

Présentation du modèle  
d'économie-développement développé par le  
Club du Sahel pour analyser le  
développement des économies  
locales d'Afrique de l'Ouest.  
Hypothèses et premières critiques

*Sandrine MESPLE-SOMPS*

**Présentation du modèle démo-économique développé par le Club du Sahel pour analyser le développement des économies locales d'Afrique de l'Ouest.  
Hypothèses et premières critiques.**

**Sandrine Mesplé-Somps**

**Abstract :** The paper presents a demo-economic model developed by Jean-Marie Cour, OECD-Club du Sahel. It is a prospective and spatial model of West African countries. The document does not present the results of the model, but examines its hypothesis and its equations which are criticized.

**Résumé :** Ce document a pour objet de présenter le modèle de spatialisation et de prospective des économies d'Afrique de l'Ouest développé par Jean-Marie Cour du Club du Sahel. C'est un modèle développé sur un tableur. Le document ne présente pas les résultats de prospective et de spatialisation de ces économies mais expose plutôt les fondements théoriques sous-jacents à la construction des images des différentes économies précitées. Les équations de ce modèle démo-économique de demande sont exposées et discutées. Ensuite, quelques critiques des options de modélisation choisies sont exprimées.

**Mots-clefs :** O18 ; O55 ; R12.

## Tables des matières

<u>INTRODUCTION</u>	4
<u>1. LES EQUATIONS DU MODELE</u>	5
<u>1.1. La population</u>	5
<u>1.2. Dépenses et revenus des ménages</u>	6
<u>1.3. Dépenses et revenus des administrations</u>	9
<u>1.4. Les branches de production</u>	10
<u>1.5. Répartition de la valeur ajoutée entre les ménages</u>	12
<u>1.6. Comptes de l'extérieur et bouclage du modèle</u>	12
<u>2. SPATIALISATION DE LA MAQUETTE NATIONALE</u>	13
<u>CONCLUSION</u>	15
<u>ANNEXES</u>	18
<u>1. LES ENSEMBLES</u>	18
<u>2. LES VARIABLES ET PARAMETRES ENDOGENES</u>	21
<u>3. LES VARIABLES EXOGENES</u>	23
<u>4. LES PARAMETRES EXOGENES</u>	23

## INTRODUCTION

Ce document a pour objet de présenter le modèle de spatialisation et de prospective des économies d'Afrique de l'Ouest développé par Jean-Marie Cour du Club du Sahel dans le cadre du programme "décentralisation et développement local". C'est un modèle développé sur un tableur QuatroPro, appliqué au Sénégal, Mali, Burkina Faso, Côte d'Ivoire et Mali. Il ne s'agit pas ici de présenter des résultats de prospective et de spatialisation de ces économies mais plutôt d'exposer les fondements théoriques sous-jacents à la construction des images des différentes économies précitées<sup>1</sup>. Ce document a été rédigé à partir des fichiers informatiques du modèle ainsi qu'à partir d'un travail préparatoire de retranscription du modèle par André Lemelin (INRS-Urbanisation, Université du Québec).

C'est un modèle de prospective dans la mesure où il construit des images d'une zone donnée à différentes dates selon les projections de population et de comportements économiques des ménages. Ce n'est ni un modèle de croissance, les images prospectives sont indépendantes les unes des autres, ni réellement un modèle d'aide à la décision. En effet, il n'est pas conçu pour répondre à des questions de politiques économiques autres qu'une analyse de variation des dépenses publiques ou d'aide internationale.

Ce modèle est un modèle de demande. Il est qualifié de démo-économique dans la mesure où les caractéristiques de la population (structure et croissance) interviennent pour expliquer certains "comportements" économiques comme la répartition de la valeur ajoutée dans l'espace régional, les investissements des ménages ou la productivité des activités non-agricoles. Aucune contrainte explicite d'offre n'est prise en compte. Cela rend le modèle simple puisqu'il n'existe aucun marché de facteurs de production et forcément "optimiste" puisque la liaison positive entre le niveau de la demande (expliquée par le nombre d'habitants et leur spatialisation) et la valeur ajoutée n'est aucunement contrariée. C'est ainsi un modèle linéaire, sans prix. La seule variable qui aurait pu contrarier cette liaison entre demande et niveau de revenu aurait été les flux d'épargne étrangère. Cependant cette dernière est modélisée en fonction de la population (structure et croissance).

Les entreprises ne constituent pas un agent institutionnel, il est supposé qu'elles appartiennent aux ménages (qui peuvent transférer une partie de leurs revenus vers le reste du monde). C'est pour cela qu'une partie des transferts en capitaux de l'extérieur leur revient, pour rendre compte des investissements directs étrangers. Il existe deux sphères économiques : une dite abritée (ou niveau de base), l'autre exposée à la conjoncture internationale. Tandis que la première rend compte de la consommation minimale nécessaire à la subsistance de la population qu'on suppose toujours assouvie, la seconde, même si sa structure dépend des caractéristiques de la population, est contrainte par les capacités d'échange (d'importer) avec le reste du monde. Enfin, c'est la disponibilité totale en épargne qui définit le niveau d'investissement autre que celui destiné aux logements.

---

<sup>1</sup> Les images prospectives et spatialisées produites par ce modèle sont décrites dans plusieurs publications du Club du Sahel (thème « développement local et décentralisation », programme ECOLOC : <http://www.oecd.org/sah/activities/Dvpt-Local/index.htm>)

Les équations du modèle sont exposées et discutées dans le cœur du texte tandis que les ensembles, les paramètres et la liste des variables exogènes et endogènes sont en annexe (on a fait figurer pour chaque paramètre l'endroit où ils sont inscrits dans les fichiers informatiques). La conclusion exprime quelques critiques des options de modélisation choisies.

## 1. LES EQUATIONS DU MODELE<sup>2</sup>

### 1.1. La population

Les données sur la population sont issues des recensements. Dans le cas où ces derniers ne donneraient pas la population de toutes les villes (agglomérations de plus de 5000 habitants) existantes, la maquette calcule les populations de ces villes à partir de la distribution par taille de celles déjà répertoriées. On estime une loi entre la taille des villes et leur rang qui est de la forme :

$\log(P) = a \log(r) + b$  avec P la population urbaine et r le rang de la ville.

Le reste de la distribution urbaine jusqu'à la limite de 5 000 habitants est calculé à l'aide de cette loi. La population urbaine totale est donc égale à la somme des villes connues et des villes non identifiées estimées. Dans la maquette régionalisée les villes non-identifiées sont ventilées au prorata de la population totale des villes connues de la zone, sauf si l'entité s'identifie à une seule ville ou aire métropolitaine.

