eau poisson panel data robuste à l'hétéroscédasticité avec des effets fixes avec Gov comme mesure d'inégalité d'efficacité gouvernementale et avec Pol comme mesure d'inégalité de stabilité politique

<b>Variables</b>	<b>Modèle</b>	<b>Poisson panel data robust fixed effect</b>
		<b>Coefficient estimé</b> <b>(Erreur type)</b>
<b>Écart d'efficacité des gouvernements</b>		-1.777** (0.896)
<b>Écart de stabilité politique</b>		-0.485*** (0.0581)
<b>Valeur de l'aide en 10<sup>6</sup> \$ US</b>		0.00126*** (0.000456)
<b>Niveau de l'intégration économique</b>		0.721*** (0.178)
<b>Présence de frontière commune</b>		7.212*** (2.048)
<b>Présence de première langue officielle commune</b>		6.919*** (1.353)

<b>Distance simple entre les capitales (km) en ln</b>	1.754** (0.815)
<b>AIC</b>	92730.5
<b>BIC</b>	92798.6
<b>Log likelihood</b>	-46358.2
<b>Observations</b>	125413

\*  $p < 0.10$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*\*\*  $p < 0.01$

Tout d'abord, on peut tous remarquer que tous les coefficients sont très significatifs sauf ceux relatifs à « Écart d'efficacité des gouvernements » et à « Distance simple entre les capitales (km) en ln » qui sont seulement significatifs. De plus, les 2 variables phares dont je vais me focaliser sont les variables « Écart d'efficacité des gouvernements » et « Écart de stabilité politique ». En effet, comme tout le monde peut le constater, sachant que la moyenne de la variables « Écart d'efficacité des gouvernements » est égale à 0, une augmentation d'une unité au niveau de cette variable, ce qui veut dire que le gouvernement du pays exportateur est plus efficace que celui de l'importateur, engendre une diminution des importations d'eau de  $e^{1,777} = 5,91$  Kg/tête. En d'autres termes, plus le gouvernement d'un pays est efficace, plus ce dernier va par n'importe quel moyen empêcher l'exportation de l'eau de son pays. En plus de cela, sachant que la moyenne de la variables « Écart de stabilité politique » est égale à 0, une augmentation d'une unité au niveau de cette variable, ce qui veut dire que le gouvernement du pays exportateur est plus efficace que celui de l'importateur, engendre une diminution des importations d'eau de  $e^{0,485} = 1,62$  Kg/tête. Cela veut dire qu'un pays stable politique et où il n'y a pas vraiment de violence a tendance à garder ses ressources hydriques afin de faire en profiter seulement ses citoyens.

Ceci peut être expliqué par la forte présence des réglementations qui empêche l'export d'eau et la notion des droits de propriété des ressources naturelles. Ces 2 points ont été évoqué respectivement par Sen (2006) et Chichilnisky (1993) comme cela a été mentionné dans l'introduction de ce travail. En effet, selon ces deux auteurs, la faible réglementation empêchant l'export de l'eau et appuyant les droits de propriété des ressources naturelles dans le Sud fait en sorte que cette région ait un avantage comparatif au niveau du marché de l'eau par rapport au Nord où les lois sont très sévères et il y a une stabilité politique permanente.

Dans ce contexte, un exemple est à considérer à savoir l'Afghanistan. En effet entre 1996 et 2015, en se basant sur nos données collectées de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS),

ce pays exporte en moyenne 3295,18 m<sup>3</sup> d'eau par an bien qu'en moyenne 52,5% des afghans ont accès à une infrastructure basique d'eau potable et seulement 36,1% de la même population ont accès aux services de base de l'assainissement. Selon les données de la banque mondiale, sachant que le score de stabilité politique et d'absence de terrorisme ainsi que le score de l'efficacité gouvernementale attribués à chaque pays sont tous les 2 compris entre -2,5 et 2,5, au niveau de l'Afghanistan et en 2017, le score de stabilité politique est de -2,5 tandis que celui de l'efficacité gouvernementale est de -1,3. Ceci est tout à fait logique si on considère Hanak (2003) qui stipule que l'export de l'eau est très dispendieux à cause des décrets et des lois qui défendent ce genre de commerce. Par conséquent, un manque d'efficacité de ces réglementations en raison d'instabilité politique et de manque d'efficacité du gouvernement favorise l'exportation de l'eau indépendamment de la satisfaction des besoins de la population en ce bien.

