

Bernadette NICOT

Maître de Conférences à la faculté de Droit et de Sciences Economiques de Besançon. HDR.

Université de Franche-Comté

Laboratoire Interdisciplinaire Bisontin de Recherches Economiques

Tél : 06 79 50 11 41 ou 03 81 50 62 72

E mail : bernadette.nicot@univ-fcomte.fr

bernadette.nicot@wanadoo.fr

Myriam MORER

Docteur en Sciences Economiques

Université de Franche-Comté

Laboratoire Interdisciplinaire Bisontin de Recherches Economiques

E mail : myriam.morer@univ-fcomte.fr

Hajar FATHI

Doctorante en Economie Internationale

Université Mohammed V Agdal-Rabat,

E mail : hajarf@hotmail.com

Hénia GUESSOUM

Doctorante en Sciences Economiques

Université de Franche-Comté

Laboratoire Interdisciplinaire Bisontin de Recherches Economiques

E mail : henia.guessoum@univ-fcomte.fr

**COLLOQUE INTERNATIONAL
OUVERTURE ET EMERGENCE EN MEDITERRANEE
17-18octobre 2008, RABAT**

Atelier I : La structuration sectorielle et géographique des échanges des pays de la Méditerranée et son évolution.

**L'ESPACE EURO-MEDITERRANEEN ET LE
SECTEUR DE L'ENERGIE**

Résumé

L'union européenne est le principal partenaire des pays méditerranéens pour le commerce de biens et de services. Plus de 50% du commerce de la région se fait avec l'Union européenne. La production d'énergie de l'Europe à 27 n'assure que 53% de sa consommation, ce qui la rend dépendante notamment des Pays Méditerranéens pour ses approvisionnements. Aussi est il important d'effectuer un bilan de l'énergie selon les Etats en fonction de la présence ou non d'énergie fossiles dans le sous-sol et des politiques mises en œuvre. La Région Moyen-Orient et Afrique du Nord quand à elle est riche en ressources naturelles, ces dernières sont toutefois inégalement réparties créant de fortes disparités entre les pays riches en ressources naturelles et ceux qui en dépendent. Les accords d'association, (Conférence de Barcelone, 1995) bien que n'ayant ni la portée ni la couverture sectorielle de l'accord d'élargissement aux Pays d'Europe Centrale et Orientale, constituent une avancée dans l'intégration commerciale entre l'Union européenne et les douze Pays Méditerranéens.

L'objet de cet article est d'étudier les degrés de dépendance en énergie, ainsi que des divers flux énergétiques entre l'UE à 27, les pays du Moyen-Orient et de l'Afrique du Nord dans l'approvisionnement de l'Europe. Une analyse des flux d'échange par secteurs économiques comme celui de l'énergie permet d'apprécier au sein du partenariat euro-méditerranéen, l'importance des niveaux d'intégration ou de fragmentation pour chaque pays ou bloc de pays. L'étude du secteur de l'énergie a pour intérêt d'expliquer via un modèle gravitaire quels sont les effets d'entraînement sur les échanges. L'introduction par exemple des variables explicatives telles que : le PIB, le PIB/Tête, le taux de change, la distance permettent d'apprécier le degré de productivité des Etats.

Mots clés : Evolution des échanges commerciaux, Secteur de l'énergie, Modèle gravitaire, Accords d'association,

L'union européenne est le principal partenaire des pays méditerranéens pour le commerce de biens et de services. Plus de 50% du commerce de la région se fait avec l'Union européenne. Les accords d'association, Le partenariat euro-méditerranéen ou « processus de Barcelone » (1995), « L'ouverture du fonds MEDA » (1996), « La politique de facilité européenne méditerranéenne d'investissement privé et de partenariat » (2002, remplacé en 2007 par l'instrument financier de voisinage et de partenariat), ont pour objet la mise en œuvre d'une zone de libre échange. Bien qu'ils n'aient ni la portée ni la couverture sectorielle de l'accord d'élargissement aux Pays d'Europe Centrale et Orientale, ils constituent une avancée dans l'intégration commerciale entre l'Union européenne à 27 et les douze Pays Méditerranéens issus des accords de Barcelone (comprenant certains pays du Maghreb : Algérie, Maroc, Tunisie, du Mashreq : Egypte, Jordanie, Liban, Syrie, la Turquie, Israël et l'Autorité palestinienne, ainsi que l'Albanie et la Mauritanie depuis 2007).

En matière d'échanges euro-méditerranéens, il ressort que quatre chantiers sectoriels prédominent: il s'agit de l'agriculture, l'énergie, le textile, et les produits manufacturés. Lors de précédents travaux, nous avons étudié l'éventualité d'une Union Européenne et Méditerranéenne autour du secteur de l'agriculture et de l'agroalimentaire (NICOT B et MORER M (2008)). Nous constatons que la comparaison de l'UE à 25 à l'UE à 15, montrait surtout des variations de coefficients des variables pour les PIB/tête des pays importateurs, le taux de change, la distance, et dans une moindre mesure pour le degré de contiguïté. Le fait d'appartenir à l'UE, ou d'avoir signé des accords d'association est un facteur encourageant pour les échanges agricoles et agro-alimentaires avec les PTM.

Il semblerait donc que l'intégration des PECO à l'UE n'a pas véritablement affecté les échanges agricoles entre l'UE et le Monde Arabe. Toutefois il n'est pas possible de généraliser ce résultat sans analyser les autres secteurs économiques. Aussi, nous proposons maintenant d'étudier l'importance du secteur de l'énergie tant au sein des différents blocs, que lors de leurs échanges.