La projection des populations est faite à partir de taux de croissance  $n^u$  tirés de l'étude WALTPS. Ils sont exogènes mais estimés en fonction de tensions de marché<sup>3</sup>. C'est ainsi que l'exode rural est exogène. Les fichiers POPxxx et BDDxxx contiennent la répartition des populations urbaines et rurales par régions et départements. Dans la maquette nationale la population est répartie entre la capitale, le reste du milieu urbain et le milieu rural.

Pour les maquettes nationales et régionales, 3 catégories de ménages sont appréhendées : les ménages agricoles, les ménages non agricoles informels et les ménages non agricoles modernes.

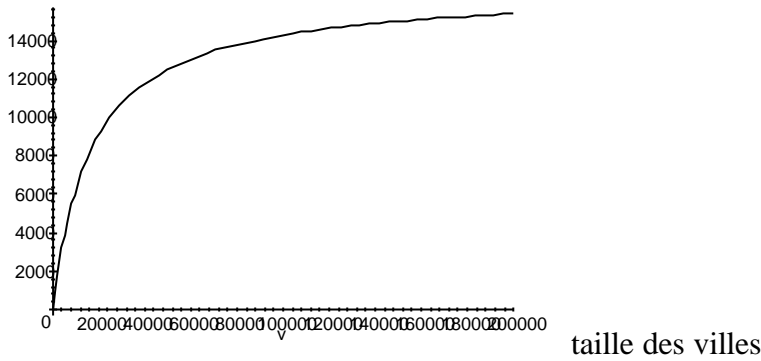
Les parts respectives de chaque catégorie de ménages sont exogènes. Pour la population des ménages agricoles urbains la formule est  $N^{ppu} = N^u / (1 + r^u N^u)$ . Elle s'applique à chaque ville. Le coefficient est posé entre 0.00004 et 0.00007 selon les années. Pour un coefficient égal à 0.00006 la relation entre la population agricole et la taille des villes (de 0 à 200 000 habitants) est de la forme suivante :

---

<sup>2</sup> Par convention les variables sont écrites en majuscules, les paramètres en italiques et minuscules, les indices en minuscules.  $t_b$  représente l'année de base et  $t_p$  l'année de projection.

<sup>3</sup> Voir document de travail n°SAH/D(93)405 de l'étude WALTPS pour la méthode de répartition de la population en fonction de tensions de marché.

## Population agricole



En zone rurale elle est  $N^{ppr} = r^r N^r$ .

De même les populations de ménages informels sont une proportion fixe des populations urbaines et rurales non agricoles :  $N^{npul} = r^{ul} N^{npu}$  et  $N^{pnpr} = r^{r1} N^{pnpr}$ .

### 1.2. Dépenses et revenus des ménages

Les ménages se distinguent les uns des autres par leurs structures de consommation et de revenus (explicités dans la partie sur la répartition de la valeur ajoutée entre ménages). Le revenu des ménages est utilisé pour dépenser des biens courants, payer des impôts, faire des versements de transferts internes et vers les autres zones géographiques, et épargner. Le partage du revenu entre ces différentes "activités" est déterminé par des paramètres exogènes (éq. n°2). Les ménages consomment un montant fixe exogène par tête de biens fournis par le secteur abrité A (dit niveau de base). Le reste de leurs consommations est le solde entre leur revenu total et cette demande de biens abrités. Il est admis que les structures de consommation en biens abrités et non abrités sont identiques.

$$Y^n - \bar{D}_A^n = D_E^n \quad \text{avec} \quad \bar{D}_A^n = n^n \bar{d}_A^n \quad \text{éq. n° 1}$$

$$Y^n = \left( I_{DCY}^n + I_{taxY}^n + I_{TrVY}^n + \sum_g I_{TrVY_g}^n + I_{SY}^n \right) Y^n \quad \text{éq. n° 2}$$

$$\bar{D}_A^n = \left( I_{DCA}^n + I_{taxA}^n + \sum_g I_{TrVA_g}^n + I_{SA}^n \right) \bar{D}_A^n \quad \text{éq. n° 3}$$

$$D_E^n = \left( I_{DCE}^n + I_{taxE}^n + \sum_g I_{TrVE_g}^n + I_{SE}^n \right) D_E^n \quad \text{éq. n° 4}$$

$$\text{avec} \quad I_{DCi}^n + I_{Taxi}^n + \sum_g I_{TrVi_g}^n + I_{Si}^n = I \quad i = Y, A, E$$

Les dépenses courantes en biens agricoles, non agricoles, en transports et en logement sont en proportions fixes des dépenses courantes totales, à l'exception des dépenses en biens agricoles et non agricoles en provenance des secteurs exposés qui sont calculées à l'aide d'une élasticité revenu.

$$DC_{hi}^n = c_i^n DC_h^n \quad \text{avec } i = \{a, na, tc, log\} \text{ et } h = \{A, E, A + E\} \quad \text{éq. n° 5}$$

$$DC_{Ea,na}^n = D_E^n \left( \frac{(D_E^n)^{tp}}{(D_E^n)^{tb}} \right)^{ey} \quad \text{éq. n° 6}$$

Les dépenses d'investissement des ménages se composent de deux éléments : les investissements résidentiels calculés en fonction de taux exogènes d'expansion du logement<sup>4</sup>, et les "autres investissements privés" qui résultent du solde entre l'épargne et les transferts reçus et les investissements résidentiels.

$$I_h^n = IRE_h^n + AIP_h^n \quad h = \{A, E, A + E\} \quad \text{éq. n° 7}$$

$$IRE_h^n = \left[ t_{ihas}^n \cdot t_{exp\ an}^n \cdot n^n + t_{ihas}^n \cdot t_{renou}^n \right] \cdot Y_h^n \quad h = \{A, E, A + E\} \quad \text{éq. n° 8}$$

Le total des transferts envoyés par les ménages est égal aux transferts reçus. Cette somme est ensuite divisée en trois composantes selon des coefficients fixes, une composante qui sera ensuite redistribuée en fonction du déficit d'épargne, une seconde en fonction de la croissance de la population et une troisième en fonction de l'effectif de la population de chaque catégorie de ménages. La répartition entre les ménages de ces différentes composantes des transferts privés s'effectue ensuite selon des coefficients de pondérations spécifiques à chaque ménage. Ces derniers coefficients de répartition sont égaux soit à la part du déficit d'épargne du ménage n dans le déficit total d'épargne, soit à la part dans la croissance totale de la population de la croissance du ménage n, soit à la part de la population n dans la population totale.

$$\sum_n TrV^n = \sum_n TrR^n = (w_1 + w_2 + w_3) \sum_n TrR^n \quad \text{éq. n° 9}$$

$$TrR^n = z_1^n w_1 \sum_n TrR^n + z_2^n w_2 \sum_n TrR^n + z_3^n w_3 \sum_n TrR^n \quad \text{éq. n° 10}$$

$$z_1^n = \frac{IRE^n - S^n}{\sum_n (IRE^n - S^n)} \quad z_2^n = \frac{n^n}{\sum_n N^n n^n} \quad z_3^n = \frac{N^n}{\sum_n N^n}$$

<sup>4</sup> Selon un indicateur de réhabilitation du logement existant et d'expansion de ce dernier.

