



QUANTIFICATION DE L'ACTIVITÉ ÉCONOMIQUE INDIRECTE LIÉE AUX PORTS MARITIMES FRANÇAIS

Alain SAUVANT et Jérôme VERNY¹

Grâce à un modèle de type markovien, l'activité économique indirecte liée aux ports maritimes - qui correspond aux emplois dans les filières de stockage/déstockage et de transformation industrielle des produits importés ou exportés par les ports - a pu être quantifiée dans deux filières importatrices (pétrole et sidérurgie) et une filière exportatrice (blé).

Dans les filières importatrices étudiées, l'activité de première transformation se situe assez près des ports eux-mêmes, en général dans la même région. La seconde transformation est plus éloignée du port. Sa localisation dépend à la fois des ports mais aussi de l'aval de la filière. L'activité économique indirecte reste identifiable dans les régions voisines du port où ont transité les marchandises considérées.

La localisation du processus de transformation du blé est moins nette mais une influence de la localisation des ports est toutefois perceptible.

Activité économique directe, indirecte et induite

Le transport de marchandises n'apporte pas aux régions traversées que des externalités négatives telles que le bruit ou la pollution de l'air ; il peut également apporter, dans certaines conditions, de l'activité économique aux régions traversées, et donc des emplois dans des activités de stockage, de logistique et de transformation industrielle.

C'est à l'estimation d'une partie de ces volumes d'activité et de ces emplois que s'est attachée à mesurer l'étude présentée ici. Elle porte en effet sur la quantification de l'activité économique indirecte liée aux chaînes de transport passant par les principaux ports français.

Trois types d'activités économiques liées aux ports sont à distinguer :

- l'activité économique directe, correspondant aux emplois dans les ports proprement dits (par exemple les dockers) ;
- l'activité économique indirecte, qui correspond aux emplois dans les filières de stockage, de logistique (hors transport proprement dit), et de transformation industrielle des produits importés ou exportés ;
- l'activité économique induite, qui correspond aux emplois induits par la consommation locale des personnes employées dans les deux types d'activité cités précédemment (par exemple, le boulanger qui vend du pain aux dockers).

L'activité économique directe peut être estimée par la masse salariale versée aux employés du port et des structures proches. L'activité économique induite peut être évaluée au moyen de modèles macro-économiques.

Par contre, l'estimation de l'activité économique indirecte, a été relativement peu étudiée. C'est pourtant elle qui peut éventuellement justifier pour une large part des politiques publiques visant à attirer ou tout au moins à maintenir des flux de transport de marchandises passant par les ports situés sur le territoire national.

¹ Etudiant en DEA Transport à l'école nationale des ponts et chaussées.

PORTS

Une méthode intégrant flux de transport et activité économique

Le modèle construit intègre l'ensemble de la chaîne de transport, de stockage/déstockage et de transformation industrielle des principaux produits qui transitent par les ports. Trois filières ont été étudiées : deux sont des filières essentiellement importatrices (filière du pétrole, filière sidérurgique) et une filière est essentiellement exportatrice (filière des céréales).

Chaque filière intègre la première transformation : raffinage pour le pétrole, fabrication de l'acier à partir du charbon (ou du coke) et du minerai de fer (aciérie à oxygène), meunerie pour la filière céréales.

Pour ce qui concerne la filière sidérurgique, la production de demi-produits sidérurgiques (deuxième transformation) a pu également être prise en compte.

Pour chaque filière, on distingue des états successifs du principal produit transformé dans la filière.