Enfin, un autre facteur est à considérer en rapport avec l'exportateur d'eau : l'indice de pauvreté. Pour cela, le modèle suivant a été élaboré :

$$\text{Export} = e^{\theta_1 \text{ Pauv} + \theta_2 \text{ Aide} + \theta_3 \text{ Border} + \theta_4 \text{ Lang} + \theta_5 \text{ Dist}} * l_{it} * m_{jt} * n_{ijt}$$

Avec :

- « Export » représente le poids net de la quantité d'eau exportée en kg/tête en se basant sur la population des exportateurs
- « Pauv » une variable quantitative qui représente le rapport de pauvreté de l'exportateur par rapport à l'importateur
- « Aide » est une variable quantitative qui illustre la valeur monétaire de l'aide octroyée
- « Border » est une variable dummy qui est égale à 1 si les 2 partenaires commerciaux ont une frontière commune et 0 sinon.
- « Lang » est une variable dummy qui est égale à 1 si les 2 partenaires commerciaux ont une première langue officielle commune et 0 sinon.
- « Dist » représente la distance simple entre les capitales des 2 partenaires commerciaux en kilomètre (Km) en logarithme népérien
- $l_{it}$  et  $j_{jt}$  représentent respectivement les effets individuels fixes par an de l'exportateur et de l'importateur
- $k_{ijt}$  illustre le terme d'erreur au niveau de l'exportateur « i » et de l'importateur « j » durant l'année « t »
- $\theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_4, \theta_5$  représentent les différents coefficients relatifs à chacune des variables utilisées.

La forme de la formule du rapport de pauvreté, « Pauv », est similaire à « R\_PIB » où  $Pauv = \frac{pauv_{it}}{pauv_{it}+pauv_{jt}}$  où  $pauv_{it}$  et  $pauv_{jt}$  représentent respectivement les pourcentage des pauvres au niveau des pays exportateurs « i » et des pays importateurs « j » au temps « t ». Comme vous pouvez le voir et le vérifier aussi, les valeurs du « Pauv » sont comprises entre 0 et 1. En effet, dans le cas où  $pauv_{it}$  et  $pauv_{jt}$  tendent à être égaux, la valeur de « Pauv » tend à la valeur de 0,5. Dans le cas où  $pauv_{it}$  est supérieur à  $pauv_{jt}$ , alors, la valeur de « Pauv » sera comprise entre 0,5 et 1 ; tandis que, dans le cas contraire, la valeur de « Pauv » sera comprise entre 0 et 0,5. Ainsi, les plus grandes valeurs de « Pauv » sont associées aux cas où  $pauv_{it}$  est très supérieur à  $pauv_{jt}$  et les plus basses valeurs réfèrent aux cas contraires.

**Tableau 6:** l'équations de gravité du commerce de l'eau poisson panel data robuste à l'hétéroscédasticité avec des effets fixes avec « Pauv » comme mesure d'inégalité de pauvreté

<b>Modèle</b>	<b>Poisson panel data robust fixed effect</b>
<b>Variables</b>	<b>Coefficient estimé (Erreur type)</b>
<b>Pauv</b>	8.812*** (1.831)
<b>Valeur de l'aide en 10<sup>6</sup> \$ US</b>	0.0317 (0.0281)
<b>Présence de frontière commune</b>	10.91*** (1.160)
<b>Présence de première langue officielle commune</b>	9.123*** (2.400)
<b>distance simple entre les capitales (km) en ln</b>	3.470 (2.780)
<i>AIC</i>	10.44
<i>BIC</i>	27.34
<b>Log likelihood</b>	-0.220
<b>Observations</b>	94852

\*  $p < 0.10$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*\*\*  $p < 0.01$

Sachant que tous les coefficients sont très significatifs sauf ceux relatifs à « Valeur de l'aide en 106 \$ US » et à « Distance simple entre les capitales (km) en ln » qui ne sont pas significatifs, il est remarquable que, plus le pays est pauvre, plus le pays a tendance à exporter. En effet, comme tout le monde peut le constater, sachant que la moyenne de la variables « Pauv » est égale à 0,5, une augmentation de 0,1 unité au niveau de cette variable, ce qui veut dire que le gouvernement du pays exportateur est plus pauvre en comparaison avec l'importateur, contribue à une augmentation des exportations d'eau de  $e^{0,1*8,812} = 2,41$  Kg\ tête. De plus, lorsque les valeurs monétaires des aides augmentent de  $10^6$  \$US, la quantité d'eau importée augmente de  $e^{0,0317} = 1,03$  Kg\ tête. Ceci est conforme avec ce qu'on a évoqué précédemment avec le travail de Pettersson et Johansson (2013).