La production d'énergie de l'Europe à 27 n'assure que 53% de sa consommation, ce qui la rend dépendante notamment des Pays Méditerranéens pour ses approvisionnements. Les importations pourraient passer de 50% aujourd'hui à 70% dans vingt ou trente ans. Aussi est-il important d'effectuer un bilan de l'énergie selon les Etats en fonction de la présence ou non d'énergie fossiles dans le sous-sol et des politiques mises en œuvre. Le livre vert de mars 2006 indique que les investissements en capacité de production d'énergie pour les vingt prochaines années s'élèveront à près de 1000 milliards d'euros en Europe pour faire face au vieillissement des infrastructures, et souligne la nécessité de mettre en place une politique énergétique extérieure commune. De plus, l'Union Européenne est fortement dépendante des approvisionnements Russes. En effet, la Russie fournit environ 50% du gaz naturel et près de 20% du pétrole consommés par l'Union Européenne.

La région Moyen-Orient et Afrique du Nord est riche en ressources naturelles et donne l'opportunité à l'Europe de diversifier ses approvisionnements. Cependant, ces dernières sont inégalement réparties (57% de réserves mondiales de pétrole et 41% de gaz naturel) créant de fortes disparités entre les pays riches en ressources naturelles et ceux qui en dépendent. La création d'une Union Européenne et Méditerranéenne dans le secteur de l'énergie sera un véritable moteur de croissance notamment pour les pays d'Afrique du Nord.

Ainsi, depuis quelques années la politique extérieure commune énergétique de l'Union Européenne se tourne vers les pays Méditerranéens. En mai 2006 est signé à Madrid un accord entre l'Europe et le Maghreb mettant en place un espace euromaghrébin des hydrocarbures et de l'électricité intégré. Cette volonté de coopération énergétique est consolidée un an plus tard avec le coup d'envoi d'un nouveau partenariat énergétique euro-

méditerranéen signé par 37 ministres de l'énergie appartenant à l'union Européenne, à l'Afrique du Nord et au Moyen Orient. Un plan d'action sur six ans a été adopté. Il devra s'articuler avec le projet d'une Union Européenne et Méditerranéenne chère au Président Sarkozy.

L'objet de cet article est d'étudier l'importance des divers flux énergétiques entre l'UE à 15, les PECOS, l'UE25, et les pays du Moyen-Orient et de l'Afrique du Nord dans l'approvisionnement d'énergie de l'Europe. Il s'agit également d'expliquer comment s'opèrent les flux d'échange via nos variables explicatives choisies. Dans un tel contexte, il nous importe de faire un «Etat de l'art» de la situation économique entre l'Union Européenne et les Pays Méditerranéens. L'analyse des échanges commerciaux et financiers par secteurs économiques permet d'apprécier au sein du partenariat euro-méditerranéen, l'importance des niveaux d'intégration ou de fragmentation pour chaque pays ou bloc de pays. Dans de précédents travaux, Josselin D. et Nicot B. (2003), ont montré l'intérêt d'une modélisation gravitaire des flux d'échange tous biens et services confondus permettant de fixer d'une part une référence européenne, d'autre part de comparer des modèles d'échange par regroupement de pays. Nicot B. et Morer M. (2008) ont quant à elles analysé le poids de l'agriculture et de l'agroalimentaire lors des échanges euro-méditerranéens. En effet l'agrégation par pays des importations ou des exportations, tout comme le fait de prendre l'ensemble des biens et des services, plutôt qu'une analyse par secteur, appauvrissent le modèle à cause des fortes disparités qu'elle peut cacher.

Les variables explicatives telles que le PIB, PIB/tête, taux de change, la distance lors des échanges permettent d'apprécier in fine le degré de productivité des Etats.

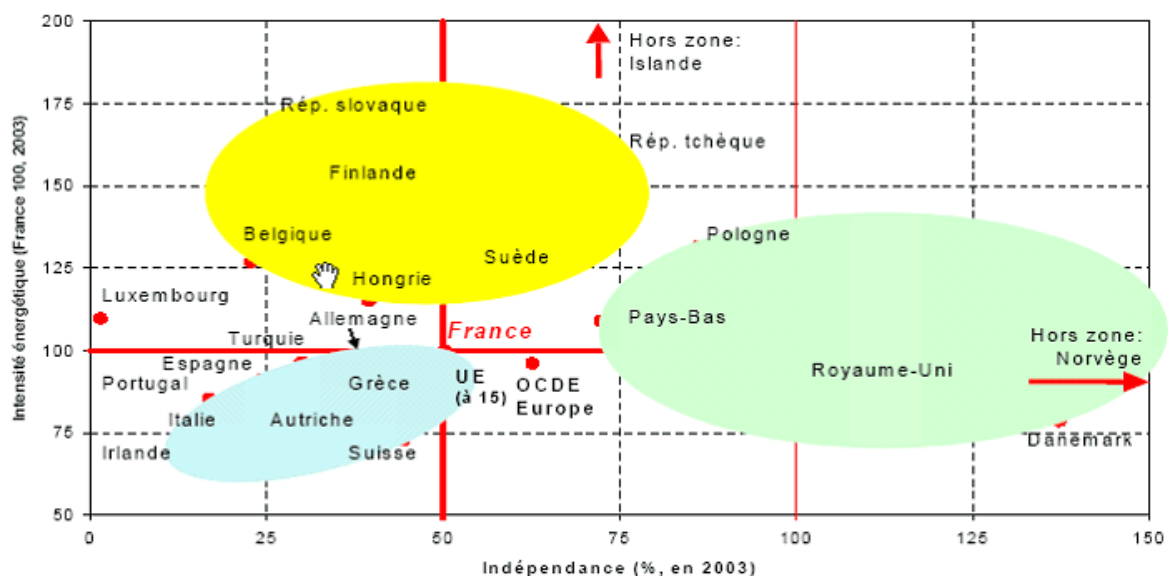
Notre analyse s'appuie sur un modèle gravitationnel du type "Bergstrand-Festoc" et concerne la période : 1995-2005 (2). Nous présentons par la suite les principaux résultats de l'application économétrique de ce modèle (3).

2. Modèle gravitationnel des flux d'échanges d'énergie

Après avoir présenté dans un premier temps la problématique et la méthodologie utilisée (2.1.), nous proposons une version de modèle gravitaire visant à expliquer les échanges du secteur de l'énergie entre pays européens et méditerranéens (2.2.).