Principaux états considérés dans les filières :

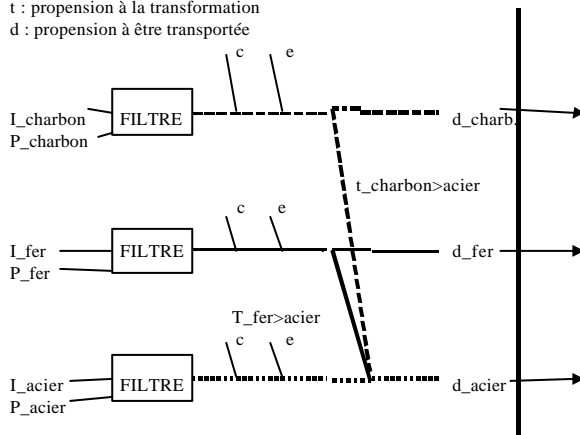
Filière	Etat 1	Etat 2	Etat 3
Pétrole	Pétrole brut	Produits raffinés	
Sidérurgie	Minerai de fer	Acier	Demi produits sidérurgiques
Céréales (Blé)	Blé	Farine	

Ces différents changements que peut subir le produit s'enchaînent selon un processus de Markov décrit dans la figure ci-dessous. La figure est simplifiée au sens où elle ne représente que deux étapes de la chaîne, alors que le modèle comprend cinq blocs d'itérations.

Figure 1 : représentation d'un maillon de la chaîne de Markov

Dans une région donnée :

- I : importation
- P : production
- c : propension à la consommation
- e : propension à l'exportation
- t : propension à la transformation
- d : propension à être transportée



Aperçu sur la méthode markovienne utilisée

a) cas où il n'y a pas de transformation

L'égalité de ce qui rentre et de ce qui sort de la zone i s'écrit :

$$P_i + I_i + \sum_k D_{k,i} = C_i + E_i + \sum_k D_{i,k}$$

où P_i est la production de la zone i,
 C_i est la consommation de la zone i,

I_i est l'importation de la zone i ,
 E_i est l'exportation de la zone i ,
 $D_{i,j}$ est le flux d'origine i et de destination j .

Les matrices D et les vecteurs I et E sont supposés connus (extractions de SITRAM). La connaissance d'information sur le vecteur P (quantités produites dans les zones de production) permet de déduire les consommations (vecteur C) par zones.

On note d_{ij} la matrice des propensions du total des entrées dans la zone i à être transportées dans la zone j , e_i la matrice des propensions du total des entrées dans la zone i à être exportées, et c_i la matrice des propensions du total des entrées dans la zone i à être consommées sur place (sans transport préalable).

On peut ainsi en déduire les matrices c , e , d , d'où une estimation des zones origines et destinations des différents flux de transport intérieurs. En isolant dans les vecteurs P et I la part des flux en provenance des ports français, on peut ainsi en déduire des estimations des volumes logistiques dans chaque zone.

b) cas où il y a transformation

Dans la plupart des cas, il y a transformation de produits dans les processus industriels.

On peut alors écrire l'équation de conservation des quantités :

$$P_i^a + I_i^a + \sum_k T_i^{b,a} + \sum_k D_{k,i}^a = C_i^a + E_i^a + \sum_k T_i^{a,b} + \sum_k D_{i,k}^a$$

où

P_i^a est la production de la zone i du produit a ,
 C_i^a la consommation de la zone i du produit a ,
 I_i^a l'importation de la zone i du produit a ,
 E_i^a l'exportation de la zone i du produit a ,
 $D_{i,j}^a$ le flux d'origine i et de destination j du produit a ,
 $T_{i,j}^{a,b}$ la quantité de produit a transformé en produit b dans la zone i .

Compte tenu de l'hypothèse selon laquelle le processus est markovien, on peut estimer les matrices de propension à consommer, exporter, transporter et transformer c , e , d , t (mêmes notations) en approchant au mieux au sens des moindres carrés les flux de transport répertoriés dans la base SITRAM du SES (flux intérieurs et internationaux), complétée par les flux des oléoducs issus du CPDP. Il en résulte une estimation des zones origines et destinations des différents flux de transport intérieurs, et des localisations des quantités transformées.