## VI. Conclusion

Ce travail scientifique a pour but de comprendre l'impact de la relation Nord-Sud sur le commerce international de l'eau. Pour atteindre l'objectif escompté, un modèle de gravité fût estimé moyennant la technique d'estimation PPML robuste à l'hétéroscédasticité et avec des effets fixes individuels par an pour l'exportateur et l'importateur et en utilisant des données relatives à 238 pays à travers le monde sur une période qui s'étale de 1996 à 2017. À ce propos, j'ai pu découvrir qu'à l'échelle international, le commerce international Nord-Sud de l'eau n'est pas le type de commerce prépondérant et que le commerce entre 2 pays du Sud est le type de commerce qui a accapare la majeure partie des flux du commerce de la ressource hydraulique malgré les accords commerciaux signés entre le Nord et le Sud et les aides apportées par le Nord ce qui se contredit avec l'importance de l'harmonisation entre le Nord et le Sud que Disdier et al. (2014) ont évoqué dans leur travail. De plus, la distance demeure toujours une friction du commerce : chose qui était se contredit avec ce que Melitz a évoqué en 2006. Cependant, en se focalisant juste sur les flux de commerce de type Nord-Sud et utilisant à chaque fois certains indices permettant de mettre en exergue certains facteurs qui peuvent influencer le sens du flux du commerce comme le PIB par tête, l'indice de pauvreté, l'indice de la stabilité politique et l'indice de l'efficacité gouvernementale, je viens de constater que les pays du Nord ont tendance à importer l'eau comme inputs pour leurs productions et ainsi grader le niveau de développement. De plus, l'importance des accords bilatéraux entre le Nord et le Sud et l'aide faite par le Nord au Sud favorisent l'importation d'eau par le Nord. Tandis qu'au Sud qui est exportateur d'eau, le cas diffère selon les pays. En effet, certains comme le Fiji sont très riche en eau et ce bien demeure la source majeure de croissance économique ; cependant,

d'autres comme l'Afghanistan sont pauvres en eau et, à cause de l'instabilité politique et l'inefficacité des gouvernements, ces pays demeurent encore des exportateurs d'eau ; chose qui consolide les dires de Sen (2006). De plus, à cause de l'aide donnée par le Nord au Sud et malgré la pauvreté au Sud, au niveau des pays du Sud, plus le pays est pauvre, plus il a tendance à exporter de l'eau.

Malgré tout ce que j'ai pu montrer dans ce document, il est important de mentionner les limites de ce travail. En effet, le problème de données est comme toujours l'obstacle majeur puisqu'au niveau de plusieurs variables, il y a des données manquantes. En plus de cela, je n'ai pas pu travailler sur une plus longue période d'étude. De plus, certaines autres variables liées à l'eau comme les investissements du pays pour l'eau sont difficiles à obtenir voire même impossible. Enfin, une autre variable m'échappe et je n'ai aucune donnée la décrivant : le coût réel de l'exportation de l'eau. En effet, comme l'a déclaré Sen (2006), le coût réel de l'eau n'est pas bien estimé. Ainsi, un travail dans ce sens peut s'avérer utile afin de savoir réellement que, dans le cas où le coût de l'eau sera correctement estimé, est-ce que le flux de commerce de ce bien à l'échelle internationale sera toujours le même ou bien il subira des modifications.