Les reversements de l'aide internationale aux ménages, dont le total est défini en fonction d'un paramètre exogène sont distribués entre les ménages de la même manière que les transferts privés internes. Pour les années de projection ils augmentent à un rythme exogène pondéré par le poids respectif de chaque catégorie de la population.

$$\sum_n \text{TVg}_n^{\text{ad}} = \mathbf{a} \sum_g \text{TrC}^T \quad \text{éq. n° 11}$$

$$\sum_n \text{TVg}_n^{\text{ad}} = (\mathbf{w}_1 + \mathbf{w}_2 + \mathbf{w}_3) \sum_n \text{TVg}_n^{\text{ad}} \frac{\mathbf{f}^n \mathbf{N}^n}{\sum_n \mathbf{f}^n \mathbf{N}^n} (1 + \bar{r}^f)^{\text{tp}-\text{tb}} \quad \text{éq. n° 12}$$

$$\text{TVg}_n^{\text{ad}} = \mathbf{z}_1^n \mathbf{w}_1 \sum_n \text{TVg}_n^{\text{ad}} + \mathbf{z}_2^n \mathbf{w}_2 \sum_n \text{TVg}_n^{\text{ad}} + \mathbf{z}_3^n \mathbf{w}_3 \sum_n \text{TVg}_n^{\text{ad}} \quad \text{éq. n° 13}$$

Enfin les transferts privés de capital reçu par les ménages (il s'agit en fait des investissements directs étrangers) sont aussi distribués entre eux de la même manière que les transferts privés internes. Pour les années de projection ils augmentent au même rythme que la population urbaine.

$$\sum_n \sum_g \text{TrCR}_g^n = (\mathbf{w}_1 + \mathbf{w}_2 + \mathbf{w}_3) \sum_n \sum_g \text{TrCR}_g^n (1 + r^{\text{nu}})^{\text{tp}-\text{tb}} \quad \text{éq. n° 14}$$

$$\sum_g \text{TrCR}_g^n = \mathbf{z}_1^n \mathbf{w}_1 \sum_n \sum_g \text{TrCR}_g^n + \mathbf{z}_2^n \mathbf{w}_2 \sum_n \sum_g \text{TrCR}_g^n + \mathbf{z}_3^n \mathbf{w}_3 \sum_n \sum_g \text{TrCR}_g^n \quad \text{éq. n° 15}$$

$$\text{AIP}_h^n = \text{S}_h^n + \text{TrR}^n + \sum_g \text{TrCR}_g^n + \sum_{\text{ad}} \text{TVg}_n^{\text{ad}} - \text{IRE}_h^n, \quad h = \{A, E, A + E\} \quad \text{éq. n° 16}$$

Les demandes en biens exposés de dépenses courantes et d'investissement sont soit dirigées vers l'offre des secteurs intérieurs X, soit vers les importations. Le partage entre les deux offres est fixé de manière exogène. Cependant, la part des biens importés augmente entre l'année de base et l'année de projection à un taux annuel moyen exogène.

$$Q_{Ei}^n = \{DC_{Ea}^n, DC_{Ena}^n, DC_{Etc}^n, DC_{Elog}^n, IRE_E^n, AIP_E^n\}$$

$$Q_{Ei}^n = \mathbf{q}_{Xi}^n D_i^E + \mathbf{q}_{Mi}^n M_i^n \quad \text{éq. n° 17}$$

$$\text{avec} \quad \mathbf{q}_{Xi}^n + \mathbf{q}_{Mi}^n = 1 \quad \text{et} \quad \mathbf{q}_{Mi}^n = \mathbf{q}_{Mi}^n \cdot (1 + r_M)^{\text{tp}-\text{tb}}$$



### 1.3. Dépenses et revenus des administrations

Le revenu des administrations provient des taxes indirectes sur la production des secteurs abrités et exposés, des taxes sur les revenus prélevés sur les ménages recevant des revenus des secteurs abrités et exposés, et enfin des droits de porte sur les importations et les exportations ainsi que des transferts courants reçus du reste du monde (moins le reversement de l'aide internationale aux ménages) (éq. 12 à 14).

$$Y^{ad} = Y_E^{ad} + Y_A^{ad} \quad \text{éq. n° 18}$$

$$Y_A^{ad} = \sum_n Tax_A^n + \sum_{Ai} Tax^{Ai} \quad \text{éq. n° 19}$$

$$Y_E^{ad} = \sum_n Tax_E^n + \sum_{Ei} Tax^{Ei} + \sum_{Exi} Tax^{Exi} + \sum_{Mi} Tax^{Mi} + TCuR_g^{ad} - \sum_n TVg_n^{ad} \quad \text{éq. n° 20}$$

Dans un premier temps, le revenu total des administrations est réparti, en fonction de coefficients fixes, entre les dépenses courantes, les salaires publics et l'épargne, cette dernière constituant un solde (éq. 15). Les dépenses courantes sont ensuite distribuées selon des coefficients exogènes entre les biens agricoles, non agricoles, le logement et le transport et commerce (éq. 16). Les dépenses des administrations s'adressent soit au secteur abrité soit au secteur exposé. Le partage entre les deux se fait en fonction des taxes collectées sur chacun des deux secteurs et des transferts reçus. D'une certaine manière, le modèle suppose donc une multiplicité des caisses publiques.

$$Y_h^{ad} = (I_{DC}^{ad} + I_W^{ad} + I_S^{ad}) Y_h^{ad} \quad \text{éq. n° 21}$$

$$\text{avec} \quad I_{DC}^{ad} + I_W^{ad} + I_S^{ad} = 1 \quad \text{et} \quad h = \{A, E, A + E\}$$

$$DC_{hi}^{ad} = c_i^{ad} DC_h^{ad} \quad \text{avec} \quad i = \{a, na, tc, log\} \quad h = \{A, E, A + E\} \quad \text{éq. n° 22}$$