En isolant dans les vecteurs P et I la part des flux en provenance des ports français, on peut ainsi en déduire des estimations des volumes logistiques dans chaque zone.

c) passage de l'estimation des tonnages à celle de l'activité et de l'emploi

On complète marché par marché par des éléments sur les principaux processus de production et de transformation industrielle (notamment les tonnages de produits entrants et sortants : par exemple x tonnes de charbon + y tonnes de minerai de fer donnent z tonnes d'acier).

On estime enfin les chiffres d'affaires, valeurs ajoutées et nombre d'emplois par des ratios sectoriels globaux France entière (euros / tonnes) en fonction de sources statistiques générales.

La construction du modèle permet ainsi de relier flux de transport passant par les ports et activité économique indirecte. On peut simuler, pour les filières importatrices, l'effet de cette variation sur le stockage et la transformation par produit et par région. On retiendra alors comme activité économique indirecte la part de cette activité manifestement liée au port, sur la base de deux critères :

- la proximité géographique (même région ou région voisine) ;
- la proximité dans la chaîne de transformation (première transformation, à laquelle s'ajoute une seconde transformation, dans le cas de la filière sidérurgique).



PORTS

Le caractère vraisemblable du lien de causalité entre flux de transport et activité économique indirecte est également validé grâce au modèle de Weber de localisation industrielle.

Le modèle de Weber

Le modèle de Weber s'attache à définir la localisation industrielle optimale essentiellement pour les produits de première transformation. On suppose que l'espace est isotrope et que les ressources (matérielles, main d'œuvre) se concentrent sur quelques lieux. De plus, le marché doit acheter la totalité de la production. Les matériaux et le travail doivent se combiner dans la zone où est élaborée la transformation. Les coûts de transport des matériaux et de la main d'œuvre varient en fonction de la distance et d'un coût unitaire.

L'indice de Weber correspond au ratio entre les coûts de transport kilométrique de la quantité de matériaux nécessaires pour produire une tonne de produit fini et les coûts de transport kilométrique d'une tonne de produit fini. A défaut des coûts kilométriques, les poids relatifs peuvent être utilisés en première approximation, si les coûts de transport kilométrique par tonne sont similaires.

Si l'indice de Weber est **inférieur à 1** alors la localisation optimale de l'industrie sera au plus près du marché de consommation, suite à un coût de transport élevé du produit fini (par rapport à un coût de transport plus faible pour les matériaux de base).

Si l'indice de Weber est **supérieur à 1**, alors l'industrie devra se situer, idéalement, à proximité du bassin de production, d'extraction ou d'importation, donc là où se situent les ressources de base.

La filière du pétrole

Cette filière, essentiellement importatrice, présente deux états des produits pétroliers : le pétrole brut et les produits raffinés.

Pétrole brut —————> Produits pétroliers raffinés

Le modèle markovien est utilisé pour estimer les quantités de produits pétroliers raffinés dans chaque région. On peut ensuite vérifier la corrélation entre volume de raffinage dans la région et flux portuaires de brut passant dans la région.

Nom de la variable	Unité	Années	Zone d'étude
Tonnes raffinées	KT	Moyenne de 1995 à 1997	Régionale
Importation de pétrole brut	KT	Moyenne de 1995 à 1997	Régionale

$$\text{Tonnes raffinées} = 0,82 * \text{Importation pétrole brut}^2$$

(32,9)

$$R^2 = 0,97 \text{ et } Dw = 1,97$$

Dans un deuxième temps, le modèle markovien est utilisé pour estimer l'impact sur l'activité économique indirecte des flux de produits pétroliers bruts et raffinés transitant par le port de Marseille. On peut alors estimer le nombre d'emplois pour le raffinage du brut liés au passage par le port de Marseille à environ 2000 (PACA + Rhône-Alpes).

