



Université Abderrahmane Mira-Bejaia

Faculté des Sciences Économiques, Commerciales et des Sciences de Gestion

Département des Sciences Economiques

# **Polycopié pédagogique**

**Préparé par : Dr TOUATI Karima**

**Titre**

## **Modèle d'Equilibre Général**

Cours destiné aux étudiants de

Master 2 Economie Quantitative du département des sciences économiques

Année : 2020/2021

## Sommaire

<b>Introduction Générale.....</b>	<b>1</b>
<b>Chapitre 1 : Cadre conceptuel et théorique du MEGC.....</b>	<b>3</b>
Introduction.....	3
Section 1 : Définitions, objectifs et structure de base du MEGC.....	3
Section 2 : Fondements théoriques du MEGC.....	8
Conclusion.....	17
Série de TD N°1.....	18
<b>Chapitre 2 : Cadre comptable et Etapes d'élaboration d'un MEGC.....</b>	<b>22</b>
Introduction.....	22
Section 1 : La Matrice de Comptabilité Sociale.....	22
Section 2 : Etapes d'élaboration d'un MEGC.....	30
Conclusion.....	37
Série de TD N°2.....	37
<b>Chapitre 3 : Le MEGC en économie fermée sans gouvernement ou modèle AUTA.....</b>	<b>40</b>
Introduction.....	40
Section 1 : Structure fonctionnelle et MCS du modèle AUTA .....	40
Section 2 : Construction et Résolution du modèle AUTA.....	43
Conclusion.....	50
Annexe 1 : Présentation mathématique du modèle AUTA.....	51
Série de TD N°3.....	54
<b>Chapitre 4: Le MEGC d'une économie en autarcie avec Etat (AUTETA).....</b>	<b>67</b>
Introduction.....	67
Section 1 : Structure fonctionnelle et MCS du modèle AUTETA.....	67
Section 2 : Construction et Résolution du modèle AUTETA.....	73
Conclusion.....	77
Série de TD N°4.....	78
<b>Chapitre 5: Le MEGC d'une économie ouverte (EXTER) et introduction de la dynamique</b> <b>.....</b>	<b>80</b>
Introduction.....	80
Section 1 : Structure fonctionnelle et MCS du modèle EXTER .....	80

Section 2 : Construction et Résolution du modèle EXTER .....	84
Section 3 : Méthodologie d'introduction de la dynamique dans le MEGC .....	89
Conclusion.....	95
<b>Conclusion Générale.....</b>	<b>97</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>99</b>

## Introduction générale

Les modèles d'équilibre général calculable (MEGC) sont des outils d'analyse économique largement utilisés tant dans les pays en développement que dans les pays développés. Ce cours permet à l'étudiant de connaître tous les aspects de ce type de modélisation, tant au niveau théorique qu'appliqué. Il s'adresse aux étudiants de deuxième année master économie quantitative ainsi qu'aux étudiants en sciences économiques souhaitant acquérir ou compléter leurs connaissances en modélisation.

Il existe, à l'heure actuelle, plusieurs centaines de MEGC, de dimension et de formes variées, qui ont servi, au cours des cinquante dernières années, à étudier des problèmes de politiques économiques auxquels ont été confrontés des pays développés et des pays en développement. L'objectif du présent document est double : d'une part, permettre aux étudiants de connaître les potentialités, mais aussi les limites des MEGC, et, d'autre part, l'initier à leur conceptualisation et à l'interprétation de leurs composantes. Il s'agit de présenter aux étudiants, de manière simple et compréhensible, la méthodologie d'élaboration d'un MEGC.

L'objectif principal est de fournir une introduction à la modélisation en équilibre général calculable par le biais d'exemples. La stratégie consiste à partir du simple au complexe pour permettre une prise en main graduelle de l'outil.

Pour mieux appréhender les différents concepts développés dans ce cours ainsi que l'importance et les enjeux de la modélisation en équilibre général, l'étudiant doit acquérir un certain nombre de notions et connaissances préalables dans les domaines : micro-économie, macro-économie, comptabilité nationale, économie internationale et informatique. Le cours de modèle d'équilibre général fait ainsi appel à la fois à des connaissances en économie politique, en économie appliquée et en comptabilité nationale. Il s'articule autour de cinq grands chapitres qui sont enrichis par des illustrations et exercices d'applications, selon la composition suivante :

- **Chapitre 1** portant intitulé « *Cadre conceptuel et théorique du MEGC* », est consacré aux notions de base et fondements théoriques du MEG. Il sera présenté, dans un premier temps, les notions de base sur le MEGC (définitions, objectifs, typologies et structure de base du MEGC), et, dans un second temps, les fondements théoriques du MEG en abordant le modèle de d'équilibre général concurrentiel *walrasien*, l'équilibre général dans la théorie néoclassique et keynésienne et les développements hétérodoxes de l'équilibre général calculable.

- **Chapitre 2** portant sur « *la Matrice de Comptabilité Sociale et Etapes d'élaboration d'un MEGC* » sera consacré, dans la première section, à la présentation du cadre comptable du MEGC qui est bien la Matrice de Comptabilité Sociale (définition, origine, objectifs et structure de base d'une MCS). Ensuite, dans la deuxième section, il sera étudié les principales étapes d'élaboration d'un MEGC (en mettant l'accent sur le choix des formes fonctionnelles et le calibrage).
- **Chapitre 3** intitulé « *MEGC en économie fermée sans Etat ou modèle AUTA* », dans lequel seront présentés la structure fonctionnelle et la MCS d'une économie en autarcie et illustrés la méthodologie de construction du modèle AUTA.
- **Chapitre 4** portant sur le « *MEGC d'une économie en autarcie avec Etat ou modèle AUTETA* », abordera la prise en compte du gouvernement dans le MEGC. Il sera présenté, dans la première section, la structure fonctionnelle et la MCS d'une économie en autarcie avec Etat. Dans la seconde section, la méthodologie d'élaboration du modèle AUTETA sera présentée.
- **Chapitre 5** : intitulé « *MEGC d'une économie ouverte (EXTER) et méthodologie d'introduction de la dynamique* » sera consacré à la prise en compte de l'ouverture aux échanges extérieurs ainsi que la dynamique dans le cadre du MEGC.

Enfin, le module modèle d'équilibre général est dispensé sous forme de cours magistral et de travaux dirigés. Il est programmé pour un seul semestre (Master 2). Le mode d'évaluation additionne un examen final à la fin de semestre, pour établir un bilan sur les connaissances acquises par les étudiants. Il est enrichi par des séances de travaux dirigés (TD) sous forme d'exercices et de question de compréhension. Nous procédons également à une évaluation continue des TD par une interrogation et un travail à remettre en prenant en considération l'assiduité et la participation des étudiants.

# **Chapitre 1 : Le cadre conceptuel et théorique des modèles d'équilibre général calculable**

## **Introduction**

Les modèles calculables ou appliqués d'équilibre général sont essentiellement des versions numériques du modèle d'équilibre général concurrentiel de L. Walras (1926), utilisées principalement pour la simulation et l'élaboration de politiques économiques.

Depuis le début des années 80, les MEGC sont devenus de plus en plus populaires pour analyser les conséquences des choix de politiques macroéconomiques et de l'allocation des ressources dans les pays en développement comme dans les pays développés. Cet instrument, popularisé par la Banque Mondiale, consiste à expliciter un modèle de simulation censé représenter l'ensemble des interactions entre les agents économiques. Le caractère mésoéconomique des MEGC permet d'analyser l'impact, tant macroéconomique que sectoriel, de politiques économiques en matière de commerce international, d'environnement, de lutte contre la pauvreté ... sur l'allocation des ressources et le bien être.

Ce chapitre est structuré de telle sorte qu'il permet au lecteur d'appréhender les éléments suivants :

- définitions et structure de base du modèle d'équilibre général
- fondements théoriques et hypothèses sous-jacentes des modèles EGC
- développements hétérodoxes de l'équilibre général calculable
- typologies de MEG

## **Section 1 : Cadre conceptuel du MEGC**

Les modèles EGC sont considérés comme une application de l'équilibre général concurrentiel. Depuis les années 1980, on assiste à un engouement aux modèles d'équilibre général calculable (MEGC) dans l'analyse des effets de politiques économiques diverses. Cet instrument, popularisé par la Banque Mondiale, consiste à expliciter un modèle de simulation censé représenter l'ensemble des interactions entre les agents économiques.

### **1-1 Définition**

Un MEGC peut être défini comme les liens fondamentaux d'équilibre général macroéconomique entre les revenus de divers groupes, la structure de la demande, la balance des

paiements et une structure de production multisectorielle.<sup>1</sup> De plus, le modèle intègre un ensemble d'équations comportementales décrivant le comportement économique des agents identifiés dans le modèle et les contraintes technologiques et institutionnelles auxquelles ils sont confrontés.<sup>2</sup>

Selon les termes de Thissen (1998)<sup>3</sup> « les modèles EGC sont des représentations agrégées de l'économie et sont basés sur l'équilibre des flux sur les marchés des produits et des facteurs en valeurs réelles comme en valeurs nominales. Contrairement à l'analyse entrées-sorties, tant les quantités que les prix relatifs sont endogènes, tandis que la consommation n'est plus exogène mais liée au revenu. L'approche d'équilibre général, à l'opposé des modèles d'équilibre partiel qui analysent les différents secteurs séparément sous des hypothèses *ceteris paribus*, entend modéliser tous les liens au sein de l'économie qui représentent une transaction d'argent ou de biens. L'analyse est généralement basée sur une analyse statique numérique comparative des changements dans les conditions exogènes. Ainsi, la situation d'équilibre de base est comparée au nouvel équilibre après que les chocs exogènes ou les mesures politiques ont eu lieu. »

Trivialement, comme dit dans le nom, le MEGC est un :

- type de modèle **macroéconomique**, c'est-à-dire **une représentation schématique de l'économie** ;
- **d'équilibre**: se préoccupe de l'égalité offre et demande globales ;
- **général**, car l'équilibre est analysé **sur tous les marchés simultanément**; l'intérêt n'est pas porté sur un marché particulier ou une économie partielle. **Tous les marchés sont interdépendants** ; tout choc ou variation sur un marché se répercute sur les autres marchés qui **rétroagissent**.
- **calculable, modèle appliqué** et donc non théorique. L'applicabilité revêt deux aspects : quantitatif ou numérique et le champ couvert: fonctions, systèmes.

---

<sup>1</sup>Cette définition combine et resserre les définitions de Dixon, Parmenter, Powell et Wilcoxon (1992, p. 70) et de Dervis, De Melo et Robinson (1982, pp. 132-133).

<sup>2</sup> Les agents identifiés par le modèle peuvent être des agents représentatifs comme un ménage typique avec un milieu socio-économique donné, ou un producteur typique dans un secteur industriel particulier opérant sur un marché spécifique. Il est également possible que les équations comportementales décrivent le comportement d'entités plus larges comme les groupes sociaux

<sup>3</sup>Thissen, M. (1998). A classification of empirical CGE modeling, SOM Research Report 99C01, University of Groningen, Groningen, The Netherlands, p 3.

Sous l'aspect quantitatif, les MEGC proposent une analyse quantitative d'un problème notamment de politique économique. Ils constituent des outils de simulation et d'aide à la décision. Sous l'aspect champ d'investigation, les MEGC offrent une analyse du fonctionnement ou de structures de l'économie. Ils constituent des outils d'analyse et d'amélioration de la connaissance de l'économie.<sup>4</sup>

Ainsi, c'est une approche analytique qui permet d'étudier une économie avec différents agents (producteurs, consommateurs, Etat et reste du monde), branches, produits, opérations, qui sont interdépendants entre eux, en se préoccupant de la cohérence.

Il permet de simuler<sup>5</sup> un choc interne ou externe, conjoncturel ou structurel, ou une politique économique, qui a un effet d'équilibre général dans l'économie.

Le MEGC permet d'obtenir une solution numérique à la suite des simulations et ainsi de retracer les effets sur : les variables macroéconomiques ; les variables sectorielles ; le revenu et le bien-être des agents.

Ils sont particulièrement adaptés pour l'étude des équilibres de long terme et, donc des changements structurels. Ils ont également l'atout de permettre d'établir une préférence entre les résultats sur la base du critère unique du bien-être. Leur caractère calculable provient non seulement du fait que ce sont des modèles chiffrés, s'appuyant sur des données réelles des économies qu'ils modélisent, mais également de leur utilisation de fonctions ayant les "bonnes" propriétés mathématiques (continuité, dérivabilité.) et suffisamment simples pour faciliter le calcul. En ce sens, ils représentent des cas particuliers du cadre théorique général, mais leur possible résolution numérique fournit une analyse quantitative de l'impact de certaines politiques économiques.

## **1-2- Structure de base**

Le MEGC est constitué de deux parties principales: La Matrice de Comptabilité Sociale (base comptable du modèle) et les équations du modèle proprement dit. La Matrice de Comptabilité Sociale (MCS) généralise le principe d'input-output à toutes les transactions au sein de l'économie; elle est carrée, les comptes de chaque acteur (facteur) doivent être équilibrés (revenus = dépenses).

---

<sup>4</sup>Séminaire de formation sur les techniques de construction de modèles d'équilibre général calculable (MEGC), Programme d'appui au renforcement de la gestion des finances publiques et des statistiques – PAR GS , Ouagadougou, 12 au 16 octobre 2015

<sup>5</sup>La simulation consiste tout simplement à introduire dans le système économique modélisé, des politiques contrefactuelles pour évaluer leurs effets probables sur l'économie dans son ensemble.



La structure du modèle proprement dit comporte : la spécification du comportement des agents; l'équilibre de tous les marchés de biens et facteurs; les contraintes macro-économiques; et le choix d'un numéraire.

**Le MEGC distingue plusieurs blocs d'équations :** le bloc définissant le système des prix; le bloc de production et de génération de valeur ajoutée; le bloc des équations relatives au commerce extérieur; le bloc de répartition de la valeur ajoutée; le bloc de demande (finale et investissements); équations d'équilibre sur les marchés des biens et facteurs.

Conformément à ( Zantman, 1995)<sup>6</sup>, tout modèle d'équilibre général peut être défini par :

- les catégories d'agents pris en compte ;
- les règles de comportement de ceux-ci,
- le choix des signaux qui déterminent les arbitrages (les prix dans un modèle walrasien) ;
- le contexte institutionnel dans lequel s'opèrent les transactions, c'est-à dire les structures qui déterminent le fonctionnement des marchés : soit le degré de concurrence, ou le choix des prix institutionnels (tout ou partie des salaires, certains prix...);
- les contraintes de système ou conditions d'équilibre devant être satisfaites, mais non prises en compte par les agents au moment de leur décision.

Il est ajouté à cette liste, dans certains modèles dérogeant aux règles d'ajustement *walrasiennes* (et ne pouvant donc garantir l'équilibre global) des hypothèses spécifiques de bouclages macro-économiques : ce sont des équilibres macro-économiques stipulés par le modélisateur mais n'entrant pas en compte dans le processus de décisions des agents : équilibre interne  $I = S$ , ou équilibre de la balance commerciale.

### **1-3 Objectifs des Modèles d'Equilibre Général calculables**

Les modèles EGC sont des modèles entièrement spécifiés portant sur une économie ou une région et incluant toutes les activités, facteurs et institutions de production. Par conséquent, les modèles comprennent la modélisation de tous les marchés (sur lesquels les décisions des agents sont sensibles aux prix et les marchés concilient les décisions d'offre et de demande et des composantes macroéconomiques, telles que les investissements et l'épargne, la balance des

---

<sup>6</sup>Zantman A (1995). Modèles d'équilibre général calculable et répartition des revenus dans les PED : quelques éléments d'évaluation. In: Tiers-Monde, tome 36, n°142; p 420.

paiements et le budget du gouvernement. Ils peuvent être utilisés pour l'analyse des impacts sur la pauvreté et le social entraînés par une large gamme de politiques, chocs exogènes compris (taux de change, prix internationaux...), changements dans les impôts, les subventions et les dépenses publiques (changements de politiques commerciales) et changements dans la structure économique et sociale nationale (compris les changements technologiques, la redistribution des actifs, la formation du capital de ressources humaines).

Toutefois, afin de bien utiliser le MCEG, la problématique traitée doit répondre aux conditions suivantes: Impliquer des relations intersectorielles et/ou entre agents; modifier les rapports des prix par le biais des politiques qui lui sont liées ; et impliquer le changement de certains agrégats macroéconomiques.

Le but de la modélisation EGC est de construire un modèle avec une structure relativement transparente afin de clarifier le mécanisme avec lequel les mesures politiques ou les chocs exogènes affectent l'économie dans un cadre multisectoriel. Compte tenu des limitations existantes dans l'estimation des paramètres et, par conséquent, également de la structure du modèle, l'objectif n'est souvent pas de prévoir le résultat exact des mesures politiques comme, par exemple, un modèle de prévision de forme réduite (Adelman et Robinson, 1978, pp. 6) mais pour ne donner qu'une indication sur la direction et l'ampleur des effets.

#### **1-4 Apports et limites des MEGC**

L'intérêt du MEGC pour les PVD ayant une économie de marché réside dans la simulation qui permet de représenter, dans un cadre relativement simplifié, toutes les relations et transactions de son économie. Les modèles EGC ont connu un grand succès dans les PVD depuis la décennie soixante-dix. Une des raisons de ce succès est que ces modèles bouclés prennent en compte les effets d'offre (contrairement aux modèles macro-économiques de type keynésien) et de redistribution qui conditionnent le développement de ces pays. De plus, ces modèles sont peu consommateurs en données statistiques.

Dans les pays en développement, les modèles EGC se sont imposés comme outils alternatifs aux modèles macro-économétriques dans l'analyse des politiques de développement, grâce à l'usage du calibrage nécessitant moins de données statistiques que l'estimation économétrique (Mage-Bertomeu, 2006)<sup>7</sup>. Ces pays ne sont pas bien dotés en termes de séries

---

<sup>7</sup>Mage-Bertomeu S. (2006), « Les modèles, d'équilibre général appliqués à la politique commerciale : développements récents », *Revue d'économie politique*, vol. 116

statistiques suffisamment longues et homogènes. De plus, contrairement aux modèles macro-économétriques de type keynésien, le fait pour les modèles d'intégrer les effets d'offre et de réallocation intersectorielle en fait un instrument efficace dans l'analyse des politiques d'ajustement.