## Référence Bibliographiques

- Balassa B. et Bauwens L. (1987). Intra-Industry Specialisation in a Multi-Country and Multi-Industry Framework, the Economic Journal, Vol. 97, N°388 (December 1987), pp. 923-939.
- Banque Mondiale (Page consultée le 09 Octobre 2020). « Worldwide Governance Indicators », dans « Worldwide Governance Indicators - World Bank DataBank », <https://databank.worldbank.org/source/worldwide-governance-indicators>
- Bouthillier A. (2000). Argumentaire - Exportation de l'eau Potable
- Chau K. W. (1993). Management of limited water resources in Hong Kong, International Journal of Water Resources Development, vol.9, N°01, pp. 65-73, DOI: 10.1080/07900629308722574.
- Bowles P. et MacPhail F. (2014). The rise of China, new patterns of north-south trade in natural resources and their impacts on standards: evidence from the British Columbia forest products sector, Journal of Globalization Studies, Vol. 5 No. 2, November 2014, pp. 39–56.
- Burger M., van Oort F. et Linders G-J (2009). On the Specification of the Gravity Model of Trade: Zeros, Excess Zeros and Zero-inflated Estimation, Spatial Economic Analysis, vol.4 N°2, pp. 167-190.
- Cabo F., Martin-Herrán G. et Martinez-Garcia M.P (2005). North — South Trade and the Sustainability of Economic Growth: A Model with Environmental Constraints, Energy and Environment pp. 1-25.
- Chichilnisky (1993). North-South trade and the dynamics of renewable resources, Structural Change and Economic Dynamics, vol. 4, N°2, 1993, pp. 213-248.
- Chichilnisky (1994). North-South trade and the global environment, The American Economic Review, Vol. 84, No. 4, September 1994, pp. 851-874.
- Cuthbert A. (2012). A review of the arguments relating to bulk export of water, Scotland's Centre of Expertise for Waters.
- Data planet (Page consultée le 09 Septembre 2019). <https://data-planet.libguides.com/PennWorldTables>

- Delacámara G. et Gómez C.M. (2015). Water Trading: An Introduction, Use of Economic Instruments in Water Policy, pp. 201-207.
- Dieter C.A., Maupin M.A, Caldwell R.R., Harris M.A, Ivahnenko T.I., Lovelace J.K, Barber N.L. et Linsey K.S. (2017). Estimated Use of Water in the United States in 2015, Circular 1441, Supersedes USGS Open-File Report 2017–1131.
- Disdier A-C, Fontagné L. et Cadot O. (2014). North-South standards harmonization and International Trade, The World Bank economic review, vol. 29, N°02, pp. 327–352.
- DSAMA (Page consultée le 12 Octobre 2020). [https://www.marine.gov.mo/subpage.aspx?a\\_id=1511254587](https://www.marine.gov.mo/subpage.aspx?a_id=1511254587)
- Frankel J. et Wei S. (1993). Trade Blocs and Currency Blocs, NBER working paper N° 4335.
- Frankel J. (1997). Regional Trading Blocs in the World Economic System, Washington DC: Institute for International Economics.
- Giampietro M. et Mayumi K. (1998). Another View of Development, Ecological Degradation, and North-South Trade, Review of Social Economy, vol.56, N°1, pp. 20-36, DOI: 10.1080/00346769800000002.
- Gleick P.H. (2014). The World's Water Volume 8 : The Biennial Report on Freshwater Resources. Washington, DC, USA, Island Press.
- Global Water Intelligence, (2011). Pinsent Masons Water Yearbook 2011-2012: The Lesotho Highland Water Project, de : <https://www.globalwaterintel.com/pinsent-masons-yearbook/2011-2012/part-ii/35/>
- Head K. et Mayer T. (2014). Gravity Equations: Workhorse, Toolkit and Cookbook, Handbook of International Economics I, vol. 4, pp 131-195.
- Helpman E., Melitz M., et Rubinstein Y. (2008). Estimating trade flows: Trading partners and trading volumes. Quarterly Journal of Economics, vol.123, N°2, pp. 441–487.
- Jordaan A.C. (2015). The further the distance, the closer the ties. Journal of Governance and Regulation / Volume 4, Issue 1, pp. 35-46.
- Kang J.W et Dagli S. (2018). International trade and exchange rates, Journal of Applied Economics, 21:1, pp 84-105, DOI: 10.1080/15140326.2018.1526878.
- Knuston C.L. (2013). Managing water stress, drought and climate change in the twenty-first century Water trading as part of integrated approaches in water management, Water Trading and Global Water Scarcity, pp. 20-37.