Importation de brut à Marseille (MT)	33,502	Transformation en raffinés		emplois	
Raffinage (MT)	25,803	En %	en MT		
Emplois/MT de produits raffinés	90	PACA	71%	18,3	1649
Produits raffinés en France/import brut	77%	Rhône-Alpes	15%	3,9	348
		Alsace	14%	3,6	325

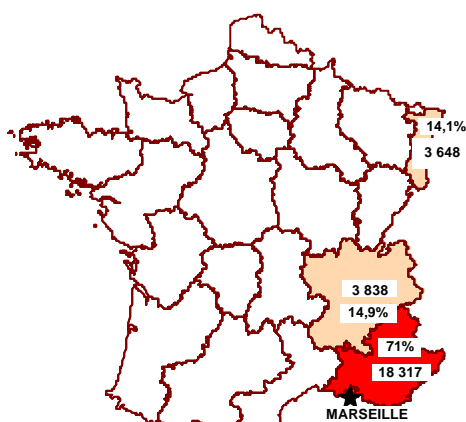
² Les chiffres entre parenthèses correspondent au test de Student à un niveau de significativité de 95 %.

PORTS

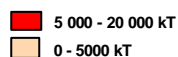
Le modèle permet aussi de simuler les effets sur l'activité économique indirecte des variations dans les volumes transitant par chaque port. Le tableau ci-dessous représente une situation où dix millions de tonnes de pétrole brut supplémentaires seraient importées par le port de Marseille.

Importation de brut à Marseille (MT)	43,502	Transformation en raffinés		emplois	emplois supplémentaires
		en %	en MT		
Raffinage (MT)	33,505				
emplois/MT de produits raffinés	90				
PACA		71%	23,8	2141	492
Rhône-Alpes		15%	5,0	452	104
Alsace		14%	4,7	422	97

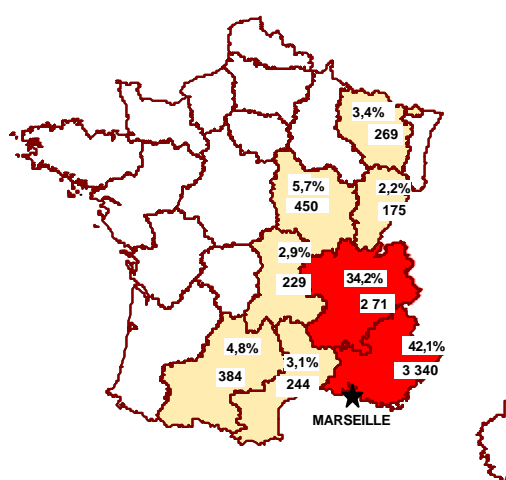
Volumes de produits raffinés liés aux importations de pétrole brut par le port de MARSEILLE



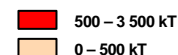
Raffinage de pétrole brut moyenne de 1995 à 1997



Volumes de stockage / déstockage de produits raffinés induits par les importations de pétrole brut du port de MARSEILLE



Stockage, déstockage, de produits raffinés moyenne de 1995 à 1997

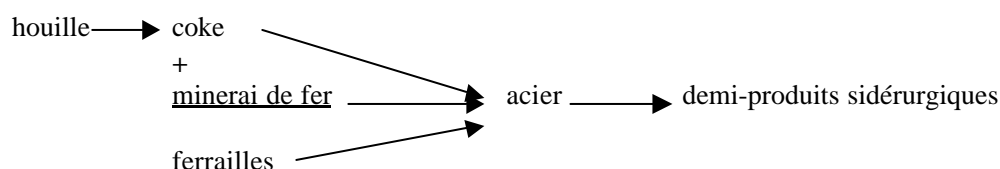


On constate que les raffineries de la région PACA produisent 71 % de produits dérivés suite à l'importation de pétrole brut par Marseille. Les 29 % restants sont essentiellement représentés par Rhône-Alpes et l'Alsace, régions reliées à Marseille par un oléoduc de pétrole brut. La localisation du stockage et du déstockage de produits raffinés à Marseille est, par contre, plus dispersée.

L'indice de Weber est légèrement supérieur à 1 du fait des pertes de raffinage. Cela signifie que l'implantation optimale des raffineries est à proximité des lieux d'importation de pétrole brut.