L'autre atout des modèles EGC, c'est leur capacité à tester différentes politiques de développement sur des économies servant de modèle. Leur intérêt tient au fait que l'on peut aussi intégrer dans la modélisation les dernières hypothèses développées dans le cadre micro-économique comme les différents types d'anticipation, la concurrence monopolistique, l'équilibre inter-temporel ou encore les générations imbriquées.

Mais leur construction hybride engendre aussi des limites. Leur pertinence reste largement dépendante des choix adoptés dans leur modélisation à savoir : les relations fonctionnelles, le choix du calibrage des paramètres liés aux comportements supposés des agents micro-économiques et enfin le choix du mode de bouclage macro-économique. Les modèles EGC restent assez sensibles à la sélection des variables qui permettent l'équilibrage du marché, mais aussi à la manière de réalisation ex post de l'équilibre. Cette faiblesse des modèles privilégiant le calibrage à l'estimation économétrique des paramètres des fonctions de comportement a conduit les modélisateurs à proposer « des tests de sensibilité » sur les principaux paramètres des modèles, allant jusqu'au calcul de « régions de confiance » statistiques pour les solutions des modèles.<sup>8</sup>

## **Section 2 : Le cadre théorique de base des modèles EGC**

Le cadre théorique de base des modèles d'équilibre général calculable (MEGC) est offert par le modèle dit de d'équilibre général concurrentiel dont la structure originelle tient en grande partie aux travaux de Gossen (1854), Jevons (1871), Menger (1871) et Walras (1874-1877) et aux prolongements mathématiques opérés notamment par Arrow et Debreu [1954] et McKenzie (1954, 1881).<sup>9</sup>

Le socle « walrasien » est constitué d'un modèle micro-économique rendant compte des ajustements sur les marchés des biens et services, sur les marchés des facteurs de production et, dans certaines constructions, sur les marchés financiers. Les agents économiques sont caractérisés

---

<sup>8</sup>Moumni N, ( 2014) Apports et limites des modèles EGC et DSGE dans la modélisation macro-économique , *Revue Critique économique* n° 32 • Automne 2014, PN°141.

<sup>9</sup>Decaluwé B., Marten, A. et Savard, L. (2001). La politique économique du développement et les modèles d'équilibre général calculable. Canada : Les presses de l'université de Montréal. P9 .

par une dotation initiale (en biens et services et en facteurs de production) et des règles de comportement conformes à l'individualisme méthodologique. La résolution du modèle permet de déterminer conjointement les prix et les quantités échangées à l'équilibre, la condition d'équilibre général étant par définition celle du modèle walrasien, égalité offre-demande sur l'ensemble des marchés<sup>10</sup>.

## 2-1 Le modèle d'équilibre général concurrentiel

Le modèle d'équilibre général concurrentiel walrasien suppose qu'il existe dans l'économie un nombre fini de producteurs ( $m$ ), de consommateurs ( $n$ ) et de biens( $r$ ), ces derniers pouvant être indifféremment des extrants ou des intrants de production.<sup>11</sup>

Chaque producteur  $j$  ( $j = 1, 2, \dots, m$ ) est confronté à un ensemble de possibilités de production  $V_j$ , dont l'élément général  $v_j$  est un programme de production ou vecteur de dimension  $r$ , dans lequel les extrants ont un signe positif et les intrants un signe négatif. L'ensemble a les propriétés suivantes : les rendements d'échelle sont non croissants, la production sans intrants est impossible, l'inactivité totale est possible et le processus de production est irréversible (« si on produit de l'acier avec la fonte, la production de fonte à partir de l'acier n'est pas envisageable »).

L'objectif de chacun des producteurs est, pour un vecteur de prix  $p$  de dimension  $r$  qui lui est donné, de choisir le programme de production  $v_j$  qui maximise son profit total, à savoir  $pv_j$ .

Chaque consommateur  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) est censé avoir une dotation initiale de biens représentée par un vecteur  $w_i$  de dimension  $r$ . Cette dotation peut inclure indifféremment des biens produits ou des intrants de production, comme la main d'œuvre et le capital, que le consommateur offrira contre rémunération aux producteurs. L'ensemble  $X_i$  auquel est confronté le consommateur  $i$  est celui des possibilités de consommation dont l'élément général  $x_i$  est un vecteur de dimension  $r$ , appelé, panier de consommation. Cet ensemble  $X_i$  est tel le consommateur  $i$  n'est jamais saturé dans sa consommation de biens et que sa dotation initiale  $w_i$  lui permet de survivre. Pour vecteur de prix  $p$  de dimension  $r$ , le consommateur  $i$  a pour objectif de choisir le panier  $x_i$  qui maximise son utilité totale  $U_i(x_i)$ , compte tenu de sa contrainte budgétaire. Cette dernière est elle-même égale à :

$$pw_i = \sum_j \vartheta_{ij} pv_j$$

<sup>10</sup>Zantman A (1995). Modèles d'équilibre général calculable et répartition des revenus dans les PED : quelques éléments d'évaluation. In: Tiers-Monde, tome 36, n°142, 1995. Pauvretés; p 411.

<sup>11</sup>Decaluwé B., Marten, A. et Savard, L. (2001). *Op.cit*, p 11.

ou  $\vartheta_{ij}$  ( $i = 1, 2, \dots, n$  ;  $j = 1, 2, \dots, m$ ) est la part des profits réalisés par le producteur  $j$ , qui est attribuée au consommateur  $i$ .

Du côté des producteurs, les rendements d'échelle sont non croissants, la production sans intrants est impossible, l'inactivité totale est possible et le processus de production est irréversible. Chaque producteur maximise ses profits totaux pour un vecteur donné de prix qui lui est donné. Chacun des consommateurs a, quant à lui, une dotation initiale de biens qui lui permet de survivre et, compte tenu d'un vecteur donné de prix, maximise l'utilité qu'il retire de la consommation, jamais saturée, des biens, dans les limites de son budget disponible. Ce dernier est constitué de sa dotation initiale et de la part des revenus de production qui lui échoit.

Moyennant les propriétés des ensembles de production et de consommation énoncées, et les comportements des producteurs et des consommateurs décrits, l'équilibre général concurrentiel, ou solution du système, est défini par un vecteur de prix  $p$  qui détermine les  $m$  programmes de production  $v_j$ , et les  $n$  paniers de consommation  $x_i$ .

La solution du modèle détermine l'existence d'un vecteur de prix qui, tout en maximisant les profits des producteurs et les utilités des consommateurs, garantit l'équilibre *ex ante* de la demande et de l'offre de chacun des biens. Dans ce système, seuls les prix relatifs (ou prix réels) ont de l'importance, les quantités consommées ou produites ne se modifiant pas si tous les prix varient dans la même proportion. Autrement dit, l'inflation, exprimée comme une variation du niveau général des prix, est exogène au modèle et n'a aucun effet réel, ce qui signifie que les fonctions de demande et d'offre de biens, dérivées des fonctions d'utilité des consommateurs et des fonctions de production des producteurs, sont homogènes de degré zéro tandis que les fonctions de profits des producteurs sont homogènes de degré un. En revanche, toute variation dans les prix relatifs a une incidence sur les quantités produites et consommées, ces prix relatifs étant eux-mêmes exprimés par rapport au prix d'un bien en principe choisi arbitrairement (le numéraire).

Finalement, lorsque le gouvernement est introduit dans un MEGC, fondé sur une telle structure théorique, il est vu essentiellement comme un agent «incitateur», voire «interventionniste», qui a la possibilité d'utiliser un ensemble d'instruments, dits de politique économique, capables de modifier les décisions des agents privés en fonction d'objectifs publics de croissance, de stabilisation et d'équité.

## 2-2 De l'équilibre concurrentiel et à l'optimum de Pareto

Avec la théorie de l'utilité marginale, les néoclassiques ont développé un instrument puissant d'homogénéisation de l'économie. Ainsi, la théorie de la production peut se ramener, par le biais d'un modèle standard à trois facteurs de production, travail, terre et capital, à un homologue de la théorie de la consommation. La production est alors traitée comme un aspect parmi d'autres de l'allocation de ressources. De même, les marchés de facteurs permettent de déterminer le prix d'équilibre de chacun d'entre eux. Walras, avec l'équilibre général, a donné une figure de l'interdépendance reliant les divers marchés. Il l'a fait dans le cadre d'un « modèle d'échange pur », dans lequel des quantités déjà produites de biens sont allouées par les agents, puis dans le cadre d'une économie de production. Cet ensemble d'agents, de biens, et donc de marchés, est censé représenter la totalité du fonctionnement d'une économie, sans abandonner pour autant les postulats de base de l'individualisme méthodologique.

Pareto s'est attaché à isoler les conditions marginales requises pour qu'un tel système de marchés maximise le bien-être social. Cette *théorie du bien-être* utilise généralement le cadre analytique de l'équilibre général, dans la mesure où il lui est alors plus facile d'assimiler simplement bien-être social et utilité procurée par l'ensemble des biens présents dans le système. Le résultat du système d'équilibre général étant avant tout un système de prix d'équilibre manifestant une allocation particulière de l'ensemble des biens entre les agents, le problème du bien-être, considéré d'un point de vue normatif, devient celui de la détermination de la meilleure allocation possible pour l'ensemble de la société constituée des agents du modèle. Pareto a établi une définition, toujours reprise depuis, de l'*optimum* : « *constitue un optimum toute situation – ici une allocation des ressources fournie par le modèle d'équilibre général, telle qu'aucune autre situation ne puisse conduire à un bien-être supérieur pour au moins un agent, sans diminuer le bien-être des autres* ». <sup>12</sup>

Le premier théorème de l'économie du bien-être établit alors **que tout équilibre concurrentiel est un optimum de Pareto (encore appelé « optimum de premier rang »)**. Mais ce théorème est basé sur **trois postulats**, directement issus des travaux de ses prédécesseurs :

---

<sup>12</sup> Les deux théorèmes de l'économie du bien-être : de l'équilibre concurrentiel et à l'optimum de Pareto, Disponible sur le site de l'université VERSIALLS : <http://www.sents.uvsq.fr/spip.php?article912>, consulté le 5/04/2021.

- la « **convexité** » **des préférences des consommateurs**, qui traduit le fait que l'utilité d'un bien consommé décroît au fur et à mesure de leur consommation ;
- la « **convexité** » **des ensembles de production**, soit en fait l'absence de rendements d'échelle croissants et de coûts fixes pour les producteurs, et qui, suite aux travaux de *Marshall*, conduiraient les firmes bénéficiant de tels avantages (dites « économies internes », dépendant essentiellement de l'organisation de la firme, mais aussi de sa taille) de se trouver au fur et à mesure de la décroissance de ses coûts dans une telle position qu'elle serait incompatible avec le maintien à long terme de la concurrence dans la branche ;
- l'**absence d'externalités**<sup>13</sup> qui, selon Marshall toujours, constituaient le pendant « positif » des économies internes, ce qu'il appelait « le progrès général de l'environnement industriel » et qui passaient par la localisation de la firme, par exemple au sein d'un « district industriel », ou par son appartenance à une branche particulière. Mais, ici, dans le cadre du premier théorème de la théorie du bien-être parétien, ces externalités n'ont pas cet aspect positif puisque la postérité de ce concept sera capitale pour l'économie de l'environnement car, sous le nom d'externalité, et assorti d'une face négative, la « déséconomie externe », il va être au centre du traitement des problèmes d'environnement par la théorie néoclassique.

Ainsi, le système de marché réalise une allocation efficace des ressources, au sens du critère de Pareto, c'est-à-dire telle qu'il n'existe pas de réallocation des ressources qui permette d'augmenter l'utilité d'un agent sans diminuer celle d'un autre. « *L'efficacité correspond à la maximisation du surplus social (ou collectif) qui est égal à la somme des surplus (profits) des producteurs et des consommateurs (le « surplus social »).* On dispose donc d'un critère technique pour caractériser un optimum de Pareto. Le prix qui jouait donc un rôle d'information donne le « bon » signal aux agents de l'économie marchande.

Le deuxième théorème constitue également un résultat fondamental. C'est la réciproque du premier puisqu'il énonce, qu'un équilibre concurrentiel (c'est-à-dire un système de prix) peut être associé à tout optimum de Pareto.

---

<sup>13</sup> Il y a externalité lorsque l'activité de consommation ou de production d'un agent a une influence sur le bien-être d'un autre sans que cette interaction ne fasse l'objet d'une transaction économique. On distingue les externalités *positives* et les externalités *négatives*. On parle d'externalité positive dans le cas où l'interaction aboutit à une augmentation de bien-être. La pollution est l'exemple le plus typique d'*externalité négative*. La caractéristique d'une externalité est de ne pas être associée à une transaction économique. Il en résulte que l'arbitrage présidant à la décision privée ne tient pas compte des coûts ou des avantages associés à l'externalité.

## 2-3 Equilibre général néoclassique *versus* Equilibre général keynésien

Le modèle macroéconomique néoclassique suppose que les prix sont partout et tout le temps flexibles. Parmi ces prix, on trouve le salaire réel qui est le prix du marché du travail et le rendement du capital (taux d'intérêt réel) qui est le prix du capital.

A court terme, le stock de capital est fixe; seul le travail varie. Comme les marchés sont parfaitement concurrentiels, les entreprises produisent jusqu'à ce que le produit marginal soit égal au coût marginal. Le produit marginal est simplement le prix de vente  $P$ ; le coût marginal est le salaire nominal multiplié par la quantité marginale de travail nécessaire à une unité de production supplémentaire :

$P = W \cdot dL/dY$  soit  $P = W/PML$  où  $PML$  est le produit marginal du travail. Le  $PML$  dépend du stock de capital et de la technologie de production employée.

Le salaire réel est donc  $W/P = PML$ . C'est le salaire où s'équilibrent l'offre et la demande de travail. Par conséquent, le marché du travail donne la quantité de travail permettant aux firmes de produire pour un maximum de profits (qui sont égaux à zéro dans une économie parfaitement concurrentielle).

Le niveau de production obtenu est optimal et détermine l'offre agrégée. L'offre agrégée  $O_A$  ne dépend pas du niveau général des prix  $P$ .

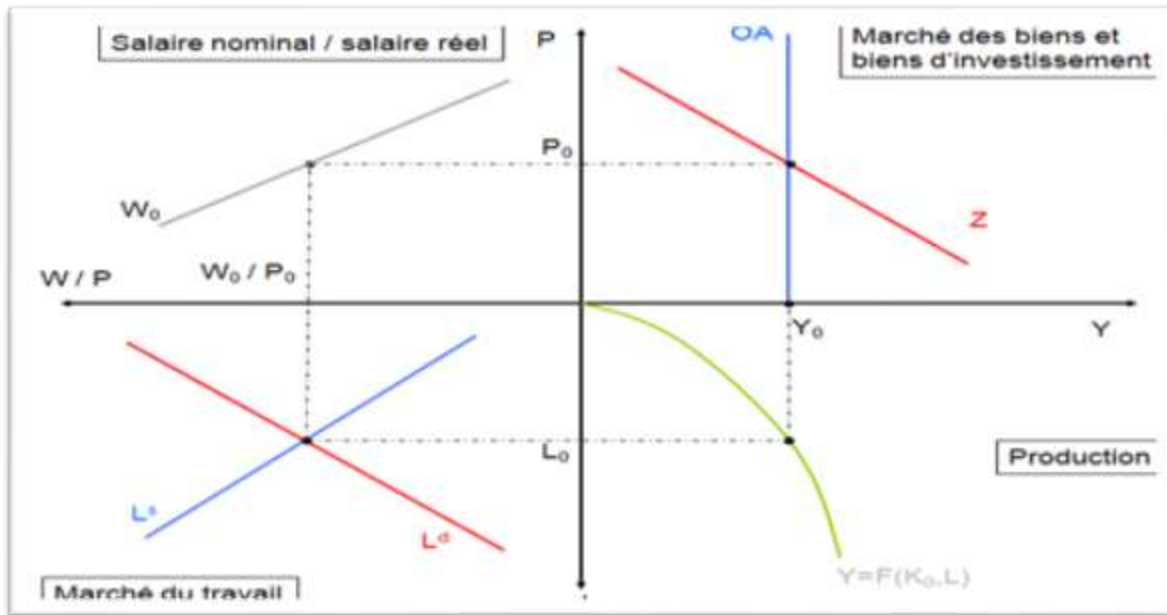
En effet, supposons que  $O_A$  augmente avec  $P$ . Alors, une hausse de  $P$  réduit le salaire réel  $W/P$ , accroît la demande de travail  $L^d$  et réduit l'offre de travail  $L^s$ . Comme toujours quand la demande est supérieure à l'offre, le prix augmente. Par conséquent, le salaire nominal augmente pour compenser la hausse des prix. Résultat : le salaire réel revient à son niveau d'origine; la quantité de travail demeure inchangée, et donc, l'offre agrégée revient à son niveau d'origine.

L'offre agrégée  $O_A$  ne dépend donc pas des prix. Elle est donc verticale. On dit que la production est entièrement déterminée par l'offre (« output supply-determined »).

L'équilibre macroéconomique néoclassique : les valeurs d'équilibre du salaire réel, de la quantité de travail et de la production sont déterminées simultanément à l'équilibre général. (Voire graphe N°1.1)



### Graphe N°1.1 : Equilibre macroéconomique néoclassique



**Source :** Cours de Lionel Artige « L'équilibre macroéconomique keynésien : le modèle IS/LM » ; Introduction à la Macro-économie H, EC – Université de Liège, Page 34.

Le modèle IS/LM suppose que les prix sont fixes à court terme. La principale cause de cette fixité avancée par les keynésiens est la rigidité des salaires à la baisse. Comme le travail est un bien hétérogène, le salaire est l'objet d'une négociation entre l'entreprise et le travailleur. Par conséquent, la signature des contrats de travail engage l'entreprise à payer un salaire déterminé à l'avance quel que soit la conjoncture.

Si les salaires sont fixes à court terme, les entreprises n'ont aucun moyen de faire varier les prix à la hausse puisqu'en concurrence parfaite, elles n'ont aucun moyen d'influencer les prix. Donc les prix sont fixes à court terme.

Si le salaire nominal et les prix sont fixes à court terme, le salaire réel est donc fixe aussi à court terme. La demande de travail, qui dépend du salaire réel, est donc constante à court terme. La demande de travail est donc verticale tant qu'il y a des chômeurs prêts à travailler au salaire réel en vigueur. Le niveau de l'emploi dépend donc l'offre de travail. Au-delà du niveau où le nombre de chômeurs est nul, la demande de travail redevient une fonction décroissante du salaire réel.