Les dépenses d'investissement de fonction locale de biens abrités sont strictement égales au solde entre les taxes collectées dans ce secteur et les dépenses courantes effectuées dans ce secteur (éq. 17).

$$IFL_A^{ad} = S_A^{ad} \quad \text{éq. n° 23}$$

Les dépenses d'investissement des administrations en biens exposés se composent des dépenses de fonction locale, proportionnelles aux investissements résidentiels des ménages et d'autres investissements publics. Ces derniers sont égaux à la somme de l'épargne de l'administration sur ses revenus issus du secteur de biens exposés et de l'aide et des emprunts internationaux qui lui revient nette des paiements d'intérêt sur la dette extérieure et des investissements de fonction locale.

$$I_E^{ad} = IFL_E^{ad} + AI^{ad} \quad \text{éq. n° 24}$$

$$IFL_E^{ad} = b \sum_n IRE^n \quad \text{éq. n° 25}$$

$$AI^{ad} = S_E^{ad} + (1-a) \sum_g TrC^T - Int^* - \sum_{ad} IFL^{ad} \quad \text{éq. n° 26}$$

Enfin, les dépenses courantes et d'investissement en biens exposés sont partagées entre l'offre domestique et les importations de la même manière que pour les ménages.

$$Q_{Ei}^{ad} \in \{DC_{Ea}^{ad}, DC_{Ena}^{ad}, DC_{Etc}^{ad}, DC_{Elog}^{ad}, IFL_E^{ad}\}$$

$$Q_{Ei}^{ad} = q_{Xi}^{ad} D_i^E + q_{Mi}^{ad} M_i^{ad} \quad \text{éq. n° 27}$$

$$\text{avec} \quad q_{Xi}^{ad} + q_{Mi}^{ad} = 1 \quad \text{et} \quad q_{Xi}^{ad} = q_{Mi}^{ad} \cdot (1 + r_{Mi})^{tp-tb}$$

#### 1.4. Les branches de production

La valeur de la production aux prix producteurs est égale à la valeur de la production aux prix consommateurs moins les taxes indirectes.

$$X^i = (1 - a_{Tax}^i) XX^i \quad \text{éq. n° 28}$$

Les parts des consommations intermédiaires, rémunérations du capital, du paiement des taxes et des marges commerciales dans la production totale sont déterminées par des coefficients fixes, à l'exception de la branche agriculture pour laquelle les coefficients techniques de consommations intermédiaires et de rémunération du capital évoluent en fonction du rapport de la population agricole sur la population non agricole.

$$W^i = (1 - a_{Tax}^i - a_{EBE}^i - a_{CI}^i - a_{Tax_{cim}}^i - a_{Mar_{cim}}^i) XX^i \quad \forall i \neq a \quad \text{éq. n° 29}$$

$$W^a = (1 - a_{Tax}^a - a_{EBE}^a \left(\frac{np}{nnp}\right)^{eca} - a_{CI}^a \left(\frac{np}{nnp}\right)^{ecia} - a_{Tax_{cim}}^a - a_{Mar_{cim}}^a) XX^a \quad \text{éq. n° 30}$$

Les consommations intermédiaires sont soit issues de la production intérieure ( $X=A + E$ ) soit des importations qui évoluent de la même manière que celles destinées à la consommation des ménages et de l'administration (éq. 27).

$$CI^i = a_{CI}^i X^i \quad \forall i \neq a \quad \text{éq. n° 31}$$

$$CI^a = a_{CI}^a \left( \frac{np}{nnp} \right)^{ecia} X^a \quad \text{éq. n° 32}$$

$$CI^i = q_{Xi}^{ci} CI_{Xi} + q_i^{ci} M_{ii}^{ci} \quad \text{éq. n° 33}$$

avec  $q_{XAi}^{ci} + q_{Mi}^{ci} = 1$  et  $q_{Ei}^{ci} = q_{Ei}^{ci} \cdot (1 + r_{Mi})^{tp-tb}$

Les consommations intermédiaires des branches se répartissent entre les produits selon des coefficients techniques fixes.

$$CI^i = \sum_j a_{ij} CI_{ij} \quad \text{éq. n° 34}$$

Finalement, la production de biens abrités est égale à la demande totale de biens abrités (des ménages, des administrations et des branches), celle de biens exposés est égale à la demande des ménages, des administrations et des branches en ce type de bien moins les importations plus les exportations.

$$XX^i = XX_A^i + XX_E^i \quad \text{éq. n° 35}$$

$$XX_A^i = D_A^i \quad \text{éq. n° 36}$$

$$XX_E^i = D_E^i \quad \text{éq. n° 37}$$

$$D_A^i = \sum_n DC_{Ai}^n + \sum_{ad} DC_{Ai}^{ad} + \sum_{ad} IFL_{Ai}^{ad} + \sum_j q_{Xi}^{ci} CI_{Ai}^j \quad \text{éq. n° 38}$$

$$D_E^i = \sum_n q_{Xi}^n D_i^E + \sum_{ad} q_{Xi}^{ad} D_i^E + \sum_j q_{Xi}^{ci} CI_{Ei}^j + \sum_g Exp_g^i - \sum_g M_g^i \quad \text{éq. n° 39}$$

Le modèle fait l'hypothèse que les caractéristiques des comptes d'exploitation sont identiques dans les deux types de production (...). En appliquant les coefficients  $a_j^i$  aux équations 27 et 28, la décomposition des productions abritée et exposée de chaque branche  $i$  en consommations intermédiaires, taxes indirectes, rémunération du capital et rémunération de la main d'œuvre s'obtient [équations non reproduites ici mais dont les résultats figurent dans le fichier Yxxx, 754-768 pour le niveau abrité et 1477-1503 pour le niveau exposé].