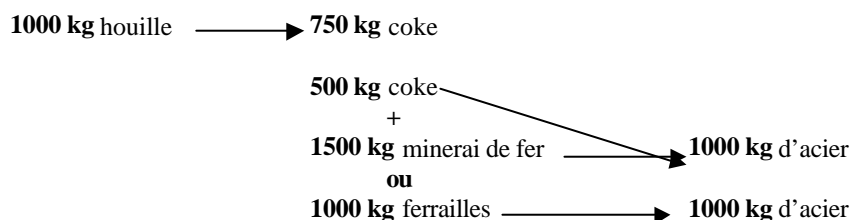
La filière sidérurgique

La filière sidérurgique, à dominante importatrice, est composée de six ensembles schématisés ci-dessous.



PORTS

Processus de fabrication de l'acier :



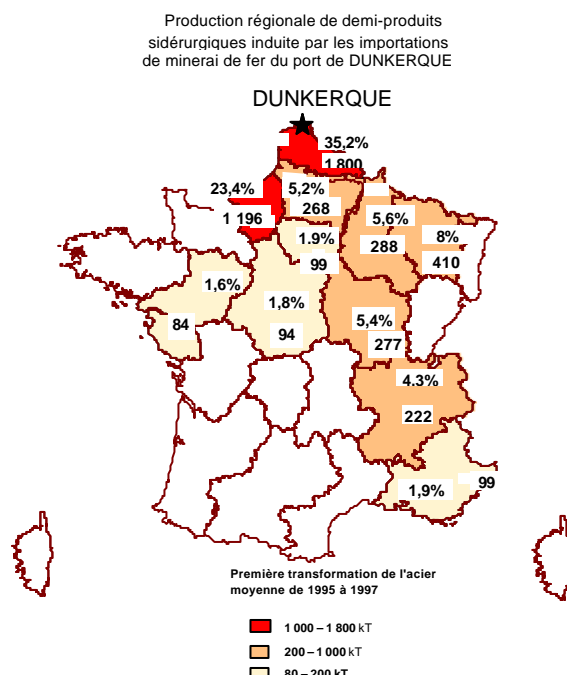
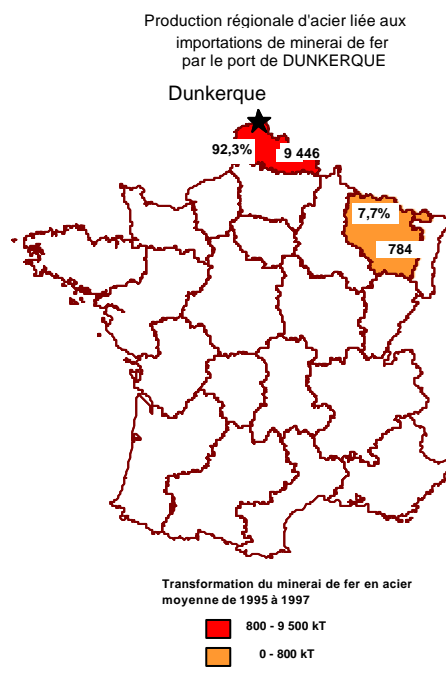
L'analyse suivante de l'activité économique indirecte est faite pour les importations de minerai de fer par Dunkerque.

Sur la base d'un critère de localisation dans une région voisine du Nord - Pas-de-Calais, on trouve un total de 8 900 emplois (Régions Nord, Champagne-Ardenne, Picardie).

Importation de minerai de fer à Dunkerque (MT)	10,232	production de demi-produits		emplois	
		en %	en MT		
production de demi-produits (MT)	4,837	Nord - Pas-de-Calais	35,2%	1,7	6810
emplois/MT de demi-produits obtenus	4000	Haute-Normandie	23,4%	1,1	4527
demi-produits sidérurgiques/minerai de fer	47%	Lorraine	8,0%	0,4	1548
		Champagne-Ardenne	5,6%	0,3	1083
		Bourgogne	5,4%	0,3	1045
		Picardie	5,2%	0,3	1006
		Rhône-Alpes	4,3%	0,2	832

On peut ensuite simuler l'effet sur l'activité économique indirecte par région dans l'hypothèse d'une hausse d'un million de tonnes dans les importations de minerai de fer à Dunkerque.