L'offre agrégée OA n'est pas contrainte dans le modèle IS/LM. C'est donc une droite horizontale puisque les prix sont fixes à court terme. La production s'ajuste toujours à la

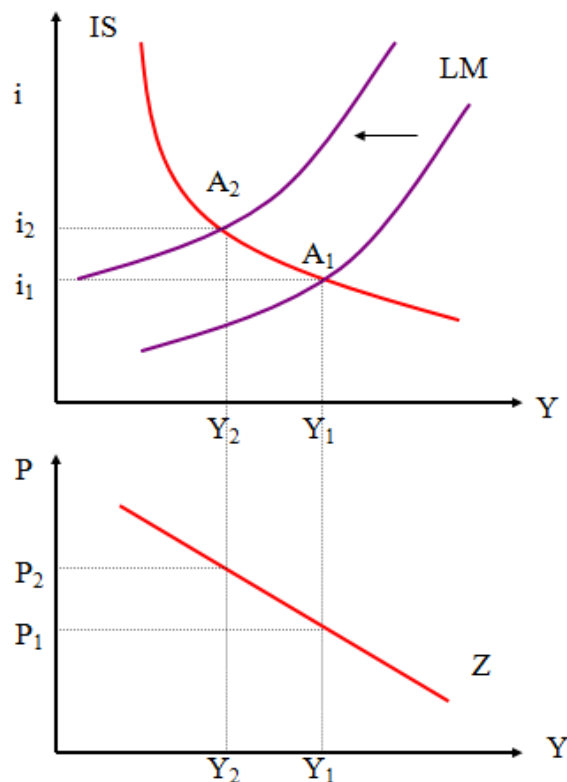
demande agrégée. Ceci est possible que si les entreprises produisent bien en-deçà de leurs capacités de production. Quand la production atteint ses capacités maximales, OA est verticale.

La demande agrégée est déterminée par l'équilibre IS/LM. Pour la courbe IS, les déterminants sont  $C(Y-T, i)$ ,  $I(Y, i)$  et  $G$ . Aucune de ces variables ne dépend des prix  $P$ . Pour la courbe LM, l'équilibre sur le marché financier est donné par :

$M^s = M^d = PY L(i)$  ou en termes réels  $M^s/P = M^d/P = Y L(i)$ . Une hausse de  $P$  entraîne une baisse de  $M^s/P$  et donc un déplacement vers la gauche de la courbe LM.

Une hausse de prix réduit les encaisses réelles  $M/P$  à (offre de monnaie constante). La courbe LM se déplace donc vers la gauche. Au nouvel équilibre IS/LM (point  $A_2$ ), le taux d'intérêt est plus élevé et le niveau de production est plus faible.

Sur le graphe du bas, on peut observer le niveau de la demande agrégée pour chaque niveau de prix particulier. En  $P_1$ , le niveau de la demande agrégée est  $Y_1$  pour un taux d'intérêt  $i_1$ . Pour un niveau de prix  $P_2$ , le taux d'intérêt est plus élevé ( $i_2 > i_1$ ), donc le niveau de la demande est plus faible ( $Y_2 < Y_1$ ).



Nous avons ainsi tous les éléments pour construire le graphe à quatre quadrants du modèle IS/LM (voir page 18 de ce chapitre).

## 2-2 Les développements hétérodoxes de l'équilibre général calculable

Robinson (1991)<sup>14</sup> définit deux grandes écoles de modélisateurs « hétérodoxes », ou « structuralistes »

### 2-2-1 La première école dite « structuraliste néo-classique »

Ce courant accepte le modèle néo-classique d'allocation des ressources, fondé sur l'individualisme méthodologique. Mais les auteurs qui s'en réclament admettent l'existence de rigidités, résultant de la relative inélasticité de l'offre ou de la demande à la variation de certains prix, en particulier au niveau des échanges internationaux, ou même la persistance

<sup>14</sup> Robinson S. (1991), "Macro-economics, financial variables, and computable general equilibrium models", *World Development*, vol. 19, n° 11, p. 1509-1525.

d'imperfections plus fondamentales dans le fonctionnement de l'économie de marchés (concurrence monopolistique, oligopoles ou monopoles, rigidités salariales, dualisme...).

Ce courant, dominé par la figure emblématique d'H. Chenery, et illustré par les travaux de Dervis, de Melo et Robinson (1982)<sup>15</sup>, explique en particulier ces imperfections par l'ampleur et la multiplicité des déséquilibres micro- et macro-économiques générés par la dynamique du développement et de l'industrialisation. De cette approche sont issus deux types de production:

- **Des modèles stylisés** d'inspiration très néo-classique, au sens où ils ne diffèrent des modèles walrasiens originels que par la prise en compte d'une relative rigidité dans l'ajustement (d'où la dénomination de modèles elasticitystructuralist). Les fonctions de comportement restent fidèles à l'individualisme méthodologique et les prix relatifs demeurent les seules variables d'ajustement, et donc les seuls signaux pris en compte par les agents. Enfin, les conditions d'équilibres sont inchangées ;
- **Des modèles plus appliqués** introduisant des rigidités plus fondamentales : immobilité sectorielle du capital, salaires sectoriellement fixés, et donc suppression de la courbe d'offre de travail (et de l'hypothèse de plein emploi), taux de change nominal fixe, secteurs fixant leur prix selon les règles de mark-up. De tels modèles vont entraîner la modification des fonctions de comportement et des processus d'ajustement néo-classiques, et imposer l'adoption de règles d'allocation des ressources alternatives de type rationnement.

### 2-2-2- Le courant « macro-structuraliste »

Ce courant insiste sur la répartition des revenus et des richesses, les modalités des relations de production agraires, les phénomènes d'inarticulation ou de désarticulation entre les différents segments du système productif et du système social, la structure de l'offre et plus généralement l'imperfection des marchés de biens et services, du travail, et du capital, les caractéristiques de la régulation monétaire, la dépendance externe, l'inégale diffusion des techniques, enfin l'importance des conflits de classe, et plus généralement des facteurs sociopolitiques (Taylor, 1980)<sup>16</sup>.

En dépit de difficultés techniques liées à l'intégration de ces éléments qualitatifs, ces modèles ont longtemps présenté une spécificité tenant aux hypothèses relatives à la fixation des prix (déterminés par application d'un taux de marge sur les coûts de production), des salaires

---

<sup>15</sup>Dervis K., de Melo J. et Robinson S. (1982), *General Equilibrium Models for Development Policy*, Washington DC, World Bank.

<sup>16</sup>Taylor L. (1980), *Structuralist macroeconomics : Applicable models for the Third World*, NY, Basic Books

(institutionnels), et plus encore des modalités de bouclage macro-économique. Ce clivage entre modèles « micro-structuralistes » et modèles « macro-structuralistes » tend cependant à s'estomper, avec le développement d'une modélisation « éclectique » proposant, autour d'une structure commune, des modèles spécifiques permettant de comparer la vraisemblance d'hypothèses alternatives. Ce type de synthèse, représenté en particulier par le modèle de Bourguignon et al, 1992)<sup>17</sup>, permet ainsi de sauvegarder les apports de la modélisation d'origine néo-classique (modélisation des comportements micro-économiques, rendant compte des arbitrages et des phénomènes de substitution), en assurant la cohérence macro-économique des simulations. Cette convergence débouche d'ailleurs sur un approfondissement dans l'analyse des phénomènes monétaires et financiers par l'intégration au modèle de comportements de portefeuilles et l'endogénéisation des taux de rémunération, phénomènes essentiels pour l'évaluation des effets de répartition des politiques macro-économiques (Bourguignon et al, 1992), (Easterly, 1990)<sup>18</sup>, (Rosensweig, et Taylor, 1990)<sup>19</sup>, (Suwa, 1992)<sup>20</sup>, ou (Fargeix et Sadoulet, 1993).<sup>21</sup>

## **Conclusion**

Les MÉGC sont des outils puissants, s'appuient sur des fondements théoriques solides prennent en compte les multiples interactions entre toutes les parties d'une économie, les effets directs et indirects dus aux réactions des agents sont évalués. En particulier, les interactions qui se transmettent par l'intermédiaire de changements de prix, y compris ceux liés à des changements de taux d'imposition. Les prix, résultat de l'interaction de l'offre et de la demande, y jouent leur rôle microéconomique : transmettre l'information économique à la base des décisions et des comportements des agents. La majorité de ces MEGC sont très détaillés en analysant la distribution du revenu entre groupes de ménages et le processus de production dans chaque industrie. Les MCEG prennent en compte les diverses ramifications et boucles de rétroaction existant dans une économie tout en gardant une cohérence interne; ainsi les interactions entre un ensemble de mesures de politique économique peuvent être étudiées. Ils font donc preuve d'une

---

<sup>17</sup> Bourguignon F., Branson W., de Melo J. (1992), Adjustment and income distribution : A micro-macro model for counterfactual analysis, *Journal of Development Economics*, n° 38, p. 17-39

<sup>18</sup> Easterly W. (1990), Portfolio effects in a CGE Model : Devaluation in a dollarized economy, in L. Taylor (Ed.), *Socially Relevant...* (voir infra), p. 269-301.

<sup>19</sup> Rosenszweig J. A. et Taylor L., Devaluation, Capital Flows, and Crowding out : A CGE Model with Portfolio Choice for Thailand, in L. Taylor, *Socially Relevant...* (voir infra), p. 302-332.

<sup>20</sup> Suwa A. (1991), Les modèles d'équilibre général calculable, *Economie et prévision*, n° 97, p. 69-76.

<sup>21</sup> Fargeix A. et Sadoulet F. (1993), A financial computable general equilibrium model for analysis of stabilization programs, in J. Mercenier and T. N. Srinivasan (Eds), *Applied General...*, p. 147-181.

adaptabilité thématique qui leur permet de servir de cadre générique d'analyse pour un large éventail de problématiques.

### Série de TD N°1

- 1- Quelles sont les principales hypothèses du modèle d'équilibre général concurrentiel
- 2- Le MEGC est un modèle qui décrit les flux circulaires d'une économie. Expliquer
- 3- Quelle différence faites vous entre :
  - Modèle d'équilibre général et Modèle d'équilibre partiel
  - Equilibre général néoclassique et Equilibre général keynésien
  - Modèles macro-économétriques et MEGC
- 4- Quelles sont les forces des MEGC ? et quelles en sont leur limites ?
- 5- Travail à remettre : En s'appuyant sur l'article « *Équilibre général et justice sociale : la théorie néoclassique comme philosophie politique ?* »<sup>22</sup> et à l'aide de vos connaissances (recherche bibliographique), expliquez la notion l'équilibre général dans le courant l'économie sociale.

### Corrigé-type de la série de TD n°1

#### Réponse 1 : Les principales hypothèses du modèle d'équilibre général concurrentiel

Le modèle d'équilibre général concurrentiel *walrasien* suppose qu'il existe dans l'économie un nombre fini de producteurs, de consommateurs et de biens, ces derniers pouvant être indifféremment des extrants ou des intrants de production. Du côté des producteurs, les rendements d'échelle sont non croissants, la production sans intrants est impossible, l'inactivité totale est possible et le processus de production est irréversible. Chaque producteur maximise ses profits totaux pour un vecteur donné de prix qui lui est donné. Chacun des consommateurs a une dotation initiale de biens qui lui permet de survivre et, compte tenu d'un vecteur donné de prix, maximise l'utilité qu'il retire de la consommation, jamais saturée, des biens, dans les limites de son budget disponible. Ce dernier est constitué de sa dotation initiale et de la part des revenus de production qui lui échoit. La solution du modèle détermine l'existence d'un vecteur de prix qui, tout en maximisant les profits des producteurs et les utilités des consommateurs, garantit l'équilibre *ex ante* de la demande et de l'offre de chacun des biens.

---

<sup>22</sup> Desreumaux V, (2013) « Équilibre général et justice sociale : la théorie néoclassique comme philosophie politique ? » revue *Cahiers d'économie Politique* 2013/1 (n° 64), pages 75 à 110 ; Disponible sur : <https://www.cairn.info/revue-cahiers-d-economie-politique-1-2013-1-page-75.htm>

La partie consacrée à la théorie de l'échange de deux marchandises, pose les concepts et principes de raisonnement fondamentaux de tout l'ouvrage. Walras y fait jouer la loi de la proportionnalité des utilités marginales aux prix. Il montre que l'offre et la demande résultent du principe de la maximisation de l'utilité. Le marché walrassien est dans cette partie *agit par un commissaire-priseur*, comme un marché de bourse, avec enchères, et *processus de tâtonnement* (ou ajustement entre l'offre et la demande). Ce marché est a-temporel, et atteint un état d'équilibre stable, avec un prix unique pour chaque bien.

Ensuite, l'échange pur est généralisé à *plusieurs marchés*, pour définir **un équilibre général de l'échange sous la forme d'un système d'équations**. Le nombre d'équations étant égal au nombre d'inconnues, l'extension du processus de tâtonnement avec commissaire-priseur sur l'ensemble des marchés, aboutit à la détermination d'un *système de prix unique*.

**Le modèle d'équilibre général de l'échange est élargi à la production.** Ainsi, *la résolution du problème de l'échange nous a conduits à la formule scientifique de la loi de l'offre et de la demande. La résolution du problème de la production nous conduira à la formule scientifique de la loi des frais de production ou du prix de revient (...)* (« *Éléments*, 17<sup>e</sup> Leçon) Les prix des services producteurs (*fermages, salaires, et intérêts*) sont le résultat essentiel de cet équilibre. Walras raisonne dans une première version de l'équilibre avec des coefficients de production fixes, et ultérieurement avec une technologie flexible et donc à l'aide de la *productivité marginale du capital* et un profit nul de l'entrepreneur. Dans cet équilibre (appelé suite à sa reformulation par CASSEL en 1918, le modèle d'équilibre –avec production– de « **Walras-Cassel** » c'est la demande de produits qui explique la demande de facteurs, à la différence de la thèse classique. A l'équilibre *le prix de revient en services* du produit est égal à son prix et l'offre de services égale la demande. L'économie est en situation de CPP. L'offre et la demande sont le fait des mêmes agents. Ils disposent de **stocks initiaux** (ou « *dotations initiales* ») échangés librement dans le but de *maximiser leur satisfaction* (exprimée par une fonction d'utilité). Ces échanges, déterminent sur chaque marché, par l'équilibre de l'offre et de la demande, des prix. L'équilibre d'échange pur consiste à **déterminer le système des prix relatifs d'équilibre**.

**Source :** WALRAS L. (1900, 1926), *Éléments d'économie politique pure ou Théorie de la richesse sociale*, in Auguste et Léon Walras - Œuvres économiques complètes, vol. VIII, éd. P. Dockès et alii, Economica, Paris, 1988.

## Réponse 2

Un MEGC est un modèle qui décrit **le flux circulaire** des activités économiques, c'est-à-dire qu'on y décrit **la production** des biens et services réalisée par les activités de production qui permettent de **remunérer le travail** et le capital, lesquels revenus sont **distribués** selon les différents agents et ces agents allouent leurs budgets entre **la consommation** de différents biens, ce qui génère le revenu des activités de production.

## Réponse 3

### **-Modèle d'équilibre partiel versus Modèle d'équilibre général**

Modèle d'équilibre partiel	Modèle d'équilibre général
- L'équilibre partiel cherchant essentiellement à simplifier l'analyse, isole un marché du reste de l'économie. -L'approche, en se concentrant sur un seul marché, considère celui-ci <b>indépendamment</b> du reste de l'économie. Elle considère que des changements	-L'équilibre général : <b>l'analyse est menée sur tous les marchés simultanément</b> - L'intérêt n'est pas porté sur un marché particulier. Tous les marchés sont <b>interdépendants</b> ; tout choc ou variation sur un marché <b>se répercute</b> sur les autres marchés qui

sur le marché étudié n'auront aucun impact sur le reste de l'économie, qu'il est ainsi possible de considérer comme donnée.

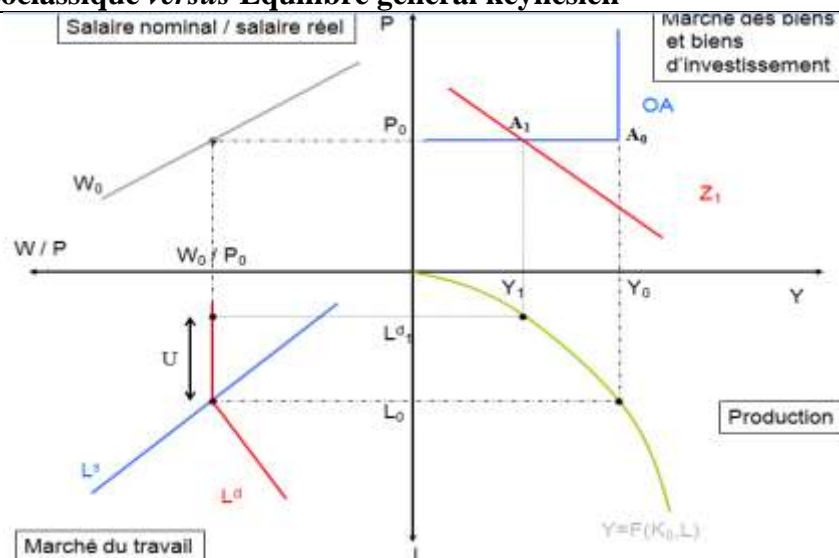
rétroagissent.

L'analyse tient compte des effets **directs** ainsi que des effets **indirects** d'un choc donné.

### - Equilibre général néoclassique *versus* Equilibre général keynésien

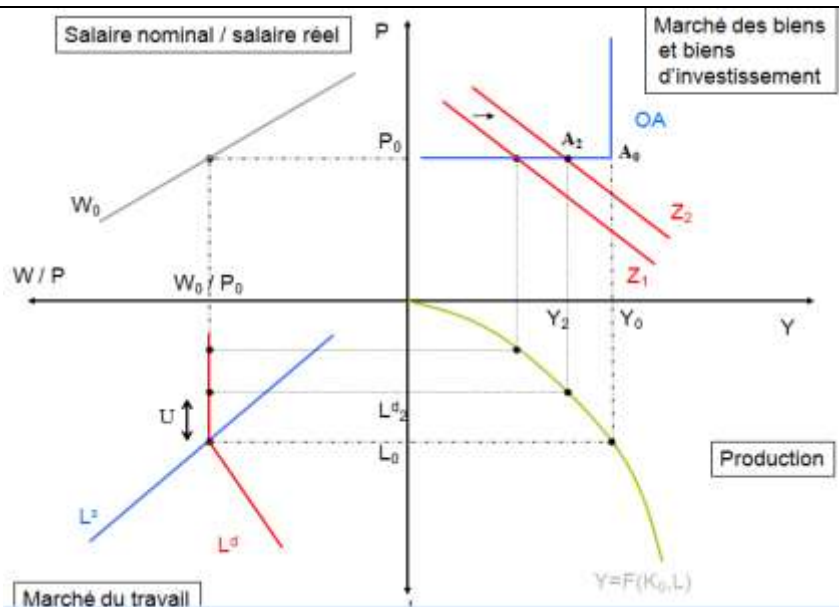
Le point  $A_0$  est l'équilibre macroéconomique du modèle néoclassique. C'est l'équilibre où les capacités de production sont utilisées à leur maximum. Les néoclassiques considèrent que cet équilibre prévaut toujours que ce soit à court terme ou à long terme.