- Linders, G. M. (2005). Distance Decay in International Trade Patterns: a Meta-Analysis, Mimeo, Department of Spatial Economics, Vrije Universiteit, De Boelelaan 1105, 1081 HV and Tinbergen Institute, Amsterdam, The Netherlands.
- Margolis M. (2009). Unprotected resources and voracious world markets: A proof of losses in North–South Trade, *Resource and Energy Economics*, vol. 31, pp. 50–57.
- Mayer T., Head K. et Ries J. (2008). The Erosion of Colonial Trade Linkages after Independence, N° 2008 – 27.
- Melitz J. (2006). North, South and distance in the gravity model, *European Economic Review*, vol. 51, 2007, pp. 971–991.
- Our world in data (Page consultée le 31 Août 2020)  
<https://ourworldindata.org/water-use-stress>
- Pettersson J. et Johansson L. (2013). Aid, Aid for Trade, and bilateral trade: An empirical study, *The Journal of International Trade & Economic Development: An International and Comparative Review*, vol. 22 N°6, pp. 866-894, DOI:10.1080/09638199.2011.613998
- Penn world table The Groningen Growth and Development Centre (Page consultée le 09 Septembre 2019). <https://www.rug.nl/ggdc/productivity/pwt/>
- Regnacq C., Dinar A. et Hanak E. (2016). The gravity of water: water trade frictions in California, *American Journal of Agricultural Economics Advance Access* published July 24, 2016.
- Santos Silva J.M.C. et Tenreyro S. (2006). The Log of Gravity. *The Review of Economics and Statistics*, vol. 88 N°4, pp 641–658.
- Santos Silva J.M.C. et Tenreyro S. (2009). Trading Partners and Trading Volumes: Implementing the Helpman-Melitz-Rubinstein Model Empirically, London School of Economics, Department of Economics, London.
- Santos Silva J.M.C. et Tenreyro S. (2011). Further Simulation Evidence on the Performance of the Poisson Pseudo-Maximum Likelihood Estimator, *Economics Letters*, vol. 112 N°2, pp. 220–222.
- Sen P. (2006). North-South Trade, Capital Flows and the Environment, *Welfare economics and sustainable development*, vol. 2, pp. 46-57.
- Staub K. E. et Winkelmann R. (2013). Consistent Estimation of Zero-Inflated Count Models, *Health Economics*, vol. 22(6), pp 673-686.

- Stay K. et Kulkarni K.G. (2016). The Gravity Model of International Trade, a Case Study: The United Kingdom and her Trading Partners.
- Tinbergen J. (1962). Shaping the World Economy, Suggestion for an International Economic Policy. New York: Twentieth Century Fund.
- Tokyay M. (2012). Water pipeline to Cyprus promises more than just water, SE Times, de:  
[http://www.setimes.com/cocoon/setimes/xhtml/en\\_GB/features/setimes/features/2012/04/03/feature-04](http://www.setimes.com/cocoon/setimes/xhtml/en_GB/features/setimes/features/2012/04/03/feature-04)
- UN Comtrade (page consultée le 16 Septembre 2019)  
<https://comtrade.un.org/db/mr/daCommoditiesResults.aspx?px=H1&cc=220190>
- Université de Notre Dame (page consultée le 1 Octobre 2019)  
<https://www3.nd.edu/~jbergstr/DataEIAsApril2017/EIADatabaseApril2017.zip> qui provient de CEPII: [http://www.cepii.fr/CEPII/fr/bdd\\_modele/presentation.asp?id=8](http://www.cepii.fr/CEPII/fr/bdd_modele/presentation.asp?id=8)
- Wang J. (2016). Analysis and comparison of the factors influencing worldwide four kinds of vegetable oil trade: Based on gravity model, Modern Economy, 2016, vol. 7, pp. 173-182
- Wei T., Lou I., Yang Z. et Li Y. (2016). A system dynamics urban water management model for Macau, China. Journal of environmental sciences N° 50, pp. 117–126.
- Windmeijer F. et Santos Silva J. M. C. (1997). Endogeneity in Count Data Models: An Application to Demand for Health Care, Journal of Applied Econometrics N°12, pp 281–294.
- Wooldridge, J. M. (1999). Distribution-Free Estimation of Some Nonlinear Panel Data Models, Journal of Econometrics N°90, pp 77–97.