### 1.5. Répartition de la valeur ajoutée entre les ménages

Les valeurs ajoutées des 10 branches de production sont réparties entre les différentes catégories de ménages au prorata des populations affectées de coefficients exogènes. Ces coefficients sont différents selon que les revenus proviennent du facteur travail ou du facteur capital.

$$Y_i^n = \left( \frac{d_i^n N^n}{\sum_n d_i^n N^n} \right) Y^i \quad \text{avec} \quad Y^i = \{W^i EBE^i\} \quad \text{éq. n° 40}$$

$$Y^n = \sum_i Y_i^n \quad \text{éq. n° 41}$$

### 1.6. Comptes de l'extérieur et bouclage du modèle

Les exportations sont constituées d'exportations officielles (variable exogène donnée par la balance des paiements du pays) et d'exportations non officielles déterminées de manière exogène. De même les importations sont soit destinées au marché régional soit au reste du monde, ce partage s'effectue à l'aide d'un coefficient exogène.

$$\begin{aligned} EXT^i &= EX^i + EX_f^i \\ &= \sum_g EXT_g^i \end{aligned} \quad \text{éq. n° 42}$$

$$EX_f^i = c_f^i EX^i \quad \text{éq. n° 43}$$

$$EX_g^i = c_g^{Exi} EX^i \quad \text{éq. n° 44}$$

Les projections des exportations officielles s'effectuent selon un taux exogène de croissance pour l'agriculture et l'énergie ; pour le reste des biens selon un taux proportionnel à la croissance de la population non agricole urbaine, auquel on peut ajouter un produit nouveau.

$$r^{Exi} = n^{pnpu} \bar{r}^{Exi} \quad \text{pour } i \neq a, e \quad \text{et} \quad r^{Exi} = \bar{r}^{Exi} \quad \text{pour } i = a, e \quad \text{éq. n° 45}$$

$$EX^i = EX^i (1 + r^{Exi})^{(tp-tb)} \quad \text{éq. n° 46}$$

$$EXX^i = (1 + c_T^i) EX^i \quad \text{éq. n° 47}$$

Les importations en biens  $i$  sont la somme des importations destinées à la consommation des ménages, des administrations et des branches de production. Elles proviennent soit de la région soit du reste du monde selon des coefficients exogènes.

$$M^i = \sum_n M_i^n + \sum_{ad} M_i^{ad} + \sum_j M_j^{ci}$$

$$= \sum_g M_i^{ig}$$

**éq. n° 48**

$$M_g^i = c_g^{Mi} M^i$$

**éq. n° 49**

Il existe autant de balance de paiements que de zones géographiques. Pour l'année de base, les transferts extérieurs sont exogènes. Ces transferts se composent des transferts courants à l'administration, des transferts privés en capitaux et de l'aide et emprunts internationaux publics. L'ensemble des transferts en capitaux évolue pour les années de projection en fonction de la population. L'allocation entre les administrations et les ménages (présentée plus haut) détermine le niveau d'investissement autre que résidentiel des ménages et des administrations. L'écart entre les exportations et l'ensemble de ces transferts détermine le niveau d'importation et donc le niveau d'activité de l'économie exposée.

$$\sum_i EX_g^i - \sum_n TrV_g^n + \sum_{ad} TCuR_g^{ad} + \sum_n TrCr_g^n + TrC_g^T = \sum_i M_g^i$$

**éq. n° 50**

## 2. SPATIALISATION DE LA MAQUETTE NATIONALE

Les hypothèses retenues de spatialisation de la maquette nationale ainsi que la manière dont les fichiers informatiques sont organisés sont ici présentées.

La répartition géographique des valeurs ajoutées agricole et non agricole en milieux rural et urbain est faite en fonction d'hypothèses de différences de productivité. On suppose qu'il existe des écarts de productivité des populations selon la taille des villes dans lesquelles ils habitent. De même, on admet que la productivité en milieu rural est fonction des tensions de marché ou bien du niveau d'urbanisation de la zone.

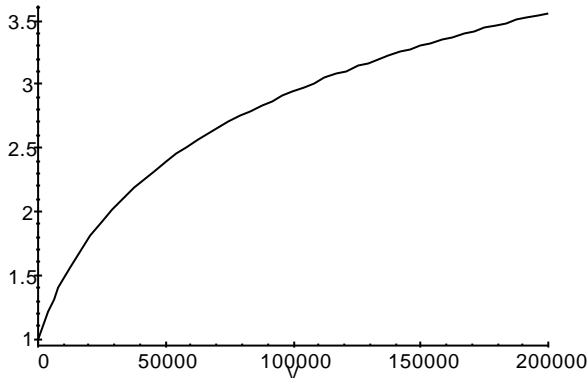
Le module population contenu dans les fichiers POPxxx et BDDxxx calcule les populations agricoles et non agricoles de chaque zone et ville (les formules employées sont présentées dans la section population). Deux formules permettent de calculer la productivité des populations agricole et non agricole de chaque zone. On obtient la distribution des valeurs ajoutées par entité par multiplication de la productivité avec la population locale.

En zones urbaines, les équations de détermination des productivités sont pour les populations urbaines agricoles :

$$pm^{pp} = 1 + \log(1 + r^u N^u)$$

éq. n° 51

soit graphiquement

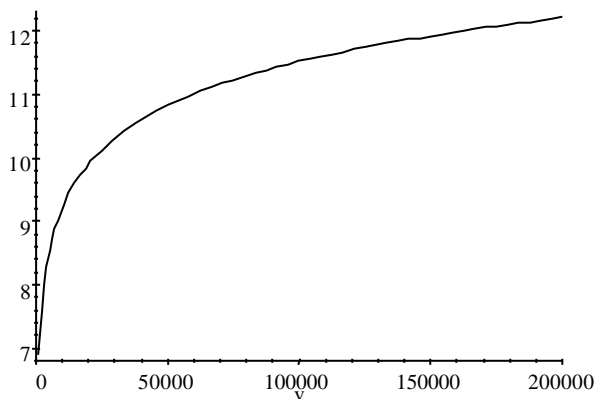


et pour les populations urbaines non-agricoles :

$$pm^{pnp} = \log(N^u / r^{pnp})$$

éq. n° 52

Dans la plupart des cas,  $r^{pnp}$  est posé égal à 1, ce qui donne la forme suivante :



En zone rurale, on suppose que la productivité des populations non agricoles est proportionnelle à celle de la plus petite des agglomérations considérées soit 5000 habitants. Si l'entité possède une ou plusieurs villes, la productivité des populations non agricoles est proportionnelle à la productivité moyenne non agricole du milieu urbain. Pour l'année de base, la production agricole n'est pas définie par les productivités mais provient, dans la mesure du possible des enquêtes agricoles nationales. Pour les années suivantes, on estime la productivité des agriculteurs proportionnelle aux tensions de marchés et ou au taux d'urbanisation de la zone et ou de caractéristiques agropédologiques ou liées à la présence d'une culture de rente ou d'une spéculation particulière. Le coefficient de proportionnalité

avec le taux d'urbanisation est égal à :  $(1 + rN^u / N)$ .  $r$  est égal à 0.5 ou 0 lorsque le niveau d'urbanisation ne joue pas. En fait ce calcul de productivité est effectué pour l'année 1995 alors que les statistiques de production agricoles disponibles sont de 1990. Pour les autres années (60, 75, 85, 2020), on admet que la productivité agricole rurale est proportionnelle à celle calculée en 1995 élevée à une puissance différente selon les années considérées.