Pour les keynésiens, il est possible que l'économie soit en-deçà de  $A_0$  à court terme. Les entreprises n'utilisent pas toutes les capacités de production. Une partie des travailleurs qui voudraient travailler sont au chômage ( $U$ ). L'équilibre macroéconomique est  $A_1$ .



Comme les prix et le salaire nominal sont fixes à court terme, il est possible d'accroître la production à coût marginal constant (puisque le salaire réel est constant) en soutenant la demande agrégée (par une politique expansionniste).

Ainsi, la demande agrégée augmente (le modèle IS/LM) et la courbe  $Z$  se déplace vers la droite. Les entreprises peuvent embaucher de la main-d'œuvre (puisque'il y a des chômeurs) et produire plus à coût marginal constant (puisque le salaire réel est fixe à court terme). La production s'ajuste donc à la demande. Le nouvel équilibre macroéconomique est  $A_2$ .



**Source** : Cours de Lionel Artige « L'équilibre macroéconomique keynésien : le modèle IS/LM » ; Introduction à la Macro-économie H, EC – Université de Liège ; Disponible sur <http://www.crepp.ulg.ac.be/profiles/artige/documents/MacroKeynes.pdf> (consulté le 15/05/2021).

### Modèles macro-économétriques *versus* MEGC

Modèles macro-économétriques	MEGC
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Inspiration keynésienne</li> <li>•Ils reposent sur un ensemble d'équations décrivant l'évolution des principaux agrégats de l'économie</li> <li>•Les équations sont estimées par la méthode économétrique</li> <li>•L'analyse distingue explicitement les politiques de demande et d'offre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Inspiration néo-classique et référence à l'équilibre général Walrasien</li> <li>•Hypothèse sous-jacente d'ajustement par les prix</li> <li>•Comportements microéconomiques explicités</li> <li>•Les paramètres sont estimés par une méthode de calibrage</li> <li>•Etude de politiques qui modifient la structure de l'économie (libéralisation commerciale...)</li> </ul>

### Structuraliste Néo-classique et Macro-structuraliste

Structuraliste Néo-classique	Macro-structuraliste
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existence de rigidité résultant de la relative inélasticité de l'offre ou de la demande à la variation des prix (échanges internationaux)</li> <li>• Imperfection de l'économie de marché en raison de l'existence de concurrence monopolistique, oligopoles, monopsones....</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Répartition des revenus et des richesses</li> <li>•Inarticulation entre les différents segments du système de production et le système social</li> <li>•Imperfection du marché du travail (rigidité des salaires et information imparfaite, aléas moral et sélection adverse) et du marché du capital.</li> </ul>

### Réponse 4

Forces	Faiblesses
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Fondements théoriques</li> <li>•Mise en évidence des canaux de transmission</li> <li>•Evaluation d'une politique économique et/ou d'un choc externe</li> <li>•Critère pour arbitrer entre deux politiques : le bien-être des agents</li> <li>•Souplesse par rapport aux modèles théoriques d'EG →degré de désagrégation important</li> <li>•Peu de données sont nécessaires (PED), grâce à l'usage du calibrage nécessitant moins de données statistiques que l'estimation économétrique</li> <li>•Ces modèles intègrent les effets d'offre et de réallocation intersectorielle</li> <li>•Ces modèles intègrent les dernières hypothèses développées dans le cadre micro-économique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La pertinence des MEGC reste largement dépendante des choix adoptés dans leur modélisation à savoir : les relations fonctionnelles, le choix du calibrage des paramètres liés aux comportements supposés des agents micro-économiques et enfin le choix du mode de bouclage macro-économique.</li> <li>•La valeur des paramètres ne fait pas consensus (exemple : élasticité de substitution entre le capital et le travail). la faiblesse de leur base empirique conduisant souvent à des choix arbitraires d'un grand nombre d'hypothèses notamment lors du calibrage</li> <li>•La situation de l'économie est supposée initialement en équilibre général même pour les PED ou économies en transition</li> <li>•faible capacité de prévision pour lesquelles leur pertinence empirique pourrait être évaluée</li> </ul>



## **Chapitre 2 : Cadre comptable et Etapes d'élaboration d'un MEGC**

### **Introduction**

La base empirique des modèles d'équilibre général est la matrice de comptabilité sociale. Une MCS retrace les flux d'une économie. Une MCS est une matrice carrée divisée en sous matrices appelées comptes. A chaque compte, correspondent une colonne et une ligne qui doivent s'équilibrer. Les lignes peuvent être interprétées comme les "ressources" et les colonnes comme les "dépenses". Le nombre de comptes distingués dans une MCS peut varier selon les études, en fonction des disponibilités des données et des objectifs de la recherche.

Ce chapitre est donc structuré de telle sorte qu'il permet aux étudiants d'appréhender les éléments suivants :

- Définitions, origine, et structure de base de la MCS
- Interprétation de la MCS.
- Les étapes d'élaboration d'un MEGC

### **Section 1 : La Matrice de Comptabilité Sociale**

La construction d'un MEGC part de l'élaboration d'une MCS associée. Cette dernière permet le calibrage du modèle et de calculer, ainsi de façon déterministe, les paramètres du modèle à partir, des données d'une année de référence et du niveau des autres variables exogènes

#### **1.1 Origine**

L'idée d'une MCS fut développée pour la première fois au cours des années 60 dans le cadre de « *program for growth* » de l'Université de Cambridge. C'est dans cette optique qu'un groupe de travail dirigé par R. Stone compila une MCS pour la Grande-Bretagne, laquelle fut utilisée comme support de données pour élaborer et résoudre les premières versions du «Cambridge growth model». Cependant, les premières MCS opérationnelles furent réalisées par G. Pyatt dans les années 70 au sein des missions du Bureau international du travail (BIT). Car elles ont joué le rôle d'outil de programmation économique pour certains pays tels le Sri-Lanka, l'Iran et la Colombie. Au cours des décennies suivantes, elles sont de plus en plus adoptées par de nombreux autres pays en développement à cause de leur flexibilité et de leur simplicité conceptuelle.

#### **1-2 Définition**

La MCS est un tableau statique où sont enregistrés, pour une année donnée, les flux d'échanges entre les divers agents économiques. L'épithète "sociale" associée à la matrice est ici clairement d'origine anglo-saxonne. Elle se réfère à l'économie (ou "société") considérée dans son

ensemble, et non pas nécessairement aux seuls aspects sociaux au sens français du terme de l'activité économique.

Une MCS est un tableau statistique carré qui représente les flux comptables (transactions) en valeurs (quantités multipliées par des prix) entre les différents comptes de l'économie, les ressources (recettes) étant en lignes et les emplois (dépenses) en colonnes. L'élément d'une case de MCS représente donc un flux monétaire du compte en colonne vers celui en ligne. La cohérence interne de chaque compte est garantie par l'égalité des recettes totales (somme de la ligne) et des dépenses totales (somme de la colonne).

Selon les termes de Dieter STENTZEL<sup>23</sup>, « *la matrice de comptabilité sociale est une extension et une restructuration du «Tableau Entrée- Sortie », (TES) ... Cette restructuration se traduit par l'incorporation d'une forme de structure de comptes comportant une classification appropriée : les branches appartiennent à la catégorie «production»; Les ménages et le gouvernement aux «Institutions»; Les importations au «Reste du Monde».*

Les MCS permettent de synthétiser en un tableau unique l'ensemble des transactions entre différents agents économiques et constituent de ce fait, une synthèse du TES et du TEE. Elles présentent de manière synthétique l'ensemble des interrelations entre l'emploi, la distribution du revenu et la structure de la production. Elles s'appuient sur une description détaillée des comptes de production par branches, d'un compte de facteurs de production et des comptes des secteurs institutionnels<sup>24</sup>.

La description de ce flux circulaire permet de mettre en exergue la génération des revenus émanant des activités de production des biens et services, l'utilisation de ces revenus pour rémunérer les facteurs de production, l'ensemble des transferts de revenu faits par les facteurs de production, par l'Etat et par le reste du monde aux ménages, et enfin la consommation finale des ménages du revenu qu'ils reçoivent. Tandis que le Tableau TES met l'accent sur l'interdépendance entre les différents secteurs de l'économie, la MCS, quant à elle, fait ressortir non seulement les relations entre la structure de production et la distribution des revenus, mais aussi les flux des capitaux et les transactions financières avec le reste du monde.<sup>25</sup>

---

<sup>23</sup> Dieter S. : La matrice de comptabilité sociale, 24 et 25 Septembre 2001 p 94. Pris du site Internet [www.inwent-fz.org/cours\\_matricial/k58/10matrice.pdf](http://www.inwent-fz.org/cours_matricial/k58/10matrice.pdf)

<sup>24</sup> PARADI, 5e Ecole de modélisation de politiques économiques de développement, 25 Aout-3septembre 1997, volume 1

<sup>25</sup> Cogneau D., Roubaud F. 1992. "Une matrice de comptabilité sociale pour le Cameroun : méthode et résultats". Statéco. n°75-76. P 83.

Selon Declauwé et Martens (1996)<sup>26</sup>, la MCS « est représentée sous la forme d'un tableau carré à double entrée où, pour une année déterminée, sont enregistrés les flux comptables (ou transactions) de recettes et de dépenses de l'économie étudiée. Les recettes sont enregistrées en ligne (indice  $i$ ) et les dépenses en colonne (indice  $j$ ); l'élément général d'une MCS étant  $t_{ij}$ , défini comme la dépense du compte  $j$  ( $j = 1, 2, \dots, n$ ) qui constitue la recette du compte  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ). La cohérence interne du cadre comptable de la MCS garantit que, pour chaque compte, le total des recettes est identique au total des dépenses, à savoir dans le cas du compte quelconque  $k$

$$\sum_j t_{kj} = \sum_i t_{ki}$$

S'appuyant sur les principes de la comptabilité à double entrée, la MCS respecte les identités Ressources/Emplois, Epargnes/Investissements et Revenus/Dépenses.

### 1.3 Le Tableau Entrée -Sortie (TES)

La matrice de comptabilité sociale a été conçue comme une extension et une restructuration du « Tableau Entrée -Sortie », dont l'un des auteurs est Richard Stone.

L'analyse Input-Output, développée initialement par Leontief au cours des années 1930, s'appuie sur l'idée que la production d'un bien nécessite des intrants. Depuis, de nombreuses applications basées sur cette méthode ont été conduites dans une large gamme de domaines. Le TES est un instrument qui sert à décrire les activités de la production d'un pays pendant une période donnée (en général un an). Il est particulièrement adapté pour indiquer et analyser les relations entre les différentes activités de production et les secteurs institutionnels. Le TES est un tableau à double entrée qui retrace, en lignes, les utilisations intermédiaires et finales des produits et, en colonnes, la structure des coûts de production des activités. L'analyse Input Output suppose que l'économie peut être divisée en un nombre distinct de secteurs. Tous ces secteurs effectuent des achats de biens entre eux et utilisent ces biens dans la production de biens finaux.

Pour chaque compte, les dépenses figurent dans les colonnes et les recettes sur les lignes. Ce flux monétaire passe ainsi du compte porté dans la colonne à celui porté sur la ligne, et la position de chaque écriture dans la matrice indique les deux secteurs qui interviennent dans chaque transaction. A chacun des flux monétaires correspond un flux de sens inverse de biens, de services ou d'actifs financiers. Par exemple, il ressort de la première ligne du tableau que les

---

<sup>26</sup>Declauwé B., Martens A. 1996. "Le cadre comptable macroéconomique et les pays en développement", Edition Kathala, Canada, 1996. p210.

marchandises (biens et services marchands) sont acquises par les branches d'activités et les consommateurs ainsi que pour servir à la formation du capital et aux exportations. Caractéristique importante du système, il enregistre toutes les transactions de chaque secteur et, pour chacun d'entre eux, le total des dépenses est égal au total des recettes, de sorte que tous les comptes sont en équilibre.

#### **1-4 Le prolongement du modèle**

L'ensemble des comptes du tableau Input Output montre uniquement les encaissements et les paiements pour les activités du secteur intermédiaire. Les transactions entre tous les autres secteurs sont ignorées, c'est-à-dire le tableau ne comprend pas les transactions entre les ménages, le gouvernement. Aussi l'utilisation d'une table Input Output ne permet pas de détailler les comptes des facteurs de production. Les activités sont considérées comme des comptes endogènes et il existe un seul facteur exogène qui est la demande finale. Ces deux inconvénients vont pouvoir être résolus en utilisant une matrice de comptabilité sociale.

La matrice de comptabilité sociale est plus adaptée car elle permet de détailler les comptes en fonction des besoins. La MCS est ainsi construite selon le problème à analyser et il n'existe pas de MCS standard qui peut servir à toute analyse.

L'un des avantages importants d'une MCS comparativement aux tableaux des ressources et des emplois existants tient au fait qu'elle peut être appliquée à un secteur des ménages désagrégé pour modéliser l'effet des changements exogènes sur le système. Contrairement au modèle fermé des entrées-sorties qui s'appuie sur un secteur des ménages simple, une MCS permet de modéliser les effets intersectoriels en intégrant un secteur des ménages complexe (p. ex., ménages ayant divers niveaux de revenu et divers profils induits de dépenses). Selon Roland-Holst (1990, p. 125), l'analyse intersectorielle qui omet de tenir compte de ces considérations « peut induire gravement en erreur ».

#### **2- Structure de la MCS**

La structure générale de la MCS a été donnée par Pyatt et Thorbecke (1976) et la majorité des MCS construites s'inspire largement des travaux de ces derniers. La structure de la MCS dépend de l'objectif assigné à son élaboration et de la disponibilité des données. Une MCS standard se présente sous forme de six (6) comptes agrégés: un compte courant des facteurs productifs (travail et capital) ; un compte courant des unités institutionnelles résidentes (ménages,

firmes et gouvernement) ; un compte des activités productives ; un compte de produits (biens et services) ; un compte de capital; et enfin, un compte courant du reste du monde (tableau 2.1).

**Tableau n° 2.1:** Structure de la MCS standard

	1	2	3	4	5	6
1. Activités		Ventes Domestiques				
2. Produits	Consommation Intermédiaire			Consommation Finale	Consommation d'Investissement	Exportations
3. Facteurs	Paieement aux facteurs					
4. Institutions	Taxes et subventions de production	Taxes et subventions sur les produits	Revenus de facteurs	Transferts		Transferts
5. Capital/investissement				Epargnes		Balance du Compte Courant
6. Reste du Monde		Importations				

**Source:** Round J I, (2003). "Constructing SAMs for Development Policy Analysis: Lessons Learned and Challenges Ahead", *Economic Systems Research* 5(2).

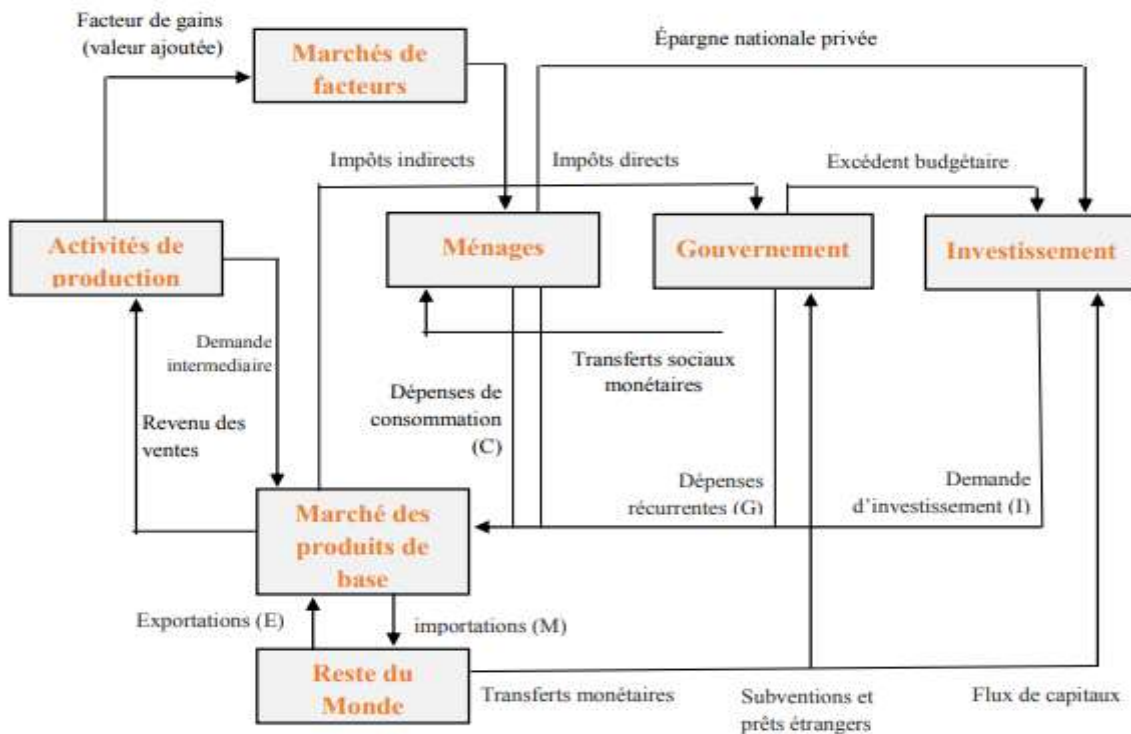
- 1. les activités de production.** Ces comptes, lus en colonne, fournissent la structure de la production nationale décomposée en consommations intermédiaires et en éléments de valeur ajoutée qui rémunèrent les facteurs de production. En ligne, figurent les recettes tirées des ventes de biens.
- 2. les produits.** Ces comptes retracent en colonne les ressources mobilisées (production nationale et importations) et en ligne, les emplois des productions nationales.
- 3. le compte des facteurs de production :** sa principale recette, la valeur ajoutée provenant du compte d'activité, est redistribuée aux ménages en salaires, aux entreprises en profits.
- 4. les institutions** telles que les ménages, entreprises et les administrations publiques .Ces comptes détaillent la distribution de la valeur ajoutée et son utilisation ainsi que les transferts entre les institutions.
- 5. l'accumulation de capital** qui mesure les flux d'épargne et d'investissement.
- 6. Le compte du reste du monde** ou compte extérieur, sur lequel on enregistre les paiements effectués vers le reste du monde et les paiements reçus.