2.1. Problématique et méthodologie utilisée

Avant d'analyser les résultats des régressions sur nos blocs de référence, il convient de faire le point sur la demande et l'offre énergétique des pays européens, dans la mesure où nous cherchons à expliquer les flux d'exportations entre un pays i offreur et un pays j demandeur. Le graphique 1 suivant montre bien la situation énergétique actuelle des pays de l'Union Européenne.



Graphique 1 .Europe de l'énergie : trois types de pays .

Ce graphique a été réalisé en 2003 par la Direction Générale de l'Energie et des Matières Premières (Rapport d'information (2006)), on peut distinguer trois groupes de pays au sein de l'UE25. On croise pour cela deux critères : le ratio d'intensité énergétique (la consommation d'énergie par unité de PIB) et le taux de dépendance énergétique (Le taux de dépendance énergétique est le rapport entre la production nationale d'énergies primaires et les disponibilités totales en énergies primaires, une année donnée.). Le premier groupe de pays concerne les pays producteurs d'hydrocarbures et de charbon (Pays-Bas, Royaume-Uni, Danemark, Pologne). Dans le deuxième groupe, on retrouve les pays intensifs en énergie, c'est-à-dire les pays à climat froid et/ou en économie de transition gaspilleuse d'énergie. On y retrouve notamment les pays des PECO. La France fait partie, tout comme la plus grande partie des pays de l'UE15, du troisième groupe dit des pays « classiques », aux profils énergétiques moyens.

Notre modélisation se distingue par une analyse sectorielle des échanges où nous privilégierons le secteur de l'énergie par la prise en compte plus forte du poids de la géographie dans la structure des échanges, par le choix des variables muettes, et par la méthodologie. Nous utiliserons la dénomination : « secteur de l'énergie » utilisée par le CEPII dans la base de données CHELEM. Celle-ci regroupe : «le pétrole brut et le gaz naturel, les produits raffinés du pétrole (produits raffinés du pétrole non gazeux), le charbon (charbon et lignite, tourbe, bois de chauffe, brique, le Coke (coke et dérivés du charbon et du lignite (solides et gazeux), sauf briquettes), électricité (électricité distribuée, eau chaude, vapeur ».

D'un point de vue méthodologique nous recherchons tout d'abord les particularismes locaux des blocs considérés du secteur de l'énergie, nous mesurons ensuite l'évolution des paramètres du modèle lorsqu'un nouveau pays « intègre » l'UE (adhésion ou accord d'association). Nous évaluons enfin les écarts entre un des blocs de référence et les nouveaux niveaux d'échanges observés.

2.2. Modèle gravitaire proposé

En se fondant sur les travaux de Bergstrand-Festoc, et en faisant l'hypothèse de fonction de production identique, nous considérons l'équation généralisée suivante des échanges :

$$(I) \quad PX_{ij} = \alpha_0 \cdot Y_i^{\alpha_1} \cdot Y_j^{\alpha_2} \cdot y_i^{\alpha_3} \cdot y_j^{\alpha_4} \cdot E_{ij}^{\alpha_5} \cdot Dij^{\alpha_6} \cdot C_{ij}^{\alpha_7} \cdot UE^{\alpha_8} \cdot UEPM^{\alpha_9} \cdot UMA^{\alpha_{10}}.$$

où

Les différents Pays sont indicés i, j

PX_{ij} : valeur des échanges de i vers j dans le secteur de l'énergie (milliards de dollars)

Y_i, Y_j : PIB respectivement de i et de j (milliards de dollars)

y_i, y_j : PIB per capita, respectivement de i et de j

E_{ij} : Taux de change réel entre i et j

D_{ij} : La distance entre i et j selon la technique du Grand Cercle

C_{ij} : La distance selon le degré de contiguïté

UE_{ij} : Appartenance ou non à L'Union Européenne (dates d'adhésion)

$UEPM_{ij}$: Adhésion ou non au processus de Barcelone (1995). Dans la mesure où nous étudions les flux entre l'Europe et les Pays Méditerranéens, nous avons choisis les dates d'entrée en vigueur des partenariats consécutifs au processus de Barcelone. L'Union Européenne et Méditerranéenne comprendrait les 27 pays de l'UE auxquels il faut ajouter l'Algérie, l'Egypte, Israël, la Jordanie, Le Liban, le Maroc, la Syrie, la Turquie et l'Autorité Palestine. Notons que depuis 2007, l'Albanie et la Mauritanie sont aussi concernés par l'accord de Barcelone.

UM_{ij} : Entrée ou non dans Union du Maghreb Arabe de 1989 à 2005 (date de l'accord : 1989) L'UMA comprend le Maroc, l'Algérie, la Tunisie, la Lybie et la Mauritanie.

Un flux entre deux pays i et j est donc la somme des échanges commerciaux annuels du secteur de l'énergie entre ces deux pays, et ce sur l'ensemble des années de la période considérée. Il est constitué d'une valeur unique d'échange, d'un pays exportateur et d'un pays importateur.

Les données descriptives utilisées (flux des exportations, PIB, population, taux de change réel) proviennent de la base de données Chelem (2008) du CEPII, de cédérums Comext d'Eurostat, de statistiques du FMI, de l'OCDE.

Pour construire la matrice D_{ij} nous avons retenu les valeurs calculées par J Haveman, selon la technique du Grand Cercle, valeurs également retenues par le CEPII.