Par la suite, une fois ces répartitions de valeurs ajoutées obtenues pour l'ensemble des entités, les caractéristiques sectorielles de chaque entité géographique sont reconstituées. Il s'agit, en fait d'appliquer au niveau local les paramètres et les équations de comportements de la maquette nationale [fichier Yzzz]. Dans la mesure où la logique démo-économique est semblable à celle de la maquette nationale, nous n'avons pas réécrit le modèle local sous forme d'équations. Seules les paramètres nouveaux sont présentés.

Pour tenir compte dorénavant de la dimension locale du modèle démo-économique, deux aménagements sont effectués :

- deux administrations interviennent dans la zone : les administrations locales (soit les communes) et l'administration centrale ;
- le compte du reste du pays est ajouté.

Cela fait intervenir de nouveaux paramètres exogènes :

- des parts dans la consommation locale des ménages en biens intérieurs issus de la production locale ;
- de répartition des recettes publiques, des transferts courants et en capital, des dépenses publiques courantes, des investissements de fonction locale entre les administrations locale et centrale ;
- de partage de la production locale exportée vers le reste du pays, le reste du monde et de la région. Ces deux derniers coefficients sont proportionnels aux populations agricoles (pour les produits agricoles) et aux populations non agricoles modernes (pour les autres produits) ;

## CONCLUSION

Quelques commentaires critiques sur le modèle serviront de conclusion. Outre les caractéristiques présentées en introduction qui peuvent aussi être discutées (comme l'absence d'entreprises par exemple), les commentaires portent sur :

### a) Les choix des paramètres exogènes

Même si le modèle est relativement simple, il fait appel à de nombreuses hypothèses de comportements des ménages, des administrations et des branches de production :

- répartition de la population entre les milieux et les secteurs de production,
- niveau de consommation en biens abrités,
- répartition de la consommation entre les différentes catégories de dépenses,
- répartition de la consommation en biens abrités et en biens exposés (dont ceux produits dans le pays, dans la zone ou importés),

- coefficients techniques de production des différentes branches,
- parts des exportations et importations non officielles,
- distribution des revenus, etc.

Ces informations ont soit été tirées d'enquêtes nationales existantes (comme la structure de consommation), soit sont complètement exogènes (par exemple les coefficients techniques de production). L'objet du programme Ecoloc est d'ailleurs en partie de valider les choix des paramètres au niveau local. Cependant, il n'est pas aisé de valider l'ensemble des paramètres utilisés. Il est important qu'à l'avenir les maquettes nationales exploitent de manière systématique les enquêtes nationales et que des tests de sensibilité des résultats aux choix des paramètres soient effectués. De même, il serait souhaitable de valider certains paramètres du modèle par des tests économétriques, lorsque c'est possible : lois entre le partage population agricole et non agricole et la taille des villes, liaisons entre productivité et taille des villes, élasticité revenu des différentes catégories de ménages, paramètres des fonctions d'investissement des ménages...

b) Le processus d'urbanisation et d'allocation sectorielle et spatiale de la population n'est pas modélisé.

C'est un modèle démo-économique et non pas éco-démographique : les variables qui caractérisent la population sont exogènes, indépendantes de la sphère économique. Même si elles sont issues en partie du modèle WALTPS et donc influencées par des indicateurs de tensions de marché, la répartition entre les catégories agriculteurs, informels et salariés du secteur moderne ainsi que la répartition spatiale de la population (et donc les migrations) sont définies de manière exogène et indépendante de l'évolution des rémunérations sectorielles, ou de l'évolution de l'environnement urbain et rural (niveau et qualité des services publics par exemple), et international. Le processus d'urbanisation n'est donc pas expliqué mais posé. Cela vient notamment de l'absence de marché de travail. Faut-il rendre compte d'un marché du travail et endogénéiser les mouvements spatiaux et sectoriels de la population ?

Même s'il est compréhensible qu'on veuille garder le modèle relativement simple, l'absence de facteurs explicatifs du processus d'urbanisation oblige à poser de manière exogène les différences de comportements entre milieu rural et urbain et à ne pas tenir compte de nombreux phénomènes : différentiels de prix entre les zones urbaines et rurales, différentiels d'accès aux services tels que l'éducation, la santé, l'eau qui influence le niveau de revenu, de productivité et de bien-être des populations. C'est ainsi que même si le modèle permet d'évaluer les effets de demande d'un apport d'aide internationale publique ou d'un apport de capitaux privés dans une zone donnée, il ne peut décrire les effets induits d'un tel phénomène sur la productivité ni sur le niveau de "confort" des populations et donc sur le degré d'attraction de la zone considérée. De plus, cela revient à poser beaucoup de paramètres exogènes.

c) Les effets de la population sur l'économie.

Les effets de la population sur l'économie sont en grande majorité des effets de demande. Afin que la liaison entre croissance démographique et croissance économique soit assurée, il est nécessaire que l'ensemble des composantes du PIB soit corrélé positivement avec la population. C'est ainsi que les exportations et les flux d'aide internationale augmentent avec la



croissance démographique. Les variations de la demande mondiale n'influencent pas le fonctionnement des pays étudiés. De telles hypothèses doivent être discutées et rejoignent le point suivant.

d) La prise en compte ou non de contraintes d'offre.

Même si les changements de technique sont modélisés à travers la hausse exogène (mais fonction du poids de la population non agricole, équation n°30) du poids de la rémunération du capital dans la production, aucune contrainte d'offre n'est prise en compte de manière explicite. C'est ainsi que les demandes de consommation trouvent toujours une offre pour y répondre. Pour les périodes présentes et passées, les seules contraintes existantes sont celles du niveau d'importation. Le niveau des importations est en effet contraint par l'écart entre le niveau des exportations et des transferts publics et privés étrangers. Toutefois, pour les images prospectives, l'évolution de ces transferts est conditionnée par la structure et la croissance de la population (équation 12). En outre, les importations augmentent à un taux exogène. De telles hypothèses sont-elles pertinentes ? Ne faut-il pas envisager différents scénarios selon la disponibilité plus ou moins grande de biens d'importation et de financements étrangers ? N'existe-t-il pas d'autres contraintes d'offre qu'il faut considérer, comme les contraintes de terres (rurales et urbaines) par exemple ?

e) La modélisation du fonctionnement de la sphère économique réelle.