Chaque catégorie est désagrégée en plusieurs comptes, les recettes et les paiements, lesquels sont rapportés sur des lignes et colonnes spécifiques.<sup>27</sup>

## 2.1 Le flux circulaire des revenus

Une MCS affiche des informations sur la manière dont les différents acteurs d'une économie sont liés les uns aux autres. Une façon de décrire les rapports entre les acteurs économiques consiste à suivre les transactions monétaires entre eux, méthode connue sous le nom de flux circulaire des revenus. Ce dernier décrit l'économie en termes de flux de ressources entre les entreprises, les ménages, les gouvernements et le reste du monde. La figure ci-après illustre le flux circulaire des revenus

**Figure 2.1 Diagramme représentant le flux circulaire de l'économie**



Source: Breisinger, C., Thomas, M., &Thurlow, J. (2009). "Social accounting matrices and multiplier analysis: An introduction with exercises ", *Washington, D.C.: International Food Policy Research Institute*.

## 2-2 La MCS comme cadre conceptuel global incorporant des relations structurelles

Comme cadre d'organisation des données économiques, la MCS est une description détaillée et compréhensible du système socioéconomique durant une période donnée généralement l'année. Dans son contenu, elle fournit un cadre de classification et d'organisation

<sup>27</sup> Pour plus de détail sur la méthodologie de la construction d'une MCS, voir Touati, K. (2015). Changements structurels du secteur financier, impact sur les politiques économiques. Approche empirique . *thèse de doctorat en sciences économiques* . Université de Bejaia, Algérie

des données utile pour l'analyste et le décideur sous forme de comptes. Le tableau 2.2 représente la structure type d'une MCS. Ce tableau donne une photographie de l'ensemble des transactions ayant eu lieu entre les différents comptes du système économique durant une période.

**Tableau 2.2**

	Activités	Biens et services	et Facteurs	Institutions	Epargne/Invest	RDM	Total	
<b>Activités</b>	Production						Production	
<b>Biens et services</b>	CI				Consommation	Investissement	exportations	Demande totale
<b>Facteurs</b>	VA						VA	
<b>Institutions</b>	TVA		Salaires / Profits	Transferts	Impôts	Revenus		
<b>Epargne/Invest</b>							épargne	
<b>RDM</b>	Importation						Importation	
<b>Total</b>	Production	Offre Totale	Revenus des Facteurs	Dépenses	Investissement total	Recettes devises		

En plus de servir de cadre conceptuel global d'organisation des données, la MCS sert de base empirique à la modélisation en EGC. Ce lien entre la MCS et le MEGC provient du fait que la MCS incorpore de manière explicite un ensemble de relations structurelles diverses entre un certain nombre de variables de l'économie.

La figure 2.2 illustre les liens entre les différentes variables du système économique déduites des liens de transaction compilés dans la MCS. Cette figure reproduit en détail, toutes les transformations incorporées dans la MCS. Par exemple, la transformation allant de la structure de la production (compte activités) à la structure des facteurs (compte facteurs de production) permet de transformer la valeur ajoutée créée par les activités de production en revenus factoriels pour les facteurs ayant pris part au processus de production. Cette transformation de la figure est notée 1.5. Cette notation signifie la transformation allant du compte 5 au compte 1. Une flèche indique le sens de la transformation de la valeur ajoutée en revenus factoriels à partir du compte 5 pour le compte 1. Une version simplifiée de ses liens de transformation de l'économie est fournie par le graphique 2.3

Figure 2.2. Diagramme de circulation des transactions d'une MCS

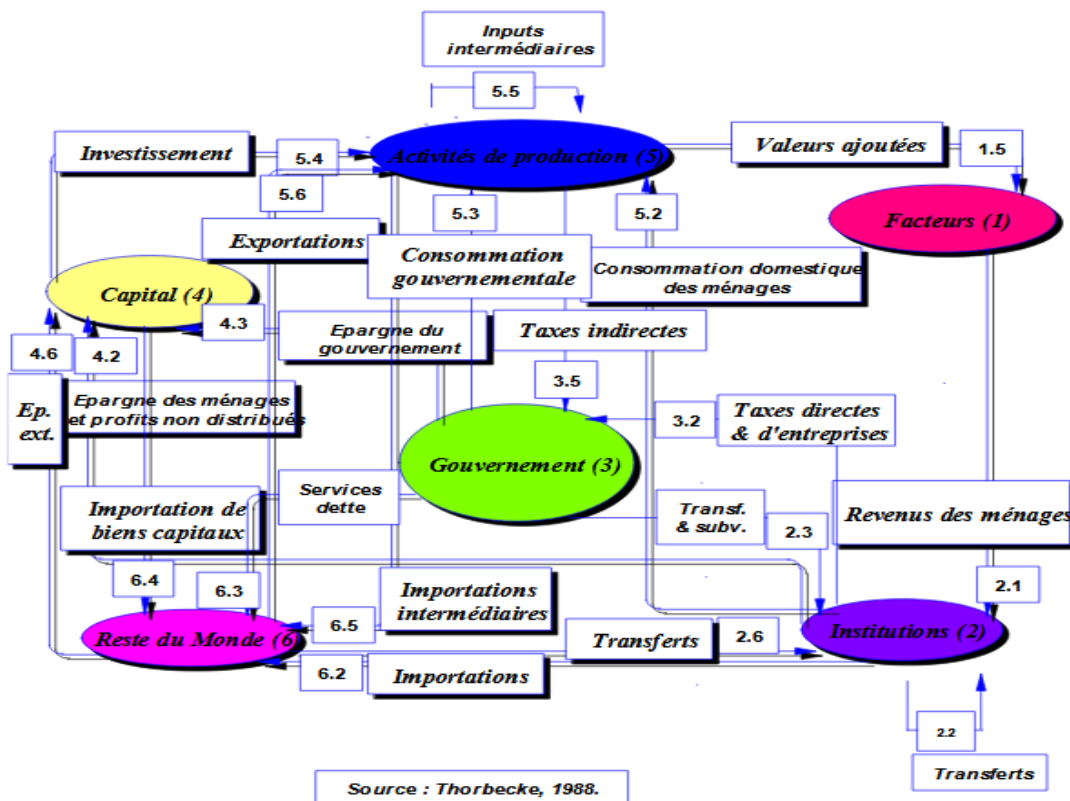
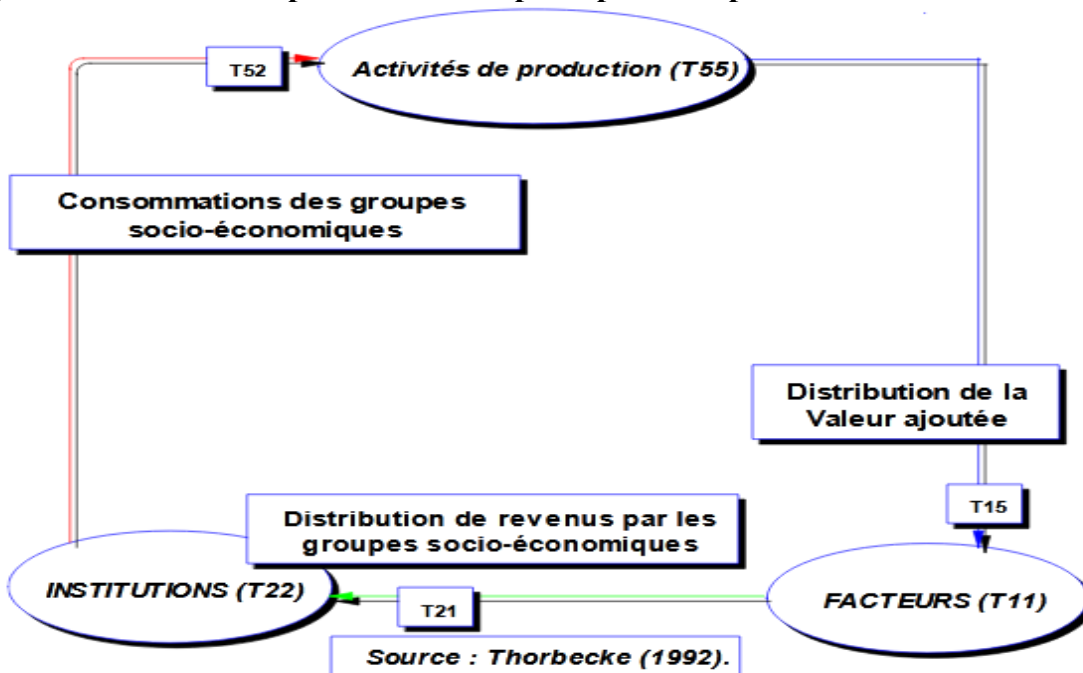


Figure 2.3 Relations simplifiées entre les principaux comptes de la MCS



Source : Rapport technique du modèle d'équilibre général calculable (modèle IFPRI adapté pour le Burkina Faso), page 5 et 6.



Les figures 2.2 et 2.3 qui reproduisent l'ensemble de ces relations entre variables de l'économie apparaissant dans la MCS du tableau 2.1, peuvent être interprétées comme représentant des flux (dans le temps) qui doivent être en retour expliqués par le biais des relations structurelles ou comportementales. L'établissement de telles relations structurelles ou comportementales fournit ce que l'on appelle un modèle. Dépendant de la nature des hypothèses adoptées par l'analyste, on peut relever les modèles de multiplicateurs comptables de la MCS et les modèles d'EGC. Le premier est tout simplement déduit d'un ensemble d'équations linéaires liant deux types de comptes ou variables : (i) des comptes ou variables endogènes c'est à dire expliqués à l'intérieur du système et (ii) des comptes ou variables exogènes c'est à dire expliqués à l'extérieur du système. Le second est un ensemble d'équations simultanées qui sont linéaires ou non linéaires reliant des variables endogènes et exogènes du système économique.

Au terme de cette section, en décrivant la structure de la MCS, on a montré qu'elle dépendait d'une vision globale de l'économie. Bien que façonné par le modélisateur, la MCS ne contient évidemment, pour le moment, aucune hypothèse de comportement. Introduire des comportements économiques revient à expliquer de quelle manière le système des prix, des quantités et des valeurs associés aux différentes transactions conduira à l'équilibre des marchés des produits et des facteurs de production, compte tenu des contraintes budgétaires des agents. C'est à quoi nous nous attachons ci-après.

## **Section 2 : Etapes d'élaboration d'un MEGC**

La construction des modèles d'équilibre général calculable, qui sont applicable à l'étude d'une problématique déterminée, se fait suivant un ensemble d'étapes de travail bien définies. Généralement, ces étapes sont au nombre de neuf :

### **Étape 1: L'identification de la problématique**

Dans cette étape, le modélisateur se pose la question de savoir à quoi devrait servir le modèle, quelle serait son utilité ou encore mieux à quelles questions est – il censé répondre. Est-on intéressé par l'impact sur l'économie d'un changement de datation de facteurs de production, les normes environnementales, la fiscalité directe ou indirecte, les termes de l'échange extérieur, etc. Cette étape est cruciale. La nature des questions posées déterminera le type de données

statistiques à collecter, le degré de désagrégation du modèle<sup>28</sup>, le choix des formes fonctionnelles exprimant des relations technologiques ou de comportement et la manière dont sera élaboré le plan des simulations.

### **Étape 2 : La collecte des données statistiques de base**

Les données généralement utilisées proviennent des comptes nationaux, le compte de la balance des paiements, le tableau des échanges interactifs, les comptes des administrations publiques, les comptes des opérations financières, ainsi que les résultats déjà dépouillés d'enquêtes de consommation ou de recensement agricoles et industriels etc. Selon leur nature, ces données peuvent être des données propres à une année déterminée, ou encore des moyennes calculées sur un certain nombre d'années déterminées, ou encore des moyennes calculées sur un certain nombre d'années et sont exprimées en valeur ou en volume.

Cependant, il est rare que le modélisateur fasse lui-même la collecte des données primaire en enquêtant personnellement. La plupart du temps il recourt à des bases de données déjà construites.

### **Étape 3 : Construction du cadre comptable**

Les données collectées à l'étape précédente doivent satisfaire certains équilibres, encore dits *ex-post*.<sup>29</sup> Pour cela, les constructeurs des modèles d'équilibre général calculable ont adopté un cadre comptable particulièrement opérationnel et connu sous le nom de matrice de comptabilité sociale. Celle-ci est un tableau carré à double entrée qui, lorsque complété, donne les équilibres comptables qui doivent nécessairement être satisfaits à la période ou au moment du temps observés, pour différentes catégories des flux et de stocks. L'ensemble de ces équilibres constitue ce qui est appelé la *situation de référence* de l'économie étudiée.

### **Étape 4. : Le choix des formes fonctionnelles**

Les formes fonctionnelles sont des relations mathématiques qui décrivent les différentes relations technologiques et comportementales propres aux producteurs, aux consommateurs ou à

---

<sup>28</sup> A titre d'exemple, si on n'est pas intéressé par le problème de la distribution des revenus, il est inutile de désagréger en détail, dans la MCS, les différentes catégories de ménages (ruraux et urbains, riches et pauvres, propriétaires et non propriétaires, etc.), comme il est superflu de comptabiliser dans le détail les flux d'impôts directs affectant les ménages comme les transferts que leur accorde l'État.

<sup>29</sup> A titre d'exemple : les particuliers ne peuvent pas consommer davantage que la quantité offerte d'un bien déterminé. Or, l'hétérogénéité des bases de données utilisées fait que cette identité entre quantité offertes et demandées n'est pas toujours obtenue du premier coup. Il faudra donc effectuer des ajustements statistiques qui souvent nécessiteront un réexamen des définitions utilisées, par exemple celles des produits, voire un retour aux données primaires elles-mêmes. (Décaluwé et al. 2001)

d'autres agents économiques comme l'État et le reste du monde. En outre, ces relations sont principalement des fonctions de production et d'utilité ainsi que des fonctions d'offre et de demande d'outputs et d'inputs. Leur ensemble correspond à la vision qu'a le modélisateur sur le fonctionnement de l'économie étudiée basée sur l'observation des faits (Decaluwé et all., 2001, p 96).

Le choix des formes fonctionnelles dans les MCEG est guidé par différents facteurs. En général la fonction choisie doit être continue et homogène de degré zéro et doit donner lieu à un système de demande en conformité avec la loi Walras (Shoven et Whalley, 1984). Par ailleurs, le choix des fonctions de comportement dans la construction des MCEG dépend des caractéristiques des secteurs ou des produits étudiés et reflètent dans la plupart des cas les choix personnels du constructeur du modèle qui s'appuient sur ses connaissances du secteur ou des produits étudiés pour fonder ses choix. Les caractéristiques techniques des fonctions et le souci de respecter les restrictions théoriques (continuité, différentiabilité, homogénéité) amènent souvent le modélisateur à limiter ses choix à quelques formes fonctionnelles usuelles telles que la fonction Cobb-Douglas (C-D), la fonction à Elasticité de Substitution Constante (CES) ou le Système Linéaire de Dépenses (LES). Des formes fonctionnelles plus flexibles (par exemple la translog ...) peuvent être utilisées mais posent parfois des difficultés analytiques et sont très gourmandes en termes du nombre de paramètres libres nécessaires pour réussir une calibration qui reproduira fidèlement l'état initial de l'économie représentée par la MCS.<sup>30</sup>

Une fonction de production établit une relation entre la quantité de produit obtenue et les quantités des différents services producteurs utilisés. En d'autres termes, elle est une relation entre les « extrants » (output) et les « intrants » (input). Elle permet, dans un environnement donné, d'exprimer l'horizon technologique de l'entrepreneur, c'est-à-dire l'ensemble des choix éligibles qui s'offrent à lui lorsqu'il a adopté le processus de production technique le plus avantageux. Il sera alors à même de déterminer, en fonction des raretés relatives des différents biens, c'est-à-dire de la structure des prix, la combinaison des facteurs qui lui permettra de réaliser le maximum de profit.

Avec une fonction d'utilité de type Cobb-Douglas, la demande du consommateur pour chacun des produits  $i$  est la solution du programme de maximisation suivant :

---

<sup>30</sup>Annabi N ,Cockburn J, Decaluwé B, (2003), Formes Fonctionnelles et Paramétrisation dans les MCEG, CREFA, Université Laval, Québec

$$\begin{array}{ll} \text{Max} & U = \prod C_i^{\alpha_i} \\ \text{s.c} & \sum p_i C_i = R \quad \text{avec} \sum \alpha_i = 1 \end{array}$$

avec  $R$  le revenu total, et  $C_i$  la quantité demandé du produit  $i$ . La fonction de demande de consommation de chaque bien  $i$  est:  $C_i = \alpha_i R / P_i$

Le choix d'une fonction d'utilité de type CD a d'importantes conséquences. Ainsi l'élasticité prix, l'élasticité-revenu et l'élasticité de substitution entre chaque bien ou paires de biens sont toutes égales à l'unité alors que l'élasticité-prix croisée est nulle. Malgré l'existence de ces conséquences, qui peuvent être perçue par certains comme trop fortes voire irréalistes, beaucoup d'auteurs recourent à la fonction CD du fait que son calibrage est aisé, et que son utilisation ne demande pas de fixer a priori des valeurs aux paramètres libres du modèle.

Conformément au soubassement théorique néo-classique de base, l'offre de biens et services est modélisée dans un cadre de concurrence pure et parfaite, les biens sont homogènes et les contraintes technologiques sont représentées par des fonctions de production à rendements d'échelle constants. La technologie décrite est convexe : en effet, les isoquants représentant la production sont convexes, c'est-à-dire que plus un facteur devient rare et plus il faut une compensation supplémentaire de l'autre facteur pour conserver un niveau de production constant.