## Appendice

A1: la liste des pays sélectionnées au niveau de la base de données

Afghanistan	Bahrain	Brunei Darussalam
Albania	Bangladesh	Bulgaria
Algeria	Barbados	Burkina Faso
American Samoa	Belarus	Burundi
Andorra	Belgium	Cabo Verde
Angola	Belize	Cambodia
Anguilla	Benin	Cameroon
Antigua and Barbuda	Bermuda	Canada
Argentina	Bhutan	Cayman Islands
Armenia	Bonaire, Saint Eustatius and Saba	Central African Republic
Aruba	Bosnia Herzegovina	Chad
Australia	Botswana	Chile
Austria	Brazil	China
Azerbaijan	British Indian Ocean Territories	China, Hong Kong Special Administrative Region
Bahamas	British Virgin Islands	China, Macao Special Administrative Region

Christmas Islands	Denmark	Finland
Cocos Islands	Djibouti	Former Sudan
Colombia	Dominica	Former Yugoslavia
Comoros	Dominican Republic	France
Congo	Ecuador	French Guiana
Cook Islands	Egypt	French Polynesia
Costa Rica	El Salvador	Gabon
Croatia	Equatorial Guinea	Gambia
Cuba	Eritrea	Georgia
Curaçao	Estonia	Germany
Cyprus	Ethiopia	Ghana
Czechia	Faeroe Islands	Gibraltar
Côte d'Ivoire	Falkland Islands (Malvinas)	Greece
Democratic People's Republic of Korea	Federated State of Micronesia	Greenland
Democratic Republic of the Congo	Fiji	Grenada

Guadeloupe	Iraq	Lesotho
Guam	Ireland	Liberia
Guatemala	Israel	Libya
Guinea	Italy	Lithuania
Guinea-Bissau	Jamaica	Luxembourg
Guyana	Japan	Madagascar
Haiti	Jordan	Malawi
Heard Island and McDonald Islands	Kazakhstan	Malaysia
Holy See (Vatican City State)	Kenya	Maldives
Honduras	Kiribati	Mali
Hungary	Kuwait	Malta
Iceland	Kyrgyzstan	Marshall Islands
India	Lao People's Dem. Rep.	Martinique
Indonesia	Latvia	Mauritania
Iran	Lebanon	Mauritius

Mayotte	Nicaragua	Pitcairn
Mexico	Niger	Plurinational State of Bolivia
Mongolia	Nigeria	Poland
Montenegro	Niue	Portugal
Montserrat	Norfolk Islands	Qatar
Morocco	Northern Mariana Islands	Republic of Korea
Mozambique	Norway	Republic of Moldova
Myanmar	Oman	Romania
Namibia	Pakistan	Russian Federation
Nauru	Palau	Rwanda
Nepal	Panama	Réunion
Netherlands	Papua New Guinea	Saint Barthélemy
Netherlands Antilles	Paraguay	Saint Helena
New Caledonia	Peru	Saint Kitts and Nevis
New Zealand	Philippines	Saint Lucia

Saint Maarten (Dutch part)	South Africa	Tokelau
Saint Pierre and Miquelon	South Georgia and the South Sandwich Islands	Tonga
Saint Vincent and the Grenadines	South Sudan	Trinidad and Tobago
Samoa	Spain	Tunisia
San Marino	Sri Lanka	Turkey
Sao Tome and Principe	State of Palestine	Turkmenistan
Saudi Arabia	Sudan	Turks and Caicos Islands
Senegal	Suriname	Tuvalu
Serbia	Swaziland	Uganda
Serbia and Montenegro	Sweden	Ukraine
Seychelles	Switzerland	United Arab Emirates
Sierra Leone	Syria	United Kingdom
Singapore	Tajikistan	United Republic of Tanzania
Slovakia	Thailand	United States Minor Outlying Islands
Slovenia	The Former Yugoslav Republic of Macedonia	United States of America
Solomon Islands	Timor-Leste	Uruguay
Somalia	Togo	Uzbekistan
Vanuatu	Wallis and Futuna Islands	Zambia
Venezuela	Yemen	Zimbabwe
Viet Nam		

A2 : Définition des différents niveaux de stress hydrique (Our world in data, 2020)

<b>Niveau de stress Hydrique</b>	<b>Signification</b>	<b>Pourcentage d'exploitation d'eau</b>
low stress	faible stress hydrique	<10%
low to medium stress	stress hydrique faible à moyen	[10%;20%[
medium to high stress	stress hydrique moyen à élevé	[20%;40%[
high stress	stress hydrique élevé	[40%;80%[
extremely high stress	stress hydrique extrêmement élevé	>80%