Tout comme dans l'étude sectorielle des biens agricoles et agroalimentaires de Nicot B. et Morer M. (2008), nous avons retenu également ici la méthode de calcul de la distance généralement utilisée par les géographes en cartographie, et reprise par la suite par Haveman. La distance la plus courte entre deux points i et j de la surface de la Terre est l'arc de grand cercle passant par ces deux points. Un grand cercle est celui qui fait le tour de la Terre en ayant un rayon égal à celui de la sphère terrestre. En supposant que ces points représentent des

régions, il est possible de retenir une distance (D_{ij}) qui correspond au nombre de kilomètres qui séparent la ville à forte densité de population de i et de j selon la technique du Grand Cercle. La distance entre deux régions est une approximation de l'éloignement que l'on cherche à calculer, puisqu'il s'agit d'une distance aérienne. La technique du Grand Cercle sous-estime toutefois la distance effective entre les deux points i et j . Mais comme le note P. Krugman (1991), la distance se mesure de nos jours par les possibilités de contact entre les agents économiques. Ces communications permettent ensuite d'augmenter les échanges. On peut également ajouter que la distance est corrélée avec les différences culturelles, souvent liées à des pays possédant plusieurs frontières. Plus ces différences sont importantes, plus les coûts de transaction sont élevés.

Le degré de contiguïté (notée C_{ij}) permet de prendre en compte de façon plus spécifique l'existence et le nombre de frontières à traverser pour se rendre d'un pays i à un pays j . La matrice des degrés de contiguïté (C_{ij}) est établie à partir de la structure topologique, basée sur l'existence ou non de frontières. On suppose que le nombre de frontières est égal à 1 lorsque les deux pays i et j ont plus d'une frontière commune, sinon il est égal à zéro. En prenant en compte, le degré de contiguïté, nous postulons que les frontières, même au sein de l'UE, constituent un frein (historique, culturel notamment) aux échanges commerciaux. Le degré de contiguïté possède par ailleurs une limite forte : il n'intègre pas la forme des pays, à travers la longueur des frontières et la distance entre celles-ci (Nicot B. et Morer M. (2008)).

La prise en compte de variables muettes qui indiquent l'appartenance ou non à la fois à l'Union européenne (UE), à l'Union du Maghreb Arabe (L'UMA créé en février 1989, comprend le Maroc, l'Algérie, la Tunisie, la Lybie et la Mauritanie), ou à un accord commercial préférentiel (UEPM, partenariat euro-méditerranéen fondé sur le Processus de Barcelone, 1995) peut affecter les évaluations globales des échanges. La variable muette prend la valeur 1 quand les deux pays exportateur et importateur feront partie respectivement, de l'UE, de l'UMA ou de l'UEPM et 0 sinon.

L'équation (I) est transcrite en une forme log-linéaire :

$$(II) \quad \begin{aligned} \log(X_{ij}) = & \alpha_0 + \alpha_1 \log(Y_i) + \alpha_2 \log(Y_j) + \alpha_3 \log(y_i) \\ & + \alpha_4 \log(y_j) + \alpha_5 \log(E_{ij}) + \alpha_6 \log(D_{ij}) + \alpha_7 \log(C_{ij}) \\ & + \alpha_8 UE + \alpha_9 UEPM + \alpha_{10} UMA + u_{ij} \end{aligned}$$

u_{ij} étant un terme d'erreur.

Comme dans tout modèle log-linéaire, les coefficients donnent les élasticités des flux d'échanges par rapport aux diverses variables explicatives considérées.

Nous présenterons les résultats de nos estimations économétriques dans la partie suivante.

3 Résultats

L'échantillon de base est composé des Etats-membres de l'UE, du Monde Arabe, du Venezuela, de l'Indonésie et du Nigéria (producteurs essentiellement de pétrole). La période considérée porte sur 1995-2005.

Les deux grands blocs de pays considérés UE et Monde Arabe sont décomposés en sous ensembles :

- pour l'UE, on retiendra successivement l'UE à 15 puis à 25. On considérera aussi séparément la vague d'intégration de 2004 des 8 pays d'Europe Centrale et Orientale, ainsi que Malte et Chypre, encore notée par extension : PECO 10. Nous ne retiendrons pas la Bulgarie ni la Roumanie dans la mesure où leur adhésion date de 2007, et que les données ne sont pas toutes connues à cette date.

- pour le Monde Arabe, nous retiendrons: le Maghreb central, le Mashrek, les pays du Golfe, les membres de l'Organisation des Pays Exportateurs de pétrole : OPEP (Algérie, Lybie, Arabie Saoudite, Emirats Arabes Unis, Koweït, Iran, Irak, Qatar). Dans le but de garder une unité géographique, nous avons regroupé le Venezuela, le Nigéria, et l'Indonésie, notés : « autres OPEP » à part en tant que producteurs d'énergie et membres également de l'OPEP. Notons que la production d'énergie de l'Indonésie est en déclin depuis 1997, et que ce pays s'est finalement retiré en mai 2008. L'Equateur et l'Angola n'ont pas été retenus dans notre analyse, dans la mesure où l'Equateur est revenu au sein de l'OPEP en 2007 après l'avoir quitté en 1992, et que nous ne disposons malheureusement pas de toutes les données sur la période considérée pour l'Angola.

Les résultats de notre modélisation concernent dans un premier temps les "modèles locaux" à savoir : l'UE15, les PECO, UE25, le Maghreb, et le Monde Arabe (Nous définissons le Monde Arabe comme l'agrégation des pays du Maghreb central : Algérie, Maroc, Tunisie, du Mashrek : Irak, Jordanie, Liban, Autorité Palestinienne, Syrie, Egypte et des pays du Golfe : Arabie Saoudite, Emirats Arabes Unies, Koweït, Iran, Irak, Qatar). Ils permettent de déceler des particularismes locaux (3.1.) Les résultats suivants visent à mesurer l'évolution des paramètres du modèle lors de l'intégration ou de l'association successives de pays (3.2.).

L'interprétation des résultats des modélisations est faite selon les critères classiques de régression et d'analyse de variance (Tomassone et ali., 1992). Nous utilisons le logiciel SPSS. Nous donnerons les valeurs des différentes élasticités à l'aide de tableaux récapitulatifs. Les régressions effectuées étant très nombreuses, nous ne pouvons évidemment pas faire apparaître tous les détails de notre analyse économétrique.