La production de tout secteur est réalisée à partir de deux facteurs de production : le capital et le travail, mais également à partir des consommations intermédiaires. Alors que les consommations intermédiaires sont absorbées dans le processus productif, les facteurs de production sont des services produits par le capital et les travailleurs, ces derniers restent donc utilisables pour la période suivante (si le modèle est dynamique). Le travail est considéré parfaitement mobile, ce qui, par conséquent, entraîne une rémunération identique d'un secteur à un autre, à travail de même contenu bien entendu.

La production des entreprises résulte d'une relation entre la valeur ajoutée et les coûts, en termes de facteurs de production et de consommations intermédiaires. La modélisation traditionnelle de ce comportement revient à envisager l'output produit comme issu d'un processus complémentaire entre la valeur créée nette ou valeur ajoutée, et les consommations intermédiaires. Mathématiquement, la complémentarité est assurée par une fonction Leontief .

L'analyse du choix concurrentiel des producteurs passe par conséquent par la maximisation de leur profit sous la contrainte d'une certaine technologie de production, L'utilisation d'une fonction Cobb Douglas, mettant en exergue les facteurs travail et capital,

permet de définir la contrainte de technologie de la valeur ajoutée. Par conséquent, l'objectif du producteur revient à maximiser dans un premier temps la valeur ajoutée créée sous la contrainte d'une technologie de production convexe donnée. La résolution du problème de maximisation qui en découle permet ensuite d'extraire la demande de travail et de capital de l'entreprise représentative.

Le ménage représentatif cherchera à maximiser sa fonction d'utilité de consommation sous la contrainte de revenu disponible à cet effet. La fonction Cobb Douglas susceptible de représenter fidèlement les préférences convexes du consommateur est couramment utilisée. Cetype de fonction est utile pour décrire le comportement de consommation des ménages à court terme, le recours à d'autres formes fonctionnelles de type CES ou LES est préférable pour une analyse à long terme. Au niveau du commerce extérieur, les spécifications utilisent surtout les formes de CES pour la répartition des produits compte tenu de leur substituabilité imparfaite. Au niveau de la répartition entre demande intérieure et extérieure, les spécifications utilisent surtout les formes de CES pour la répartition des produits compte tenu de leur substituabilité imparfaite.

### **Etape 5. Le calibrage**

Par calibrage, on entend le choix des paramètres des formes fonctionnelles. Ces valeurs doivent pouvoir satisfaire le critère fondamental suivant : lorsqu'introduites dans le modèle, elles doivent permettre au modélisateur de reproduire la situation de référence, en l'occurrence les chiffres de la matrice de comptabilité sociale. L'hypothèse est que cette situation correspond à l'équilibre économique compatible avec les fonctions numérique spécifiées qui ont été retenues.

En effet, si le MEGC ne parvient pas à reproduire la situation *référence*, il peut être difficilement être considéré comme un outil avec lequel on pourra valablement étudier des changements par rapport celle-ci. Son degré de complexité est largement tributaire des types de formes fonctionnelles qui ont été adoptés à l'étape 4. A titre d'exemple, si la fonction de production est de type Cobb-Douglas à rendements d'échelle constants, l'élasticité de la production par rapport à l'utilisation de chaque facteur intrant est égale à la part relative de la rémunération de ce dernier dans la valeur totale de la production. Dans ce cas, la valeur numérique de l'élasticité peut être calculée comme le ratio de deux flux apparaissant dans la MCS : le flux de la rémunération de l'intrant et celui de la valeur totale de la production. Par contre, une telle propriété ne s'applique pas à des fonctions de production d'un autre type. La

valeur numérique de leurs paramètres devra faire l'objet d'estimation économétriques ou être « empruntée » à la littérature existante

### **Le calibrage d'une fonction Cobb-Douglas**

Dans la fonction d'utilité CD, le seul paramètre inconnu est la part budgétaire de la consommation de chaque bien dans la dépense ou la consommation totale. Étant donné le niveau du revenu, la quantité demandée et les prix, le calcul de la part budgétaire de la consommation de chaque bien dans le revenu total ou de la dépense totale de consommation est une simple inversion de l'équation de demande :  $\alpha_i = P_i C_i / R$

En normalisant les prix de chaque bien à l'équilibre initial décrit par la MCS, les  $\alpha_i$  sont égaux au rapport de la valeur de la consommation du bien  $i$  au revenu total.

### **Le bouclage du MEGC**

Les règles de fermeture du MEGC sont des conditions d'équilibre qui doivent être satisfaites mais ne sont pas prises en compte par les agents au moment de leur décision. Il s'agit, pour le modélisateur, de déterminer quelles sont les variables qui vont s'ajuster pour obtenir l'équilibre ex post. Par exemple, l'investissement peut s'ajuster au montant de l'épargne ou alors l'épargne (ou les taux d'épargne) peut s'ajuster à un investissement fixe en terme réel. Ces règles de bouclage sont essentielles car elles déterminent la manière dont l'économie va s'ajuster à la suite d'un choc exogène quelconque. Suwa (1991)<sup>31</sup> distingue quatre types de spécifications :

- *le bouclage keynésien crée la possibilité de chômage. La demande de travail devient alors endogène ;*
- *l'optique kaldorienne suppose que les facteurs ne sont pas payés à leur productivité marginale et l'équilibrage passe par une redistribution des revenus influant sur le taux d'épargne ;*
- *Johansen accorde au contraire un rôle déterminant à l'investissement ; la consommation ou l'épargne s'ajustent alors de manière résiduelle;*
- *le bouclage néo-classique donne un rôle moteur à l'épargne : l'investissement varie pour assurer l'égalité ex post.*

---

<sup>31</sup>Suwa A. (1991), Les modèles d'équilibre général calculable, Economie et prévision, n° 97, p 73.

## **Etape 6. : Reproduction de la situation de référence**

La reproduction, à l'aide du modèle, de la situation de référence, compte tenu des valeurs numériques des variables exogènes à cette situation et des valeurs numériques des paramètres résultant de l'opération de calibrage.

## **Etape 7. : L'établissement du plan des simulations ou choix des scénarios**

Ce choix est double. Il s'agira d'abord de sélectionner les variables (prix, quantité ou valeur) ou les paramètres (ratios, élasticité, etc.) du MEGC, dont on modifiera la valeur numérique dans le but de traiter plus adéquatement la problématique identifiée à l'étape 1.<sup>32</sup> Souvent, l'établissement du plan des simulations, compte tenu des choix précis qu'il implique, permet au modélisateur d'affiner la problématique elle-même telle qu'elle a été formulée à l'étape 1.

## **Etape 8. : La simulation**

Elle consiste à résoudre le MEGC avec la ou les nouvelles valeurs numériques choisies à l'étape 7 pour les variables ou paramètres qui traduisent les chocs retenus. Au terme de cette étape est obtenue la nouvelle simulation.

## **Etape 9. : L'interprétation des résultats**

Il s'agit, à cette dernière étape, de faire la comparaison la plus soignée possible de la situation de référence et de la nouvelle situation<sup>33</sup>. Il y a plusieurs façons pour effectuer une telle comparaison. La première suggestion : Un MEGC, quand il est appliqué à une économie concrète, contient en général un très grand nombre de variables. Afin de faciliter cette comparaison des deux situations, on aura intérêt ici à se concentrer sur la comparaison des valeurs numériques des variables les plus susceptibles d'être affectées par la simulation, quitte à examiner d'autres variables si cette première interprétation semble incomplète ou laisse un sentiment d'insatisfaction (Decaluwé et Al., 2001, p98). Une deuxième suggestion est

---

<sup>32</sup> A titre d'exemple, si c'est l'impact d'une plus grande libéralisation du commerce extérieur qui nous intéresse, il faudra diminuer le taux des droits des douanes à l'importation. Il s'agit ensuite de choisir l'intensité du choc qui va être introduit, par exemple, une diminution de ce taux de 10%. On peut naturellement répéter la simulation pour des intensités de choc différentes, à savoir successivement 10, 20 et 30% de diminution. On peut aussi combiner deux ou plusieurs chocs dans une même simulation, par exemple, en introduisant simultanément une baisse du taux de douane de 10% et une augmentation de 10% des subventions aux producteurs produisant des biens semblables aux biens importés. (Decaluwé et Al., 2001, p 97)

<sup>33</sup>Un MEGC, quand il est appliqué à une économie concrète, contient en général un très grand nombre de variables. Afin de faciliter cette comparaison des deux situations, on aura intérêt ici à se concentrer sur la comparaison des valeurs numériques des variables les plus susceptibles d'être affectées par la simulation, quitte à examiner d'autres variables si cette première interprétation semble incomplète ou laisse un sentiment d'insatisfaction. (Decaluwé et Al., 2001, p98)

d'examiner en priorité ce qui se passe dans les quantités lorsque le choc porte sur les prix, et inversement, d'examiner les variations de prix s'il a porté sur les quantités. En d'autres termes, s'il s'agit de l'annulation d'une subvention aux producteurs de biens alimentaires, c'est-à-dire une modification de prix, regardons d'abord les variations dans les quantités produites et consommées. En revanche, si c'est une variation du volume de la main d'œuvre disponible ou offerte qui est à la source de la simulation, voyons en premiers lieu comment ont changé les prix de la main d'œuvre, du capital et des différents biens. Au terme de l'étape 9, l'exercice de modélisation en équilibre général calculable peut être considéré comme achevé. Dans certains cas, cependant, le modélisateur serait tenté de retourner, au vu des résultats, à l'étape 7, celle du choix des plans des simulations, afin de modifier la nature ou l'intensité des chocs retenus, voire aux étapes 4 ou 5, pour modifier certaines formes fonctionnelles, ou pour changer certaines des valeurs numériques des variables ou des paramètres.

## **Conclusion**

Au terme de ce chapitre, il est montré que la construction des modèles calculables d'équilibre général (MCEG) s'appuie, en règle générale, sur une matrice de comptabilité sociale (MCS). Cette MCS décrit l'état initial de l'économie. La mise en œuvre de MCEG se base sur le principe de calibrage. En effet, un modèle est caractérisé par différentes formes fonctionnelles qui traduisent les comportements de consommation, de production, de taxation et de transferts des divers agents économiques. Le calibrage consiste donc à choisir des valeurs numériques des différents paramètres de ces fonctions qui soient compatibles avec l'équilibre de la MCS initiale.

### **Série de TD N° 2**

**Question 1 :** Etablir les liens entre la MCS et le MEG

**Exercice 1 :** Soit la MCS illustrée dans le tableau 1. Cette MCS se compose de huit comptes en colonne et huit comptes en ligne. Les différents comptes sont : (i) un secteur de production agricole (AGR-A) et un secteur non agricole (NAGR-A); (ii) un bien agricole (AGR-C) et un bien non agricole (NAGR-A); (iii) le facteur travail (LAB) et le facteur capital (KAP) et enfin (iv) le ménage rural (R-HHD) et le ménage urbain (U-HHD). Il est supposé dans cette version de la MCS que la consommation intermédiaire des entreprises est nulle et que l'autoconsommation des ménages est nulle. Chaque activité produit un seul type de bien.



**Tableau n°1. La MCS simplifiée**

	AGR-A	NAGR-A	AGR-C	NAGR-A	LAB	KAP	U-HHD	R-HHD	Total
AGR-A			125						125
NAGR-A				150					150
AGR-C							50	75	125
NAGR-A							100	50	150
LAB	62	55							117
KAP	63	95							158
U-HHD					60	90			150
R-HHD					57	68			125
<b>Total</b>	125	150	125	150	117	158	150	125	

### **Corrigé-type de la Série de TD 2**

#### **Réponse à la question 1 : établir les liens entre la MCS et le MEGC**

La MCS est le portrait d'une économie pour une année déterminée et sert ainsi de base de données et de base de construction pour le MEGC. L'année choisie pour la construction de la MCS est dite «année de référence» du MEGC. Cela signifie, qu'une fois le MEGC construit et calibré, les chocs de simulation porteront sur l'année de référence. Autrement dit, les changements de valeurs, de volumes et de prix induits par les simulations, en clair les résultats des simulations, seront calculés par rapport à ladite année.

Le choix du format de la MCS dépend étroitement des problématiques auxquelles on veut que réponde le MEGC. À titre d'exemple, si on n'est pas intéressé par le problème de la distribution des revenus, il est inutile de désagréger en détail, dans la MCS, les différentes catégories de ménages (ruraux et urbains, riches et pauvres, propriétaires et non propriétaires, etc.), comme il est superflu de comptabiliser dans le détail les flux d'impôts directs affectant les ménages comme les transferts que leur accorde l'État. Par contre, si nous voulons que le MEGC s'adresse au problème de la distribution des revenus, ces désagréations et comptabilisations détaillées devront apparaître très tôt dans la MCS, ce qui nous pousserait à dire qu'il n'y a pas nécessairement une MCS unique pour l'année de référence. Il pourrait y en avoir plusieurs, bien entendu cohérentes entre elles, selon les différentes problématiques auxquelles voudra s'adresser le modélisateur, lui-même au service des intérêts et des priorités des décideurs.

## Solution de l'exercice 1

Les colonnes de la matrice illustrée dans le tableau 1 représentent les comptes qui effectuent les dépenses au profit des comptes en ligne tandis que ces derniers représentent les comptes qui vendent ou perçoivent des revenus. Le compte AGR-A en colonne est le secteur de production agricole qui produit le bien AGR-C demandé par les ménages U-HHD et R-HHD d'un montant de 50 et 75 respectivement. La vente du bien AGR-C dégage donc une recette totale de 125 pour le compte bien en ligne AGR-C. Ce revenu est ventilé par un compte bien en colonne AGR-C comme dépense au profit du compte en ligne du secteur agricole AGR-A comme revenu de l'activité agricole d'un montant également de 125. La production du secteur utilise le travail et le capital. Les montants consacrés à l'achat de ces deux facteurs par le secteur productif agricole AGR-A en colonne sont respectivement de 62 et 63 au profit des comptes LAB et CAP en ligne comme revenus factoriels. Ces revenus factoriels sont ventilés comme dépenses par les comptes LAB et CAP en colonne au profit des comptes en ligne U-HHD et R-HHD comme revenus. En effet, ce sont les ménages qui sont détenteurs des facteurs de production et les revenus factoriels leur échoient. On constate que :

- toute la production sert au paiement des facteurs de production. La valeur de la production est égale au coût des facteurs utilisé dans le processus de production. Le profit est donc nul. Ce qui est une condition d'équilibre concurrentiel vérifiée par la MCS.
- le revenu total de chaque ménage est égal au montant des revenus factoriels engrangés. Ce qui signifie que le revenu total d'un ménage est issu de la vente des facteurs de production possédés. C'est ce revenu qui sert à financer la demande finale en biens AGR-C et NAGR-C des ménages. On constate que la valeur de la demande finale en biens d'un ménage est égale à son revenu c'est à dire la vente des facteurs possédés. La condition d'équilibre du budget est donc vérifiée.
- la production (l'offre) est égale à la demande finale (demande). Ceci constitue une contrainte sur le marché des biens AGR-C et NAGR-C.
- En supposant que l'offre totale disponible de travail dans l'économie est le total du compte ligne LAB, on constate que la somme des demandes en facteur travail de chaque secteur est égale à l'offre disponible ( $62+55=117$ ). Il en est de même pour le capital CAP. Cette égalité est la contrainte sur le marché du travail et du capital.

## Chapitre 3 : Le MEGC en économie fermée sans Etat ou modèle AUTA

### Introduction

Ce présent chapitre offre le cadre méthodologique de la construction d'un MEGC pour une économie fermée sans gouvernement (c'est-à-dire une économie en autarcie d'où le nom du modèle « AUTA»). Il s'appuie sur une méthodologie mise au point par Décaluwé et al. (2001), et illustre la flexibilité de cette méthodologie pour simuler le comportement d'une économie comportant trois branches de production, trois catégories de produits, différentes institutions, et deux catégories de facteurs de production.

Etant illustrative d'une méthode de construction, ce chapitre n'épuise pas l'éventail des possibilités offertes par la méthodologie mise au point. Il permettra toutefois à l'étudiant de s'intéresser à la procédure de construction tenant compte des caractéristiques structurelles pour la définition de politiques économiques appropriées.

### Section 1. Structure fonctionnelle et MCS du modèle AUTA

Le modèle d'une économie fermée sans gouvernement comporte trois branches d'activité (agriculture, industrie et services), chacune produisant un seul bien, deux facteurs de production (main d'œuvre et capital), la main d'œuvre étant supposée parfaitement mobile entre les activités production, le capital étant spécifique<sup>34</sup> à chacune d'elle, et trois agents (ménages salariés, ménages capitalistes et entreprises). Le modèle AUTA considère que les branches d'activité utilisent non seulement non seulement des facteurs de production, mais aussi des produits intermédiaires. En outre, les ménages affectent seulement une partie de leur revenu à l'achat de produits de consommation, le reste constituant leur épargne. Les entreprises épargnent également. Le modèle étant statique, l'investissement généré par cette épargne ne joue cependant aucun rôle dans la détermination du niveau de production car n'affectant pas les stocks de capital des activités.

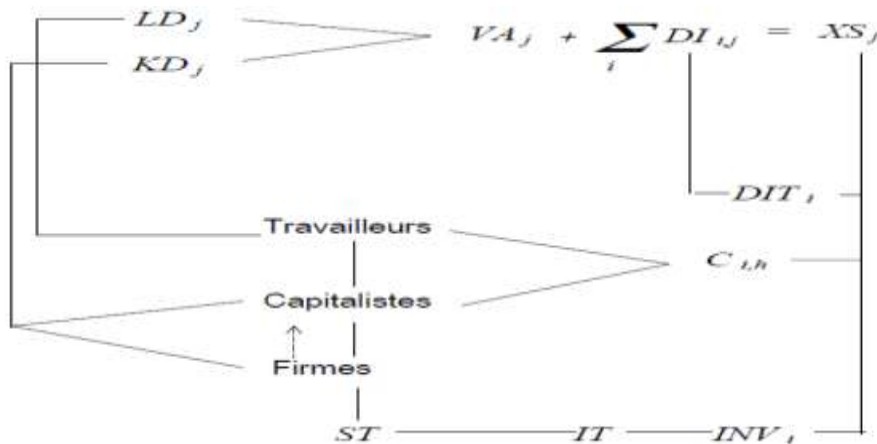
Le niveau de la production dépend essentiellement des dotations en facteurs. L'investissement apparaît ici simplement comme une composante de la demande finale, à côté de la consommation privée. Le modèle est construit pour évaluer l'impact d'une augmentation de

---

<sup>34</sup>Le facteur capital est immobile entre les activités production

10%, successivement, dans la dotation de la main d'œuvre, pour l'ensemble de l'économie, et dans la dotation initiale du capital spécifique à la branche d'activité de la production services.