L'économie est divisée en deux sphères : une dite abritée (ou niveau de base) une dite exposée. L'idée de ce concept d'économie de base est que la population survit et satisfait ses besoins fondamentaux quel que soit l'environnement extérieur. La production croît donc avec la population et cette sphère fonctionne entièrement en autarcie. Il semble que les conséquences d'une telle idée, aussi justifiée qu'elle puisse être, soient poussées un peu trop loin. En effet, l'ensemble du modèle est divisé en deux. Ce n'est pas seulement les consommations courantes ou d'investissement des ménages qui sont réparties entre ces deux sphères, c'est aussi les autres variables d'allocation de leurs revenus : épargne, impôts, transferts. Quelle en est la signification ? De même, les revenus générés par cette production de biens de consommation de base sont exclusivement dépensés pour ces biens et vice versa pour les revenus générés par la sphère exposée. Le module de répartition entre les différentes catégories de ménages de chacun de ces revenus est aussi séparé en deux, de même que les revenus et dépenses des administrations ou que les branches de production. Est-ce nécessaire ? De plus, le fait que cette logique de dépenses de base soit poussée à l'extrême entraîne des confusions sur la compréhension de la logique du modèle. En effet, on peut croire que les branches dites abritées sont représentatives du secteur informel et que les branches dites exposées du secteur moderne. Or ce n'est pas le cas, du fait notamment de la présence dans les deux sphères du secteur informel. Si tel avait été le cas, il aurait été certainement nécessaire de poser des fonctions de production différentes selon que la branche est informelle ou moderne. Tel n'est pas le cas, les coefficients techniques comme les paramètres de répartition de la valeur ajoutée entre les ménages sont identiques dans les deux sphères... On ne comprend donc pas bien la nécessité de séparer à tous les niveaux les deux sphères économiques.

Il faudrait réfléchir à une manière plus simple de prendre en compte cette demande incompressible de biens fondamentaux, notamment par une fonction de demande de type LES (linear expenditures system) dans laquelle seule une partie de la consommation est fonction

du revenu, tandis que l'autre croît uniquement avec la population :  $C^n = aN^n + (1-a)C(Y^n, N^n)$ . Même si une partie de la dépense est indépendante des aléas extérieurs, la sphère de production ne serait plus divisée en deux par le critère abrité et exposé.

f) La simplification possible du modèle.

Ce point est en partie traité dans le paragraphe précédent. Cependant, tout en restant dans la logique du modèle (c'est à dire sans prendre en compte notamment les points 2 et 4) d'autres simplifications sont à envisager. Elles pourraient porter notamment sur les transferts. Le modèle reprend les différentes rubriques de transferts courants et publics de la balance des paiements, tout en leur appliquant à chacune un mécanisme identique d'allocation entre les ménages et les administrations. Cela semble alourdir inutilement le modèle et sa lecture.

g) Le choix du support informatique et du mode de présentation des résultats du modèle.

Le modèle est réparti en 6 fichiers d'une taille totale d'environ 12 méga. Il est donc assez "lourd" à manipuler. De plus, il est résolu avec un tableur (Quattro Pro). Ce genre de logiciel est d'un maniement aisé. Il permet, de plus de présenter les résultats sous forme de différents tableaux notamment des MCS de manière claire. Cependant, il rend difficile (voire impossible) une lecture des hypothèses du modèle. Une compréhension du modèle exige sa transcription mathématique. De plus, sous sa forme actuelle il serait souhaitable de mieux distinguer les hypothèses, les calculs intermédiaires, et les résultats finaux. En effet ces derniers se ne se trouvent pas avant les lignes 3000.

## ANNEXES

### 1. LES ENSEMBLES

#### LES AGENTS

##### Les ménages (ou populations)

$$n = nu + nr$$

$$= np + nnp$$

$$nu = \{ppu, pnpu\}$$

$$nr = \{ppr, pnpr\}$$

$$np = \{ppu, ppr\}$$

$$nnp = \{pnpu1, pnpu2, pnpr1, pnpr2\}$$

avec

n Population totale

nu Population urbaine

nr	Population rurale
np	Population agricole
mp	Population non agricole
ppu	Population agricole urbaine
ppr	Population agricole rurale
pnpu	Population non agricole urbaine
pnpu1	Population non agricole urbaine informelle
pnpu2	Population non agricole urbaine formelle
pnpr	Population non agricole rurale
pnpr1	Population non agricole rurale informelle
pnpr2	Population non agricole rurale formelle

### Les administrations

$ad = \{admc, adml\}$

admc Administrations centrales

adml Administrations locales

### **LES ESPACES GEOGRAPHIQUES**

$g = \{u, r, vp, av, rdp, rao, rdm\}$

avec

u Zone urbaine

r Zone rurale

vp Ville principale (la capitale dans le modèle national)

av Autres villes

rdp Reste du pays

rao Région Afrique de l'Ouest

rdm Reste du monde

### **LES PRODUITS ET BRANCHES**

$i = \{a, na, e, tc, cer, aip, btp, log, asnf, sim\}$

avec

a Agriculture

na Biens et services non agricoles

e	Energie
tc	Transports et commerce
cer	Construction et équipement résidentiel
aip	Autres investissements privés
btp	Bâtiments et travaux publics
	dont
ifl	Investissements publics de fonction locale
aip	Autres investissements publics
log	Logements et charges locatives
asnf	Autres services non facteurs
sim	Services d'importations

## LES REVENUS

$$k = \{w, ebe, mar, tax, tr\}$$

avec

w	Salaires
ebe	Revenus du capital
	dont
ebeag	Revenus du capital du secteur agricole
ebeas	Revenus du capital des autres secteurs
mar	Marges commerciales
	dont
mari	Marges sur produits importés
marl	Marges sur produits locaux
tax	Impôts directs
tr	Transferts

## 2. LES VARIABLES ET PARAMETRES ENDOGENES

$Y^n$	Revenu du ménage n
$D_E^n$	Dépenses en j exposés des ménages n $j = \{DC, Tax, TrV_g, S\}$
$D_A^n$	Dépenses en j abrités des ménages n $j = \{DC, Tax, TrV_g, S\}$
$DC^n$	Dépenses courantes du ménage n
$DC_i^n$	Dépenses courantes en bien i du ménage n
$Tax^n$	Impôts versés par le ménage n
$TrV_g^n$	Transferts versés par le ménage n vers les ménages résidents dans l'espace géographique g (région et reste du monde)
$TrV^n$	Transferts privés internes versés par le ménage n
$TrR^n$	Transferts privés reçus par le ménage n
$z_{1,2,3}^n$	Coefficient de répartition des transferts privés pour le ménage n en fonction du déficit d'épargne, de la croissance de la population et de l'effectif de la population