3.1. Etude des paramètres des modèles locaux.



3.1.1 : Analyse détaillée d'un modèle de référence

Le modèle gravitaire semble satisfaisant pour expliquer les flux d'exportations d'énergie entre deux pays de l'Union Européenne, que l'on considère l'UE15, l'UE25 ou les PECO seuls ; il explique en effet entre 61, 1% et 72, 5% de la variabilité des exportations. Le tableau suivant donne le détail des résultats pour l'UE15.

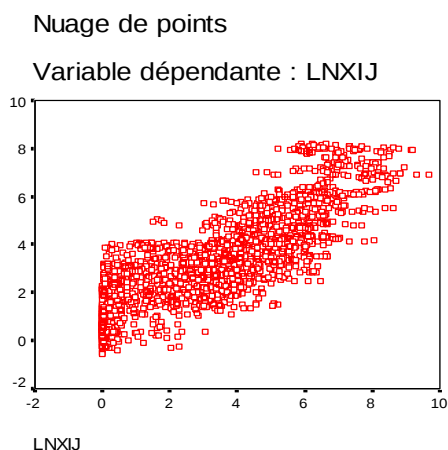
UE15								
Variable expliquée : ln Xij								
Variables explicatives : ln Yi, lnYj, lnyi, lnyj, lnEij, lnDij, lnCij								
Elasticités (écart-type)								
Cons- tante	ln Yi	lnYj	lnyi	lnyj	lnEij	lnDij	lnCij	
-0, 539	0, 871 **	0, 746 **	0, 533 *	-1, 024 **	0, 384 **	-1, 711 **	0, 846 **	
3, 016	0, 033	0, 031	0, 214	0, 205	0, 044	0, 063	0, 159	
Analyse de la variance								
Origine	Somme des carrés	ddl	Carré moyen			R	R ² ajusté	N
Régression	7324, 153	7	1046, 308			0, 814	0, 661	2002
Résidus	3732, 794	1994	1, 872					
Total	11056, 947	2001						
F	P							
558, 921	< 0, 005							

**significatif au seuil de 0,0001. *significatif au seuil de 0,05

Tableau 1– Modèle explicatif des flux d'échange de l'UE15 (période1995-2005)

Le coefficient multiple de régression s'élève à 0, 814. Il indique que la corrélation linéaire entre les données prédites par le modèle gravitationnel et les données observées de la base CHELEM est très importante, montrant ainsi l'efficacité de notre régression.

Le résultat satisfaisant de la régression précédente est illustré par le graphique 2. Dans ce graphique, les flux prédits par notre modèle sont représentés par l'axe des ordonnées (« Régression Prévision Ajustée »), et les flux réels (base de données CHELEM) sont portés sur l'axe des abscisses (« LNXIJ »). Les équations des modèles utilisées sont celles décrites par les tableaux précédents. La droite Y= X est la référence. Elle indiquerait une adéquation parfaite entre la prédiction et l'observation. On s'aperçoit que pour le modèle de référence de l'UE15, les points se situent de part et d'autre de la diagonale de manière relativement symétrique indiquant la justesse du modèle gravitationnel pour prédire les flux d'exportation d'énergie au sein de l'Union des Quinze.



Graphique 2 : Flux prédits et flux réels pour le modèle UE15.

3.1.1. Récapitulatif des modèles de référence

Ne pouvant fournir une analyse détaillée pour tous les blocs considérés, nous avons répertoriés tous les résultats des estimations économétriques du modèle gravitaire sur les blocs de référence dans le tableau 2. Nous ne donnerons pas les résultats concernant les blocs : Mashreq, Golfe et Monde Arabe. En effet, les résultats ne sont pas assez satisfaisants du fait d'un nombre pas suffisamment élevé d'observations. Il semble par ailleurs inutile d'essayer d'expliquer les flux d'exportations d'énergie entre membres de l'OPEP ! L'importance des ressources nationales d'énergie explique le faible coefficient de détermination pour les pays du bloc Monde Arabe figurant dans le tableau 2.

Modèle	R2 ajusté	Cons-tante	ln Yi	lnYj	lnyi	Lnyj	lnEij	lnDij	lnCij	UE	UEPM
UE 15	0,661	-0,539	0,871 ***	0,746 ***	0,533 *	-1,024 ***	0,384 ***	-1,711 ***	0,846 ***		
PECO	0,725	-3,458	0,411 ***1	0,377 ***	-0,479 *	0,599 ***	2,108 .10 ⁻²	-0,837 ***	3,042 ***	0,291 *	
UE25	0,611	3,619 ***	0,489 ***	0,600 ***	-0,807 ***	0,167 *	-0,188 ***	-1,233 ***	2,107 ***	0,657 ***	3,509 *
Maghreb	0,807	55,776 ***	2,050 *	-1,548 ***	1,688 ***	-4,759 ***	3,77 10 ⁻²	-4,384 ***	-5,430 ***		
Monde Arabe	0,274	1,144	0,429 **	5,157 10 ⁻³	0,913 ***	-1,152 ***	0,289 ***	-0,446*	0,396	0,184	

*** significatif au seuil de 0,0001

** significatif au seuil de 0,005

* significatif au seuil de 0,05.

Tableau 2- Elasticités des variables explicatives par blocs de pays (période 1995-2005)

Le coefficient de lnYi est positif et significatif pour toutes les régressions. Il a le signe attendu. En effet, quand le PIB du pays exportateur augmente, il est logique que les exportations d'énergie augmentent ; la production d'énergie faisant partie intégrante du PIB.

Le coefficient de lnYj est positif et significatif pour toutes les régressions. Il a lui aussi le signe attendu. En effet, quand la production du pays importateur augmente, les consommations intermédiaires d'énergie augmentent pour assurer le processus de production notamment.