**Figure 3.1. Le schéma fonctionnel des flux financiers dans le modèle AUTA**



Le schéma fonctionnel des flux financiers présenté ci-dessus peut être résumé de la manière suivante : Pour produire, les branches de production utilisent en plus de facteurs de production, les produits intermédiaires. Les ménages travailleurs tirent l'essentiel de leur revenu des salaires versés tandis que les ménages capitalistes de la part de dividendes distribuées par les firmes et de la rémunération du facteur capital. Les ménages affectent une partie de leurs revenus à la consommation et l'autre partie restante constitue leur épargne. Les firmes aussi épargnent. La somme totale de l'épargne mobilisée au sein de cette économie équivaut à l'investissement total lequel constitue une composante de la demande finale au même titre que la consommation privée et la demande intermédiaire. L'ensemble de ces flux financiers peuvent être représenté dans tableau illustrant la matrice de comptabilité sociale. C'est l'objet du point suivant.

La MCS d'une économie en autarcie :

Cette matrice comprend neuf comptes : deux comptes de facteurs de production (travail et capital), trois comptes d'agents (ménages travailleurs, ménages capitalistes et les entreprises), trois comptes de branches de production (Agriculture, Industrie et Services) et un compte d'accumulation.

Tableau 3.1 : la MCS d'une économie en autarcie

Recettes → Dépenses ↓	FACTEURS		AGENTS			BRANCHES PRODUCTIVES			ACC.	TOTAL
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	(1 à 9)
1. Main d'œuvre						$SL_A$	$SL_I$	$SL_S$		$SL$
2. Capital						$RK_A$	$RK_I$	$RK_S$		$RK$
3. Ménages salariés	$SL$									$YM_{HS}$
4. Ménages capitalistes		$RK_{HK}$			$DIV$					$YM_{HK}$
5. Entreprises		$RK_F$								$YE$
6. Agriculture			$VC_{HS}$	$VC_{HK}$		$CI_{AA}$	$CI_{AI}$	$CI_{AS}$	$IV_A$	$VX_A$
7. Industrie			$VC_{HS}$	$VC_{HK}$		$CI_{IA}$	$CI_{II}$	$CI_{IS}$	$IV_I$	$VX_I$
8. Services			$VC_{HS}$	$VC_{HK}$		$CI_{SA}$	$CI_{SI}$	$CI_{SS}$		$VX_S$
9. Accumulation			$SM_{HS}$	$SM_{HK}$	$SE$					$ST$
TOTAL (1 à 9)	$SL$	$RK$	$YM_{HS}$	$YM_{HK}$	$YE$	$VX_A$	$VX_I$	$VX_S$	$IT$	

$i, j \in \{A, I, S\}$  Branches productives et produits ( $A$ : agriculture,  $I$ : industrie,  $S$ : services)  
 $h \in \{HS, HK\}$  Ménages ( $HS$ : ménages salariés,  $HK$ : ménages capitalistes)

$CI_{i,j}$  Consommation intermédiaire en produit  $i$  par la branche  $j$   
 $DIV$  Dividendes payés aux capitalistes  
 $IT$  Investissement total  
 $IV_i$  Investissement en produit  $i$   
 $RK_E$  Rémunération du capital versée aux entreprises  
 $RK_{HK}$  Rémunération du capital versée aux ménages capitalistes  
 $RK_j$  Rémunération du capital par la branche  $j$   
 $RK$  Rémunération du capital total  
 $SE$  Épargne des entreprises  
 $SL_j$  Masse salariale de la branche  $j$   
 $SL$  Masse salariale totale payée aux ménages salariés  
 $SM_h$  Épargne du ménage  $h$   
 $ST$  Épargne totale  
 $VC_{i,h}$  Valeur de la consommation du ménage  $h$  en produit  $i$   
 $VX_j$  Production de la branche  $j$  (au coût des facteurs)  
 $YE$  Revenu des entreprises  
 $YM_h$  Revenu du ménage  $h$

La MCS chiffrée du modèle AUTA est représentée dans le tableau ci –après

**Tableau 3.2 : La MCS chiffrée du modèle AUTA**

	Facteurs		Agents			Branches productives			Acc.	Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1. Travail						5760	7560	15540		28800
2. Capital						1440	11340	5720		18500
3. Ménages Salariés	28800									28800
4. Ménages capitalistes		11100			1900					13000
5. Entreprises		7400								7400
6. Agriculture			4329	650		120	2526.9	275.5	1098.6	9000
7. Industrie			11544	3900		1544	21709.1	5815.5	9887.4	54 400
8. Services			10101	5850		136	11264	3349		30 700
9. Accumulation			2886	2600	5500					10 986
Total	28800	18500	28800	13000	7400	9000	54400	30700	10986	

La cohérence interne est garantie par le fait que, pour chaque compte, le total de la ligne est identique à celui de la colonne. Cependant, pour ce qui est de la cohérence externe, il nous faudra plutôt vérifier la cohérence de l'équilibre macroéconomique au sein de cette matrice. Pour ce faire, nous devons vérifier que ces équilibres sont tenus :  $Y = C + IT$  ou encore que  $IT = S$  avec  $Y$  produit intérieur brut ;  $C$  : consommation privée ;  $IT$  : investissement et  $S$  : épargne privée. On peut vérifier que :  $Y(47\ 360) = C(36\ 374) + IT(10\ 986)$  ou  $IT(10\ 986) = S(10\ 986)$ .

La lecture approfondie de la MCS du modèle AUTA est détaillée dans la série de TD N°3(voir exercice 1).

## **Section 2 : Construction et Résolution du modèle AUTA**

Pour construire notre modèle, nous allons nous référer aux différentes étapes du chapitre 2 (étapes 4 et 5).

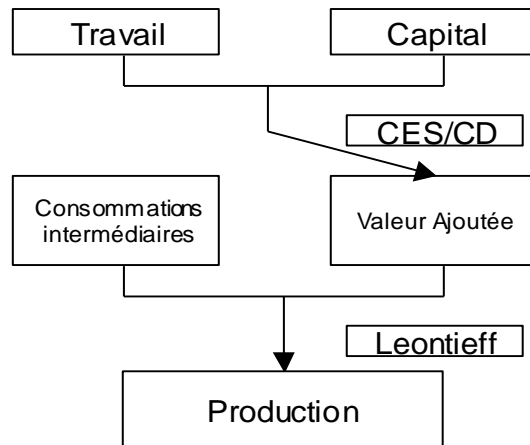
### **2.1 Les formes fonctionnelles**

Le choix des formes fonctionnelles est dicté par différents facteurs. D'une manière générale, la fonction choisie doit être continue et de degré zéro, et doit donner lieu à un système de demande en conformité avec la loi de Walras (Shoven et Whalley, 1984). En outre, le choix

des fonctions de comportement dépend de caractéristiques des branches de production voire des produits étudiés et reflètent dans la plupart des cas, les choix personnels du modélisateur

### 2.1.1. Le bloc de production

De ce qui précède, et compte tenu des caractéristiques de la matrice AUTA voire des hypothèses du modèle AUTA à savoir : les facteurs de production sont substituables dans la détermination de la valeur ajoutée, suivant une spécification de type Cobb douglas (équation 1) ; l'existence d'une parfaite complémentarité à la Leontief entre d'une part, les intrants intermédiaires, et d'autre part, entre ces derniers et l'ensemble des facteurs de production, ou valeur ajoutée (équations 2, 3 et 4). L'équation 6, celle de la demande de la main d'œuvre est obtenue en maximisation le profit total.



Les hypothèses suivantes ont été retenues pour caractériser le processus de production de chacune des trois branches d'activité :

- **les facteurs** de production **sont substituables dans la détermination de la valeur ajoutée** selon une spécification de type Cobb douglas, c'est-à-dire à élasticité de substitution technique unitaire entre facteurs et où les rendements d'échelle sont constants.
- il existe une **parfaite complémentarité de type Leontief**, c'est-à-dire à élasticité de substitution technique nulle, entre d'une part, les intrants intermédiaires, et, d'autre part, entre ces intrants et l'ensemble des facteurs de production, ou valeur ajoutée.

Moyennant  $i (= j)$ , indice de branche d'activité et de produit, avec 1 = agriculture, 2 = industrie, 3 = services, et compte tenu des hypothèses retenues pour le processus de production, les équations constituant le bloc de la production sont écrites comme suit :

$$VA_j = A_j LD_j^{\alpha_j} KD_j^{1-\alpha_j} \dots\dots\dots(1)$$

$VA_j$ : valeur ajoutée de la branche d'activité j ( volume)

$LD_j$ : demande de main d'œuvre de la branche d'activité j ( volume)

$KD_j$ : demande de capital de la branche d'activité j ( volume)

$A_j$ : constante de niveau de la valeur ajoutée de la branche d'activité j ( $> 0$ )

$\alpha_j$ : élasticité de la valeur ajoutée de la production de la branche d'activité j par rapport à l'utilisation de la main d'œuvre

$1-\alpha_j$ : élasticité de la valeur ajoutée de la production de la branche d'activité j par rapport à l'utilisation du capital.

$$XS_j = \frac{VA_j}{v_j} \dots\dots\dots(2)$$

$XS_j$ : production de la branche d'activité j ( volume)

$v_j$ : coefficient de valeur ajoutée de la production de la branche d'activité j

$$CI_{ij} = i o_j XS_j \dots\dots\dots(3)$$

$CI_j$ : Consommation intermédiaire de la branche d'activité j ( volume)

$i o_j$ : volume d'intrants intermédiaires nécessaire à la production d'une unité de la branche d'activité j ( j = 1,2,3)

$$DI_{ij} = a_{ij} i,j CI_j \dots\dots\dots(4)$$

$DI_{ij}$ : demande de la branche j en intrant intermédiaire i (volume)

$a_{ij} i,j$ : volume de l'intrant intermédiaire i ( i=1,2,3) par unité de demande intermédiaire de la branche d'activité j ( j=1,2,3) ( $0 \leq a_{ij} \leq 1$ ).

$$DIT_i = \sum_j a_{ij} i,j CI_j \dots\dots\dots(5)$$

$DIT_i$ : total de la demande intermédiaire de l'économie en intrant i

La demande de main d'œuvre de la branche d'activité j, qui maximise le profit total, est donnée par :

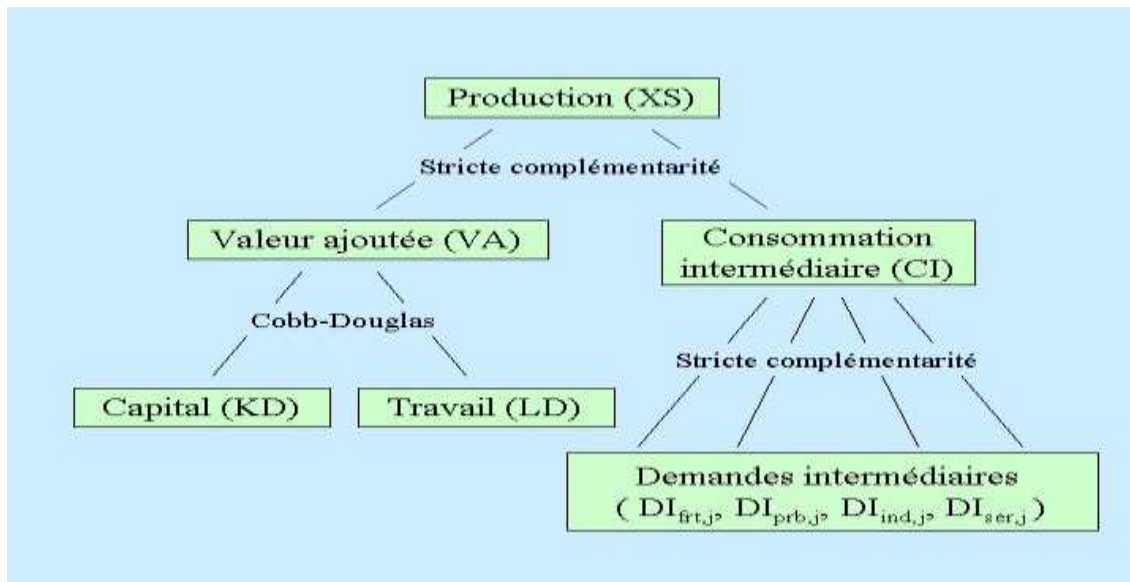
$$LD_j = \frac{\alpha_j PV_j VA_j}{S} \dots\dots\dots(6)$$

$PV_j$ : prix de la valeur ajoutée de la branche d'activité j ;

$S$ : salaire



La structure de la fonction de production est représentée au graphique ci-après, compte tenu des hypothèses sous-jacentes aux équations (1,2.....6).



### 2.1.2 Le bloc revenu- épargne

Le deuxième bloc est celui regroupant les équations sur le revenu et l'épargne. Se référant au schéma sur les flux financiers et par conséquent, à la matrice de comptabilité sociale, nous pouvons constater que le ménage salarié tire l'essentiel de son revenu de la rémunération de son travail (équation 7).

Le revenu des firmes n'est rien d'autre que le revenu du capital diminué de la part allouée au ménage capitaliste (équation 9). Les équations 8 et 10 sont respectivement, l'épargne des ménages et celle des firmes.

$$YM_{hs} = S \sum LD_j \dots \dots \dots (7)$$

Les ménages capitalistes ont deux sources de revenus : d'une part, les intérêts et dividendes que leur paient les entreprises et, d'autre part, ceux des revenus du capital gagnés par les entrepreneurs individuels. Ceux-ci faisant partie desdits ménages. Le revenu des ménages capitalistes est donné par l'équation (8).

$$YM_{hk} = \lambda \sum_j r_j KD_j + DIV \dots \dots \dots (8)$$

$YM_{hk}$  : Le revenu des ménages capitalistes (valeur)

$DIV$  : revenus du capital (intérêts et dividendes) distribués par les entreprises ménages capitalistes (valeur)

$r_j$  : rendement du capital de la branche d'activité j

$\lambda$  : part des revenus du capital allant aux ménages capitalistes ayant une activité d'entrepreneurs individuels ( $0 \leq \lambda \leq 1$ )

Les revenus du capital restant aux entreprises sont, en conséquence :

$$YE = (1 - \lambda) \sum_j r_j K D_j \dots \dots \dots (9)$$

$YE$  : revenus du capital aux entreprises (valeur) $\psi\Psi$

L'épargne des deux catégories de ménages est données par :

$$SM_h = \psi_h Y M_h \dots \dots \dots (.10)$$

$SM_h$  : épargne des ménages de la catégorie h (valeur)

$\psi_h$  : propension marginale à épargner (égale ici à la propension moyenne) des ménages de la catégorie h ( $0 \leq \psi_h \leq 1$ )

L'épargne des entreprises est donnée, quant à elle, par :

$$SE = YE - DIV \dots \dots \dots (11)$$

$SE$  : épargne des entreprises (valeur)

### 2.1.3 Le bloc demande finale

Considérons le bloc de la demande finale composé de la consommation des ménages (équation 11), de la demande d'investissement en produit de la branche i (équation 12). De l'équation 11 : il est supposé que chacune des deux catégories consommateurs a une fonction d'utilité de type Cobb douglas. Ainsi donc, les fonctions de demande qui maximisent leurs utilités respectives sont données par l'équation 12.

$$C_{i,h} = \frac{\gamma_{i,h} Y M_h}{P_i} \dots \dots \dots (12)$$

$C_{i,h}$  : consommation de la catégorie de ménage h en produit de la branche d'activité i

$\gamma_{i,h}$  : part budgétaire allouée par la catégorie de ménage h à la consommation du produit i ( $0 \leq \gamma_{i,h} \leq 1$ )

La demande d'investissement en différents produits est donnée par :

$$INV_i = \frac{\mu_i IT}{P_i} \dots \dots \dots (13)$$

$INV_i$  : demande d'investissement en produit

$IT$  : Investissement total du pays

$\mu_i$  : part en valeur du produit i dans l'investissement total du pays ( $0 \leq \mu_i \leq 1$ )

#### 2.1.4 Le bloc des prix

Le bloc des prix est composé de : prix de la valeur ajoutée (équation 14) et du taux de rendement du capital de la branche j (équation 15).

$$PV_j = \frac{P_j X S_j - \sum_i P_i D I_{i,j}}{VA_j} \dots\dots\dots(14)$$

$$r_j = \frac{PV_j VA_j - s LD_j}{KD_j} \dots\dots\dots(15)$$

#### 2.1.5 Les équations d'équilibre

Les conditions sont entre autres : l'équilibre sur le marché des produits (équation 16), l'équilibre sur le marché de travail (équation 17) et l'équilibre de l'investissement et des épargnes (équation 18). Le facteur capital étant spécifique à chaque branche, le marché de ce facteur n'existe pas.

$$X S_j = D I_i + \sum_h C_{i,h} + I N V_i \dots\dots\dots (16)$$

$$L S = \sum_h L D_j \dots\dots\dots(17)$$

$$I T = \sum_h S M_h + S E \dots\dots\dots(18)$$

#### 2.2 Existence de la solution

Le modèle AUTA comprend 50 équations et 55 variables (voir l'annexe 1 donnant la présentation mathématique du modèle AUTA). Pour que ce système puisse avoir une solution, on doit rendre exogènes cinq variables, de manière à n'avoir que 50 équations et 50 variables endogènes. Cependant, le fait d'obtenir cette égalité ne garantit pas l'existence de la solution. Autrement dit, c'est une condition nécessaire mais pas suffisante.

On appelle variable endogène une variable dont la valeur est calculée par le modèle. Les autres variables, pour lesquelles il n'est pas toujours possible d'associer un comportement, sont déterminées « à l'extérieur » du modèle et sont qualifiées d'exogènes.

Parmi les variables exogènes, il convient de distinguer les variables instrumentales de politique économique ou variables de politique économique et les variables non contrôlées ou variables cibles. Les premières traduisent des décisions de politique économique : il peut s'agir par exemple des dépenses de l'Etat, des taux d'imposition, du salaire minimum pour certaines branches d'activités, etc... Les secondes, au contraire, échappent totalement au contrôle des autorités. C'est le cas en particulier des variables décrivant d'environnement extérieur comme, par exemple, le taux de change du dollar, la demande mondiale, les taux d'intérêt mondiaux, etc.