Importation de minerai de fer à Dunkerque (MT)	11,232	production de demi-produits		emplois	supplémentaires	
		en %	en MT			
production de demi-produits (MT)	5,310	Nord - Pas-de-Calais	35,2%	1,9	7476	666
emplois/MT de demi-produits obtenus	4000	Haute-Normandie	23,4%	1,2	4970	442
		Lorraine	8,0%	0,4	1699	151
		Champagne-Ardenne	5,6%	0,3	1189	106
		Bourgogne	5,4%	0,3	1147	102
		Picardie	5,2%	0,3	1104	98
		Rhône-Alpes	4,3%	0,2	913	81



PORTS

La quasi-totalité de la transformation du minerai de fer en acier se fait sur le site d'importation à proximité du port. Par contre, la transformation de l'acier en demi-produits sidérurgiques est effectuée sur une zone qui s'étend essentiellement sur le Nord et l'Est de la France, pour des localisations qui s'expliquent soit par le positionnement par rapport au port, soit dans des logiques historiques, proches des anciennes mines de charbon ou de minerai de fer.

Les aciéries à oxygène produisent de l'acier à partir de coke et de minerai de fer, avec un indice de Weber proche de 2. Ces aciéries se situent donc idéalement à proximité du lieu d'importation des matières premières, c'est-à-dire dans les zones portuaires puisque ces matières premières sont aujourd'hui pour l'essentiel importées.

La filière blé

La France est globalement exportatrice de blé. Le processus de transformation étudié est le suivant :

100 kg de blé $\begin{cases} \rightarrow 75 \text{ kg de farine} \\ \rightarrow 25 \text{ kg de son et de produits intermédiaires de rebut} \end{cases}$

Le modèle markovien permet d'estimer les volumes de transformation de blé en farine (meunerie) par région.

Trois facteurs explicatifs ressortent pour les localisations des meuneries : avec un signe positif la production de blé dans la région et les exportations de farine de la région, et, avec un signe négatif, les exportations de blé de la région.

Nom de la variable	unité	Années	Zone d'étude
Meunerie (production de farine)	KT	Moyenne de 1995 à 1997	Régionale
Production de blé	KT	Moyenne de 1995 à 1997	Régionale
Exportation de blé	KT	Moyenne de 1995 à 1997	Régionale
Exportation de farine	KT	Moyenne de 1995 à 1997	Régionale

$$\text{Meunerie} = 0,1 * \text{Production de blé} - 0,058 * \text{Exportation de blé} + 0,38 * \text{Exportation de farine}$$

(13,1)
(-2,67)
(2,58)

$$R^2 = 0,84 \text{ et } DW = 1,48$$

Cette équation montre que la meunerie se localise pour partie dans les régions agricoles de production de blé et, pour une autre partie, dans les régions exportatrices de farine. Par contre, les régions exportatrices de blé (non moulu) ont, toutes choses égales d'ailleurs, moins de meunerie.

Le tableau suivant permet d'identifier la localisation des emplois dans la meunerie liée à la production de blé dans la région Centre.

Production de blé Centre (MT)	5,017	production de farine		emplois	
		en %	en MT		
production de farine (MT)	0,332				
emplois/MT de farine produite	1400				
production farine/récolte blé	7%				
		Centre	60,6%	0,20	282
		Bretagne	11,2%	0,04	52
		Pays de la Loire	8,7%	0,03	40
		Ile-de-France	5,5%	0,02	26

Le modèle permet de simuler l'effet sur les emplois dans la meunerie d'une variation de la production de blé (par exemple la région Centre, première productrice de blé en France).