Lorsque le PIB par tête du pays exportateur augmente, il va avoir tendance à exporter davantage d'énergie s'il est autosuffisant et en exporter moins s'il est dans une situation de dépendance énergétique. On observe alors un signe positif pour le coefficient de lnyi dans les régressions du bloc du monde Arabe et de l'UE15. En effet, on a vu dans le graphique 1, que les pays de l'UE15 avaient un profil énergétique moyen ou étaient producteurs d'énergie. Globalement, il semble que l'effet positif des pays producteurs d'énergie comme le Royaume-Uni et les Pays bas semblent l'emporter sur l'effet négatif que pourraient avoir les pays à profil énergétique moyen sur les exportations.

Lorsque le PIB par tête du pays importateur augmente, il va avoir tendance à demander plus d'énergie, si l'on considère que l'énergie est un bien normal et moins d'énergie si l'on considère que c'est un bien de type Giffen. Pour toutes les régressions du

tableau 1, l'élasticité du revenu par tête (c'est-à-dire de la production par habitant) du pays importateur est positif, sauf pour l'UE15 où il semblerait que l'énergie soit considérée comme un bien Giffen. On peut alors peut-être considérer que lorsque la production et donc le revenu par habitant augmente, porteur de développement, les pays sont plus à même de produire de l'énergie via des infrastructures plus coûteuses et de haute technologie comme les centrales nucléaires. Avec l'augmentation du niveau de développement, on peut aussi faire l'hypothèse d'une prise de conscience de l'environnement et de sa dépendance énergétique, l'UE15 se serait alors tournée vers les énergies renouvelables de type hydroélectricité, énergie éolienne, énergie solaire ou encore biomasse. Les sources d'énergie plus classiques polluantes et détenues majoritairement par les pays hors-UE seraient alors considérés comme des biens de type Giffen : quand le revenu s'élève, on en demande moins car on préfère utiliser d'autres types d'énergie.

Le coefficient de la variable muette d_{ij} est négatif et significatif pour toutes les régressions car la distance entre deux pays a tendance à décourager les exportations puisque les coûts de transports augmentent et les risques de vol en ce qui concerne le pétrole ou de déperdition en ce qui concerne les gazoducs sont croissants avec la distance parcourue.

De même, le fait qu'il n'y ait qu'une seule frontière à traverser favorise les échanges entre deux pays i et j , sauf dans le bloc du Maghreb (Maroc, l'Algérie et la Tunisie) où le coefficient de $\ln C_j$ est négatif, laissant supposer des tensions entre pays pouvant les conduire à d'autres choix de pays en matière d'approvisionnement d'énergie.

Enfin, tous les coefficients des variables muettes UE, UEPM, UMA. Ainsi, le fait que deux pays aient signé un accord de coopération a tendance à favoriser les échanges d'énergie.

3. 2. Intégration ou association des différents blocs

Notre recherche consiste ici à intégrer successivement des différents blocs constitutifs du Monde Arabe, et de l'OPEP à l'UE15 (tableau 3), puis à l'UE à 25 (tableau 4).

Plus précisément il s'agit d'intégrer d'autres blocs à nos blocs de référence afin d'observer si des changements majeurs s'opèrent dans nos régressions pouvant indiquer un bouleversement important dans les comportements d'échange d'énergie.

3.2.1. Etude des flux d'échange entre l'UE 15 et les sous blocs du Monde Arabe, et de l'OPEP.

Modèle	R2 ajusté	Cons-tante	ln Yi	ln Yj	lnyi	lnyj	lnEij	lnDij	lnCij	UE	UEPM	UMA
UE 15	0,661	- 0,539	0,871 ***	0,746 ***	0,533**	- 1,024 ***	0,384 ***	-1,711 ***	0,846 ***			
UE15 + Maghreb	0,577	- 21,531 ***	0,684 ***	0,950 ***	0,665 ***	0,960 ***	0,177 ***	-1,522 ***	0,722 ***	- 1,919 ***	- 0,671 ***	0,526*
UE15 + Mashreq	0,611	- 9,596 ***	0,875 ***	0,895 ***	-3,758 10 ⁻²	0,199*	0,200 ***	-1,485 ***	1,031 ***	- 1,093 ***	8,053 10 ⁻²	
UE15 + Golfe	0,592	-15,672 ***	0,832 ***	0,949 ***	- 0,507 ***	1,338 ***	0,206 ***	- 1,515 ***	0,588 **	- 1,690 ***		
UE15 +Arabie Saoudite	0,618	5,027	0,884 ***	0,876 ***	- 1,667 ***	0,577 **	0,570 ***	- 1,726 ***	0,765 ***	- 1,280 ***		
UE15 + Monde Arabe	0,503	-16,170 ***	0,783 ***	1,042 ***	0,135 *	0,458 ***	0,236 ***	- 1,256 ***	0,684 ***	- 1,198 ***	- 0,538 ***	5,613 10 ⁻²
UE15 + 3OPEP	0,618	5,719 ***	0,636 ***	0,813 ***	-0,432 ***	-9,119 10 ⁻³	8,962 10 ⁻² ***	- 2,045 ***	0,378 *	- 2,141 ***		
UE15 + OPEP	0,527	- 5,197 ***	0,683 ***	1,028 ***	- 0,456 ***	0,254 ***	7,443 10 ⁻² ***	- 1,463 ***	0,756 ***	- 1,161 ***	- 0,667 *	

*** significatif au seuil de 0,0001

** significatif au seuil de 0,005

* significatif au seuil de 0,05.

Tableau 3- Elasticités des variables explicatives de l'association de blocs de pays du monde Arabe, et de l'OPEP à l'UE à 15 (période 1995-2005).

Les coefficients des variables lnYi, ln Yj, lnyj, lnDij, lnCij, UMA sont pour la plupart significatifs et ont le signe attendu.