$TrCR_g^n$	Transferts privés en capital reçu des zones géographiques g par le ménage n
$S^n$	Epargne du ménage n
$I^n$	Investissements totaux effectués par le ménage n
$IRE^n$	Investissements résidentiels effectués par le ménage n
$AIP^n$	Autres investissements privés effectués par le ménage n
$Q^n$	Dépenses de consommation et de biens d'équipement du ménage n
$Y^{ad}$	Revenu de l'administration ad
$TVg_n^{ad}$	Reversement de l'aide internationale au ménage n
$Tax^i$	Taxes indirectes sur la branche i
$DC^{ad}$	Dépenses courantes de l'administration ad
$DC_i^{ad}$	Dépenses courantes en bien i de l'administration ad
$W^{ad}$	Salaires publics versés par l'administration ad
$S^{ad}$	Epargne de l'administration ad
$IFL^{ad}$	Investissements de fonction locale effectués par l'administration ad
$AI^{ad}$	Autres investissements effectués par l'administration ad
$Q^{ad}$	Dépenses de consommation et de biens d'équipement de l'administration ad
$X^i$	Valeur de la production de la branche i aux prix producteurs
$XX^i$	Valeur de la production de la branche i aux prix consommateurs
$EBE^i$	Rémunération du capital dans la branche i
$CI^i$	Total des consommations intermédiaires de la branche i
$CI_{ij}$	Consommation intermédiaire de la branche i en bien j
$Tax_{cim}^i$	Taxes sur intrants importés
$Mar_{cim}^i$	Marges sur intrants importés (HT)
$Y_n^i$	Revenu (valeur ajoutée) de la branche i destiné au ménage n
$Y^i$	Revenus issus de la branche i (rémunération du travail, rémunération du capital)
$EX_f^i$	Exportations non enregistrées de biens i

$EX_g^i$	Exportations vers la zone g de biens i
$EXX^i$	Valeur des exportations taxes comprises
$M_i$	Importations en biens i

### 3. LES VARIABLES EXOGENES

$\bar{d}_A^n$	Dépenses en j abrités par habitant de la catégorie n $j \in \{DC, Tax, TrV_g, S\}$
$EX^i$	Exportations officielles en biens i
$TrC^T$	Aide publique internationale et emprunts extérieurs en capital
$Int_*^{ad}$	Intérêts sur dette extérieure (nets) payé par l'administration ad
$TCuR_g^{ad}$	Transferts courants reçus par l'administration ad de la zone g

### 4. LES PARAMETRES EXOGENES

$n^n$	Taux de croissance annuel de la population du ménage n [Yxxx 94-142]
$r^n$	Paramètres d'allocation des populations entre les catégories agricoles rurales et urbaines, et informelles rurales et urbaines [POPxxx, BDDxxx, Yxxx 21-142]
$I_j^n$	Part du revenu du ménage n consacrée à j $j = \{DC, Tax, TrV_g, S\}$ [Yxxx, 157-189]
$c_i^n$	Part des dépenses courantes du ménage n en bien i [Yxxx, 157-189]
$t_{ihas}^n$	Rapport, pour le ménage n, du montant des investissements résidentiels par habitant supplémentaire sur le revenu moyen [Yxxx, 195]
$t_{expan}^n$	Coefficient d'expansion du parc résidentiel pour le ménage n (rapport du taux de croissance du parc résidentiel sur le taux de croissance de la population du ménage n) [Yxxx, 197]
$t_{renou}^n$	Taux de renouvellement du parc résidentiel pour le ménage n [Yxxx, 196]
$w_{1,2,3}$	Coefficient de partition des transferts privés totaux en fonction du déficit d'épargne, de la croissance de la population et de l'effectif de la population [Yxxx 434-476]
$q_{X,M,i}^n$	Part des dépenses Q (de consommation et de biens d'équipement) en bien i du ménage n en biens exposés (E) en provenant de la production intérieure X ou d'importation M [Yxxx, 190-215]

$r_{Mi}$	Taux de croissance de la part importée de la consommation de bien $i$ entre l'année de base et l'année de projection [Yxxx, 208]
$I_j^{ad}$	Part du revenu de l'administration ad consacrée à $j$ $j \in \{DC, W, S\}$ [Yxxx, 244-277]
$c_i^{ad}$	Part des dépenses courantes de l'administration ad en bien $i$ [Yxxx, 244-277]
$b$	Ratio entre les investissements de fonction locale et le total des investissements résidentiels privés [Yxxx, 268]
$q_{X,M,i}^{ad}$	Part des dépenses Q (de consommation et de biens d'équipement) en bien $i$ de l'administration ad en biens exposés (E) en provenant de la production intérieure X ou d'importation M [Yxxx, 244-277]
$a_j^i$	Coefficient de répartition de $j$ dans la valeur aux prix consommateurs de la production de la branche $i$ $j \in \{Tax, EBE, CI, Tax_{cim}, Mar_{cim}\}$ [Yxxx, 391-424]
$q_{X,M,i}^{ci}$	Part des dépenses de consommation intermédiaire en bien $i$ de la branche $i$ en biens exposés (E) en provenance de la production intérieure X ou d'importation M [Yxxx, 391-424]
$eca$	Elasticité du taux de rémunération du capital dans les dépenses d'exploitation de l'agriculture par rapport au rapport de la population agricole à la population non agricole [Yxxx, 391-424]
$ecia$	Elasticité de la part des consommations intermédiaires dans les dépenses d'exploitation de l'agriculture par rapport au rapport de la population agricole à la population non agricole
$ey$	Elasticité revenu nécessaire au calcul des dépenses en biens agricoles et non agricoles des ménages $n$ provenant du secteur exposé
$a_{ij}$	Coefficient technique de consommations intermédiaires en biens $j$ de la branche $i$ . [Yxxx 391-425]
$d_i^n$	Coefficient de pondération de la population $n$ dans la distribution du revenu issu de la branche $i$ . [Yxxx 434-476]
$c_f^i$	Part des exportations non enregistrées de biens $i$ en proportions des exportations officielles hors taxes. [Yxxx 338-387]
$c_g^{Exi}$	Part de la zone $g$ dans les exportations officielles hors taxes de biens $i$ [Yxxx 338-387]
$c_T^i$	Taux de taxes sur les exportations [Yxxx 338-387]



$\bar{r}^{\text{Exi}}$	Taux exogène de croissance des exportations officielles en biens i [Yxxx 338-387]
$c_g^{\text{Mi}}$	Part de la zone g dans les importations officielles hors taxes de biens i [Yxxx 338-387]
$f^n$	Pondération de la population n dans la distribution de l'aide internationale publique [Yxxx 299-326]
$\bar{r}^f$	Taux exogène de croissance de l'aide internationale publique [Yxxx 501]
$a$	Part de l'aide internationale allouée aux ménages [Yxxx 299-326]