Le tableau ci-dessous présente une situation où la région Centre récolterait un million de tonnes de blé en plus (6 017 millions de tonnes au lieu de 5 017 millions de tonnes).

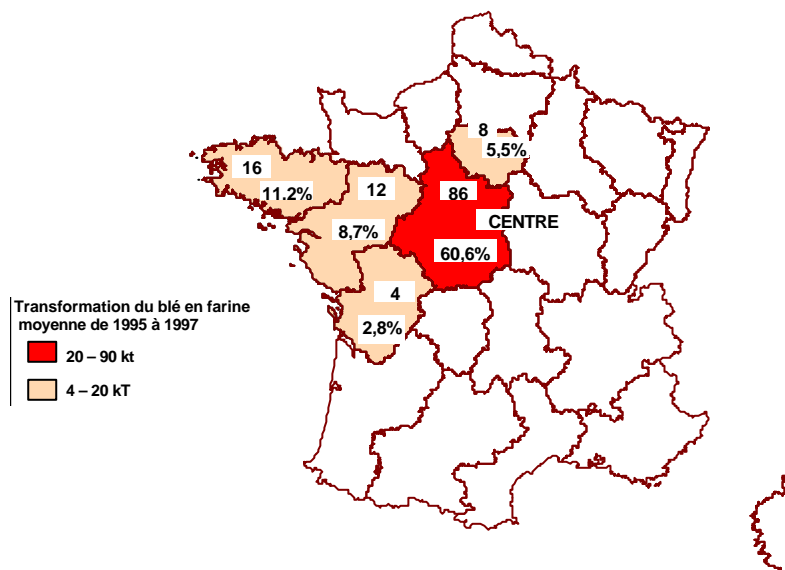


PORTS

Production de blé Centre (MT)	6,017
production de farine (MT)	0,398
emplois/MT de farine produite	1400

	production de farine		emplois	emplois supplémentaires
	en %	en MT		
Centre	60,6%	0,24	338	56
Bretagne	11,2%	0,04	62	10
Pays de la Loire	8,7%	0,03	48	8
Ile-de-France	5,5%	0,02	31	5

Production de la meunerie induite par la production d'un million de tonnes de blé supplémentaire dans la région Centre



On constate qu'une augmentation de la récolte de blé en région Centre se répercute d'abord sur les moulins de cette région (60 %) mais également sur ceux des régions portuaires avoisinantes (20 %).

L'indice de Weber pour la localisation des meuneries s'élève à 1,35 environ. Cela signifie que la localisation optimale des moulins est dans les régions de production agricole.

Limites méthodologiques et pratiques

Principales limites de l'approche retenue.

Les principales limites sont de deux ordres.

- a) Certaines sont d'ordre méthodologique :
- le processus est supposé markovien. Autrement dit, les propensions calculées pour la première étape du modèle se retrouvent dans la seconde et dans les étapes ultérieures ;
 - les stockages/déstockages non débouclés au cours la période retenue sont supposés négligeables. Même si une moyenne des flux sur trois ans (1995-1997) a été retenue pour minimiser les perturbations liées à cet effet, la validité de cette hypothèse n'a pas pu être testée. En particulier, dans la filière pétrolière, des perturbations liées probablement au stockage stratégique ont pu avoir lieu ;
 - la méthode impose de retenir un périmètre géographique d'étude, par rapport auquel sont définies les importations et exportations (périmètre national métropolitain). Or certaines chaînes traversent ce périmètre hors des points étudiés (frontières terrestres).

- b) Il existe également des difficultés d'ordre pratique

La qualité du modèle repose sur celle des données utilisées. La base SITRAM du SES utilisée (y compris les flux internationaux) présente une qualité suffisante pour mener cette démarche, à condition de rester dans des types de produits suffisamment agrégés et de retenir des matières premières de base qui, lorsqu'elles sont importées, proviennent pour l'essentiel de pays situés hors de l'Union européenne.