Le coefficient de ln yi est positif pour les blocs : UE15, UE15+ Maghreb, UE15 + Monde Arabe. Ces blocs auraient tendance à exporter le surplus d'énergie produite lorsque le PIB par habitant augmente. Il est négatif pour les autres blocs, UE15+golfe, UE15+ Arabie Saoudite, UE15+OPEP, UE15+3OPEP. Dans ces derniers blocs, lorsque la production par tête du pays exportateur augmente, on observe une diminution des exportations d'énergie laissant supposer de prime abord que ces blocs ont des activités de production dévoreuses d'énergie plus importantes que les activités de production d'énergie, ou que d'autres facteurs non expliqués par nos variables sont en jeu. Il faut en effet prendre en compte également le

contexte politico-économique national et international ainsi que des aléas climatiques sur la période d'analyse 1995-2005 (période qui agrège l'ensemble des événements). Par exemples, en 1997, l'OPEP décide de relever sa production de 10%, ce qui provoque l'effondrement des cours de 40%, le prix du pétrole chute alors à 10 dollars le baril. Inversement en mars 1999, les membres de l'OPEP ainsi que la Russie, la Norvège, le Mexique, et Oman décident de diminuer leur production, ce qui provoque aussitôt la remontée du baril à 23 dollars en septembre. Les tensions internationales (guerre du Golfe, crises en Irak, au Venezuela, attentats terroristes...) ont causé une forte récession économique conduisant à une diminution de la demande mondiale et à la hausse des prix du pétrole. Les ouragans (craintes sur la production intérieure dues au passage de Katrina aux Etats-Unis), l'augmentation de la demande des pays émergents ont contribué par ailleurs à une envolée des prix du pétrole atteignant 71 dollars le baril fin 2005.

Si le pétrole reste encore l'énergie prédominante, les mêmes comportements peuvent être observés en ce qui concerne la production de gaz. Sa tarification suit inéluctablement l'augmentation des prix du pétrole.

Le taux de change réel est libellé en dollars. Les coefficients du taux de change sont positifs pour les pays de l'UE à 15 qui ont pour caractéristique de posséder pour la majeure partie d'entre eux la même unité monétaire. Ils sont négatifs dans les autres cas, montrant alors que le taux de change peut être un frein aux échanges.

Le signe négatif du coefficient de la variable muette UE est surprenant. En effet, cela signifie que le fait que les deux partenaires de l'échange appartiennent à l'UE15, minore les exportations d'énergie. On peut peut-être penser que les pays de l'UE15, ayant un profil énergétique semblables (cf. figure 1, pays du groupe 3), n'ont pas tendance à commercer ensemble. Ces flux sont minoritaires et les exportations se font majoritairement entre un pays non-européen vers un pays de l'UE15.

Le signe négatif de la variable muette UEPM pour l'U15+Maghreb, l'UE15 +Monde Arabe, UE15 + OPEP montre que les accords d'association n'ont pas eu l'impact attendu. Il pourrait être le reflet du contexte politico-économique.

3.2.2. Analyse des flux d'échange entre l'UE 25 et les sous blocs du Monde Arabe, et de l'OPEP, grâce au tableau 4.

	R2 ajusté	Consta nte	ln Yi	lnYj	lnyi	lnyj	lnEij	lnDij	lnCij	UE	UEPM	UMA
UE25	0, 611	3, 619 **	0, 489 **	0, 600 **	- 0, 807 **	0, 167*	- 0, 188 **	- 1, 233 **	2, 107 **	0, 657 **	3, 509*	
UE25 + Maghreb	0, 522	-1, 037	0, 485 **	0, 392 **	- 0, 458 **	0, 387 **	- 0, 130 **	- 0, 973 **	2, 286 **	0,428 **	0, 428 **	- 0, 822 **
UE25 + Mashreq	0, 546	2, 465 **	0, 57 **	0, 461 **	- 0, 789 **	0, 133 **	- 0, 126 **	- 0, 936 **	2, 460 **	0, 553 **	0, 998 **	
UE25 + Golfe	0, 527	-2, 205*	0, 658 **	0, 448 **	- 1, 034 **	0, 609 **	-9, 956 10 ⁻² **	-0, 714 **	2, 609 **	0, 360 **	0, 977 **	
UE25+ Arabie Saoudite	0, 565	- 0, 324	0, 571 **	0, 392 **	- 0, 839 **	0, 562 **	- 0, 151 **	- 0, 943* *	2, 510 **	0, 431 **	0, 906 **	
UE25 + Monde Arabe	0, 449	-5, 097 **	0, 580 **	0, 505 **	-0, 481 **	0, 374 **	-4, 68 10 ⁻² **	-0, 698 **	2, 299 **	0, 242 **	0, 422 **	-0, 860 **
UE25 + 3OPEP	0, 531	1, 369*	0, 559 **	0, 500 **	- 0, 741 **	-1, 849 10 ⁻² **	-8, 489 10 ⁻² **	- 0, 693 **	1, 955 **	0, 551 **	1, 017 **	
UE25 + OPEP	0, 485	- 2, 486 **	0, 591 **	0, 554 **	- 0, 694 **	0, 215 **	- 6, 895 10 ⁻² **	- 0, 665 **	2, 650 **	0, 315 **	0, 952 **	

** significatif au seuil de 0, 0001

* significatif au seuil de 0, 05.

Tableau 4- Elasticités des variables explicatives de l'association de blocs de pays du monde Arabe, et de l'OPEP à l'UE25 (période1995-2005).

On remarque que globalement, les régressions sont de moins bonne qualité pour les blocs contenant de l'UE25 que pour les blocs contenant l'UE15. En effet, le R² ajusté varie entre 0, 485 et 0, 611 alors que pour les régressions portant sur le bloc UE15, les valeurs du R² s'échelonnaient entre 0, 527 et 0, 661 (tableau 3). Cette différence peut s'expliquer par l'introduction de PECO, pays intensifs en énergie (cf. figure 1), car ce sont des pays majoritairement froids et en transition.

Concernant les coefficients des régressions, ceux des variables lnYi, lnYj, lnyj, lnDij, lnCij, UE et UEPM sont globalement significatifs et ont le signe attendu.

Le coefficient de la variable lnyi est toujours négatif. Ainsi, lorsque la production par tête du pays exportateur augmente, on observe une diminution des exportations d'énergie laissant supposer que ces blocs auraient des activités de production dévoreuses d'énergie plus importantes que les activités de production d'énergie. Cela est d'autant plus vrai que l'UE25 comprend des pays en transition.

Le coefficient de la variable muette UEPM est cette fois ci positif, nous confortant dans l'idée d'une coopération énergétique entre les pays européens et les pays méditerranéens. Les

échanges d'énergie sont en effet favorisés lorsque les deux pays font partie de l'UEPM. Il semble que les PECO, forts consommateurs d'énergie aient tissés des relations avec les pays méditerranéens plus importantes comparativement à l'UE15, et ce malgré leur relation privilégiée avec la Russie.

Enfin, le signe négatif du coefficient de la variable UMA, laisse penser que les accords de coopération entre pays de l'Union du Maghreb Arabe, soit une coquille vide malgré certains accords comme ceux signés au sein du COMELEC : Comité Magrébin de l'Electricité qui réunit les compagnies d'électricité au sein de l'UMA et que les pays membres préfèrent privilégier les relations commerciales nord/sud, plutôt que est/ouest.

4. Conclusion

Dans cet article, nous avons pu constater l'intérêt d'une modélisation gravitaire des flux d'échange d'énergie permettant de fixer d'une part une "référence européenne", d'autre part de comparer des modèles d'échange par blocs, et d'évaluer in fine l'impact d'association d'un bloc au sein de l'union européenne. Les résultats du modèle gravitaire sont intéressants et confirment l'importance des variables explicatives PIB, PIB/tête, ainsi que de celles qui reflètent la structure géographique dans les flux d'échanges. Le secteur de l'énergie participe à la mondialisation. Il sous-tend les flux et les marchés entre producteurs et consommateurs. Les tensions qui peuvent résulter de ces interdépendances sont au cœur des rapports entre puissances économiques. Toutefois contrairement au secteur de l'agriculture, on constate via le R² une moindre part d'explication des échanges. Le fait d'ajouter de nouvelles variables (politico-économiques, climatiques), pallierait l'insuffisance de part d'explication de notre modèle, mais on se heurterait très vite aux problèmes d'insuffisance de données. En revanche une analyse spécifiquement liée à la nature des biens d'énergie permettrait d'affiner l'analyse par rapport à une analyse en terme sectorielle. Les Etats consommateurs seraient ainsi différenciés. Même si les pays européens ont réduit l'intensité pétrolière de leur économie, ils font parties encore des premiers pays consommateurs à côté de la Chine et de nouveaux pays émergents qui ont considérablement augmenté leur dépendance en énergie pétrolière.

Bibliographie

BERGSTRAND J-H. (1985), "The gravity Equation in International Trade: Some Microeconomic Foundations and Empirical Evidence", *The Review of Economics and Statistics*, vol. 67, n°3, pp.474-480.

BERGSTRAND J-H. (1989), "The Generalised Gravity Equation, Monopolistic Competition and the Factors-Proportions Theory in International Trade", *The Review of Economics and Statistics*, vol.71, n°1, pp.143-153.

DAGUZAN J-F., BECKOUCHE P. et LAZAREV G. (2007), Quelle Union Méditerranéenne ? *Revue de Géoeconomie*, n° 42, été.

HEAD K. et MAYER T., (2000), " Effet frontière, Intégration économique et Forteresse Europe", Document de travail du CEPIL, n°20001-6.

JOSSELIN D. et NICOT B. (2003), "Un modèle Gravitaire Géoéconomique des échanges commerciaux entre les Pays de l'UE, les PECO et les PTM", *Revue Européenne Cybergéo*, n° 237, mars.

JOSSELIN D. et NICOT B. (2002), "Croissance potentielle des flux d'échange entre l'union européenne et les pays d'Europe Centrale et Orientale : Evaluation et Analyse de leurs conséquences", *Cahier ATM*, 17.

JOSSELIN D. et NICOT B. (2005), "Identité de l'Union Européenne à l'épreuve de l'élargissement aux Pays d'Europe Centrale et Orientale, Impacts sur les Pays Méditerranéens, in *Les Communautés et l'Union européennes face aux défis de l'élargissement*, éd. Joël Andriantsimbazovina et Christophe Geslot, coll. Travaux de la CEDECE, janvier.

KLINGER T (2008), « Géopolitique de l'Energie. Constats et Enjeux », *Studyrama perspectives*, 126 p)

KRUGMAN P. (1991), "The move Toward Free Trade Zones" *Economic Review*, nov.- dec..

LINNEMANN H. (1966), "An Econometric Study of International Trade Flows", Amsterdam, North Holland Publishing Co.

MANDIL C (2008), "Sécurité Energetique et Union Européenne, Propositions pour la Présidence Française", Avril.

MARTIN J.-M. et LAPILLONNE B. (2002).- Consommation mondiale d'énergie : les scénarios à l'épreuve des faits.- *Cahiers de Global Chance*, (16), nov. 2002, p. 7-12.

MARTIN J.-M. (2002).- " Le secteur de l'énergie est emblématique des bouleversements entraînés par l'extension de la concurrence aux industries de réseau ".- *Le Nouvel état du monde 2002*, 2nd édition actualisée.- Paris : La Découverte, p. 179-181.

NICOT B. et MORER M. (2008), "Avenir Economique Du Partenariat Euro-méditerranéen ; Evolution des Echanges Commerciaux et Financiers. " Communication pour les VIIème Journées Internationales D'Etudes Jean Monnet, Rabat, juin.

SCHMIDT D. (2004), "Le Partenariat euro - Méditerranéen : une entreprise inachevée", in *Questions Internationales* n° 10, *Le Maghreb*, La Documentation Française, nov. – déc.

LIVRET VERT SUR L'ENERGIE (2006), "Une stratégie Européenne pour une Energie Sûr, Compétitive, et Durable", Commission Européenne, mars.

RAPPORT D'INFORMATION (2006), "La Politique Européenne de l'Energie", Sénat, n°259.