La détermination des variables exogènes, pour un modèle donné, est relative à l'objectif poursuivi par l'étude voire aux hypothèses qui sous tendent ce modèle. Ces variables sont d'une grande utilité notamment dans les simulations.

De manière générale, si le système comprend  $N$  équations, alors nous n'avons que  $N - 1$  équations indépendantes. Ceci veut dire que nous pouvons espérer résoudre le système pour  $N - 1$  variables. Mais nous savons que le nombre de variables inconnues est égal à  $N$ . Nous devons donc éliminer une variable si nous souhaitons obtenir une solution du système. On peut par exemple éliminer une des variables prix en lui attribuant une valeur arbitraire et en exprimant toutes les autres variables comme des rapports à ce prix. Nous aurons alors une solution dans laquelle les valeurs obtenues dépendront de la valeur choisie arbitrairement comme numéraire. Compte tenu de ce qui précède, nous aurons 50 équations, dont 49 indépendantes, et 55 variables.

De ce fait, nous avons exogénéisé 6 variables dont une considérée comme le numéraire du système en l'occurrence le prix de produit agricole.

Les variables exogènes sont : l'offre de travail (LS), le capital spécifique à chacune des branches ( $KD_1$ ,  $KD_2$ ,  $KD_3$ ), les revenus du capital distribués par les entreprises aux ménages capitalistes (DIV), et le prix de la production agricole ( $P_1$ ), le produit agricole étant ici le numéraire du système. Les valeurs numériques retenues pour les variables exogènes sont celles que l'on trouve dans la MCS AUTA du tableau 2.  $P_1$  ayant été posé égale à l'unité.

Les flux de la MCS AUTA peuvent être vus comme étant indifféremment des volumes ou des valeurs, ce qui signifie qu'à la situation de référence, tous les prix sont égaux à un. En effet, la MCS AUTA donne des équilibres comptables (ex post) qui sont à la fois des équilibres physiques (en volume), des équilibres en valeur. La raison en est que la situation de référence est le fruit de l'observation, sous la forme d'une collecte de données, d'une économie pour une période donnée. Cette remarque est valable pour les valeurs numériques des paramètres retenues pour le modèle AUTA. Celles-ci ont été calculés comme des ratios de flux de la matrice AUTA et peuvent être vues, en conséquence, comme étant, à la situation de référence, indifféremment des ratios de volumes ou de valeurs ( Décaluwé et al, 2001, p 147).

### **2.3. Calibrage ou choix des valeurs numériques des paramètres**

Le calibrage consiste à choisir des valeurs numériques des différents paramètres et coefficients du modèle, qui soient compatibles avec l'équilibre de la MCSAUTA. Pour le modèle AUTA, les valeurs numériques de tous les coefficients et paramètres sont calculés. Ce modèle ne

comporte pas des paramètres libres c'est-à-dire ceux dont les valeurs numériques auraient été choisies sur la base d'informations extérieure à la matrice de comptabilité sociale. Pour les détails sur les valeurs numériques des variables exogènes et des paramètres du modèle AUTA, lire à cet effet l'exercice 1 de la série de TD N°3. Cet exercice est tiré d l'ouvrage de Décaluwé et al. (2001, pages 146-149).

## **2.4 Résolution du modèle AUTA**

La préoccupation majeure dans ce point, compte tenu des valeurs numériques des variables exogènes et des paramètres résultant de l'opération de calibrage, est de reproduire la situation de référence, c'est-à-dire l'état initial de l'économie représenté par la MCSAUTA. Si tel est le cas, on dira que le modèle est bon (ou encore le modèle a tourné) et qu'il est prêt pour les simulations. Sinon, il faudrait revoir l'opération de calibrage. La résolution du modèle et la vérification s'il sera capable de reproduire la situation de référence se fera, en utilisant le logiciel GAMS. Pour les détails sur la résolution du modèle AUTA sous GAMS, lire à cet effet le cours disponible sur le site du groupe MEGC<sup>35</sup> et le cours de Véronique Robichaud « *modèle Auta économie fermée, sans gouvernement, cours de modélisation en équilibre général calculable*<sup>36</sup>.

## **Conclusion**

Construire un modèle d'équilibre général calculable de type AUTA, c'est écrire et résoudre un ensemble d'équations simultanées sensées décrire le comportement des agents économiques (les ménages et les entreprises). Les données nécessaires à cet exercice sont contenues dans la matrice de comptabilité sociale. Quant aux flux, économiques, ils retracent la production et la distribution des revenus. Une fois le modèle capable de rendre compte des données de l'année de référence, il peut être utilisé à des fins de simulation de réformes économiques et sociales ainsi qu'à des fins de prévision. Dans le programme GAMS, la construction du modèle consiste en la saisie des données de référence, en la définition et déclaration des équations et de leurs variables et enfin en la résolution proprement dite du modèle et la présentation des résultats obtenus dans EXCEL pour exploitation judicieuse dans l'analyse des politiques surtout en relation avec la problématique de la création et de la distribution du revenu.

---

<sup>35</sup>Disponible sur <http://www.groupemegc.com/modules/module-v-cas-pratiques-de-megc/cas-3-modele-auta>

<sup>36</sup> Disponible sur [https://www.pep-net.org/sites/pep-net.org/files/Modele\\_AUTA-FR.pdf](https://www.pep-net.org/sites/pep-net.org/files/Modele_AUTA-FR.pdf)

## Annexe 1 : Présentation mathématique du modèle AUTA

A . Equations	Nombre
<b>Production</b>	
$VA_j = A_j LD_j^{\alpha_j} KD_j^{1-\alpha_j}$	3
$XS_j = \frac{VA_j}{v_j}$	3
$CI_{ij} = i_{oj} XS_j$	3
$DI_{ij} = a_{ij} CI_j$	9
$DIT_i = \sum_j a_{ij} CI_j$	3
$LD_j = \frac{\alpha_j PV_j VA_j}{S}$	3
<b>Revenu et épargne</b>	
$YM_{hs} = S \sum LD_j$	1
$YM_{hk} = \lambda \sum_j r_j KD_j + DIV$	1
$YE = (1 - \lambda) \sum_j r_j KD_j$	1
$SM_h = \psi_h YM_h$	2
$SE = YE - DIV$	1
<b>Demande finale</b>	
$C_{i,h} = \frac{\gamma_{i,h} YM_h}{P_i}$	6
$INV_i = \frac{\mu_i IT}{P_i}$	3
<b>Prix</b>	
$PV_j = \frac{P_j XS_j - \sum_i P_i DI_{i,j}}{VA_j}$	3
$r_j = \frac{PV_j VA_j - s LD_j}{KD_j}$	3
<b>Equilibre</b>	
	3

$XS_j = DIT_i + \sum_h C_{i,h} + INV_i$	1
$LS = \sum_h LD_j$	1
$IT = \sum_h SM_h + SE$ .....	50
<b>Total</b>	

## B- Variables endogènes

	<b>Nombre de variables</b>
$C_{i,h}$ :	Consommation du ménage $h$ en produit $i$ (volume) 6
$CI_j$ :	Consommation intermédiaire totale de la branche $j$ (volume) 3
$DI_{i,j}$ :	Demande intermédiaire pour le produit $i$ par la branche $j$ (volume) 9
$DIT_i$ :	Demande intermédiaire pour le produit $i$ (volume) 3
$INV_i$ :	Demande d'investissement pour le produit $i$ (volume) 3
$IT$ :	Investissement total 1
$LD_j$ :	Demande de travail par la branche $j$ (volume) 3
$P_i$ :	Prix au producteur du produit $i$ 3
$PV_j$ :	Prix de la valeur ajoutée dans la branche $j$ 3
$r_j$ :	Taux de rendement du capital dans la branche $j$ 3
$s$ :	Taux de salaire 1
$SE$ :	Épargne des entreprises 1
$SM_h$ :	Épargne du ménage $h$ 2
$VA_j$ :	Valeur ajoutée de la branche $j$ (volume) 3
$XS_j$ :	Production de la branche $j$ (volume) 3
$YE$ :	Revenu des entreprises 1
$YM_h$ :	Revenu du ménage $h$ 2
	<b>Total: 50</b>

## C-VARIABLES EXOGENES

	<b>Nombre de variables</b>
$DIV$ :	Dividendes payés aux ménages capitalistes 1
$KD_j$ :	Demande de capital par la branche $j$ (volume) 3
$LS$ :	Offre totale de main d'œuvre (volume) 1
	<b>Total: 5</b>

## D-PARAMETRES

$A_j$ :	Coefficient d'échelle (fonction Cobb-Douglas)
$\alpha_j$ :	Élasticité (fonction Cobb-Douglas)
$a_{ij_{i,j}}$ :	Coefficients entrées-sorties
$\gamma_{i,h}$ :	Part (en valeur) du produit $i$ dans la consommation totale du ménage $h$
$io_j$ :	Coefficient technique (fonction Leontief)
$\lambda$ :	Part de la rémunération du capital versée aux ménages capitalistes
$\mu_j$ :	Part (en valeur) du produit $i$ dans l'investissement total
$\psi_h$ :	Propension à épargner du ménage $h$
$v_j$ :	Coefficient technique (fonction Leontief)

## F-ENSEMBLES

$i, j \in I = \{AGR, IND, SER\}$	Branches et produits ( <i>AGR</i> : agriculture, <i>IND</i> : industrie, <i>SER</i> : services)
$h \in H = \{HS, HK\}$	Ménages ( <i>HS</i> : ménages salariés, <i>HK</i> : ménages capitalistes)



## Série TD N° 3

### Exercice 1 :

Interpréter les lignes et les colonnes de la MCS du modèle AUTA représentée dans le tableau ci-après :

	Facteurs		Agents			Branches productives			Accum.	Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1. Travail						5760	7560	15540		28800
2. Capital						1440	11340	5720		18500
3. Ménages Salariés	28800									28800
4. Ménages capitalistes		11100			1900					13000
5. Entreprises		7400								7400
6. Agriculture			4329	650		120	2526.9	275.5	1098.6	9000
7. Industrie			11544	3900		1544	21709.1	5815.5	9887.4	54 400
8. Services			10101	5850		136	11264	3349		30 700
9. Accumulation			2886	2600	5500					10 986
Total	28800	18500	28800	13000	7400	9000	54400	30700	10986	

### Exercice 2

En se basant sur les données de la MCS du modèle AUTA, calibrer les paramètres suivants :

1. l'élasticité ( $\alpha$ ) de la valeur ajoutée de la production de la branche d'activité  $j$  par rapport à l'utilisation de la main d'œuvre ( $j=1,2,3$ )
2. la constante de niveau ( $A_j$ )  $\alpha$  de la valeur ajoutée de la branche d'activité  $j$  ( $j=1,2,3$ )
3. le coefficient de la valeur ajoutée ( $\nu$ ) de la production de la branche d'activité  $j$
4. volume de l'intrants intermédiaire  $i$  ( $i=1,2,3$ ) par unité de demande intermédiaire de la branche d'activité  $j$  ( $j=1,2,3$ )
5. volume d'intrants intermédiaires ( $i_0$ ) nécessaire à la production d'une unité de la branche d'activité  $j$
6. la part des revenus du capital ( $\lambda$ ) allant aux ménages capitalistes ayant une activité d'entrepreneurs individuels
7. la part budgétaire ( $\Upsilon$ ) allouée par les Ménages Salariés à la consommation du produit  $i$  ( $i=1,2,3$ )
8. la part budgétaire allouée par les Ménages capitalistes à la consommation du produit  $i$  ( $i=1,2,3$ )
9. la propension moyenne à épargner des ménages salariés
10. la propension moyenne à épargner des ménages capitalistes
11. la part en valeur du produit  $i$  ( $i=1,2,3$ ) dans l'investissement total du pays

**Exercice 3** : Soit la MCS du MRGC AUTA illustrée dans le tableau suivant :

	Facteurs		Agents			Branches productives			Acc.	Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1. Travail						300	100	200		600
2. Capital						100	150	100		350
3. Ménages Salariés	600									600
4. Ménages capitalistes		210			70					280
5. Entreprises		140								140
6. Agriculture			162	21		50	150	90	27	500
7. Industrie			108	84		20	150	90	173	625
8. Services			270	105		30	75	120		600
9. Accumulation			60	70	70					200
Total	600	350	600	280	140	500	625	600	200	

Travail à faire

- donner la structure générale d'un code GAMS
- Expliquer la procédure de programmation du MRGC de type AUTA dans GAMS

### Corrigé-type de la Série de TD 3

#### Réponse I

La MCS de l'économie en autarcie et sans Etat, ou matrice AUTA, est donnée au tableau 1. On y trouve neuf comptes numérotés de 1 à 9 : deux comptes de facteurs de production (main d'œuvre et capital), trois comptes d'agents (Ménages Salariés, Ménages capitalistes et entreprises, les ménages capitalistes comprenant des entrepreneurs individuels et des rentiers, les entreprises étant des sociétés de droit), trois comptes de branches d'activité de production (agriculture, industrie et services) et un compte d'accumulation.

Commençons la lecture de la MCS par l'interprétation des comptes 6 à 8 des branches d'activité de production.

La colonne du compte 6 (agriculture) donne le détail du coût de production agricole. L'agriculture paie 5760 de salaires ( $t_{1,6}$ ) et 1440 de revenus de capital ( $t_{2,6}$ ), ces derniers comprenant essentiellement des profits et des intérêts. La somme des salaires et des revenus de capital, soit ici 7200, constitue la valeur ajoutée de la branche d'activité. Elle achète aussi des produits intermédiaires. Elle les achète à elle-même pour un montant de 120 ( $t_{6,6}$ ) (principalement des semences, du fourrage et des engrais naturels), à l'industrie pour 1544 ( $t_{7,6}$ ) (engrais chimiques, produits phytosanitaires, aliments fabriqués destinés au bétail) et à la branche des services pour 136 ( $t_{8,6}$ ) (commerce, transport reparations, services financiers). Le total de la

colonne de compte 6 donne ainsi le cout total de la production agricole, soit 9000. Cette valeur de la production se retrouve comme total de la ligne du même compte, la lecture de cette dernière donnant la ventilation de la production agricole entre ses différentes utilisations. L'agriculture vend une partie de sa production sous la forme de produits de consommation (fruits frais, volailles, lait non pasteurisé) aux ménages salariés et aux ménages capitalistes pour respectivement 4329 ( $t_{6,3}$ ) 650 ( $t_{6,4}$ ). Elle vend 120 de produits intermédiaires à elle-même ( $t_{6,6}$ ), 2526.9 à l'industrie ( $t_{6,7}$ ) 5 des fruits et légumes aux conserveries, des céréales aux minoteries et semouleries, de la canne à sucre aux raffineries) et 275.5 ( $t_{6,8}$ ) (par exemple, du bois de chauffage aux petits réparateurs). La dernière utilisation des produits agricoles, d'un montant de 1098,6 ( $t_{6,9}$ ) est de l'accumulation, c'est dire de la formation de capital, il faut le préciser, en bien agricoles. Il s'agit de l'accroissement des terres arables, lorsque l'extension de la surface cultivable est le fruit du travail des paysans, de l'augmentation du cheptel, qui sont de la formation de capital fixe, ainsi que de l'accroissement des stocks d'inventaires en produits agricoles, comme les céréales.

La lecture des comptes 7 et 8 est strictement analogue à celle du compte 6. La sous-matrice carrée formée par les intersections des lignes et colonnes 6 à 8 représente la matrice des échanges interactivités, conçue par Leontief.

La rémunération totale des travailleurs versée par les trois branches d'activités correspond au total de la ligne du compte 1(main d'œuvre), soit 28860. Dans la colonne du compte, apparait la distribution de ce montant dans l'économie : dans notre exemple, l'entièreté des salaires va aux Ménages Salariés ( $t_{3,1}$ ). La somme des revenus du capital qui furent payés correspond au total de la ligne du compte 2 (capital), soit 18500. La lecture de la colonne du compte donne la ventilation de la distribution de ces revenus : 11100 vont aux ménages capitalistes ( $t_{4,2}$ ), il s'agit des revenus d'exploitation des entrepreneurs individuels, tandis que 7400 vont aux entreprises ( $t_{5,2}$ ), ce dernier montant correspondant aux profits réalisés par les sociétés avant leur distribution sous la forme de dividendes. Le revenu total des ménages salariés (total de la ligne du compte 3) est de 28860. La colonne 3 donne le détail de l'affectation de ce montant. Les ménages salariés achètent des produits de consommation ( $t_{6,3}$ ,  $t_{7,3}$ ,  $t_{8,3}$ ). La différence entre leur revenu et le total de leur consommation, soit 2886 ( $t_{9,3}$ ) est leur épargne courante, c'est-à-dire de l'année, celle-ci constituant une recette du compte d'accumulation ou compte 9, à savoir une source de financement de l'investissement de la nation. Le revenu total des entreprises (total de la ligne du

compte 5) est de 7400. On trouve dans la colonne du compte 5 l'affectation de ces 7400 : 1900 sont distribués, sous la forme de dividendes aux ménages capitalistes ( $t_{4,5}$ ), le reste, soit 5500 ( $t_{9,5}$ ), constituant l'épargne des entreprises ou profits non distribués, laquelle est une source additionnelle de financement de l'investissement. Finalement, le total des revenus des ménages capitalistes (total de la ligne du compte 4) est 13000, ceci comprenant les revenus des entrepreneurs individuels ( $t_{4,2}$ ) et les dividendes distribués par les sociétés ( $t_{4,5}$ ). L'affectation de ces 13000 est donnée dans la colonne 4. Comme les salariés, les ménages capitalistes achètent des produits de consommation ( $t_{6,4}$ ,  $t_{7,4}$ ,  $t_{8,4}$ ). Comme eux, ils dégagent une épargne. Celle-ci est de 2600 ( $t_{9,4}$ ) et constitue, dans cette économie, la troisième et dernière source de financement de l'investissement. Ce ci clôt la lecture de la matrice AUTA.

La cohérence interne est garantie par le fait que, pour chaque compte, le total de la ligne est identique à celui de la colonne. Cependant, pour ce qui est de la cohérence externe, il nous faudra plutôt vérifier la cohérence de l'équilibre macroéconomique au sein de cette matrice. Pour ce faire, nous devons vérifier que ces équilibres sont tenus :  $Y = C + IT$  ou encore que  $IT = S$  avec Y produit intérieur brut ; C : consommation privée ; IT : investissement et S : épargne privée. On peut vérifier que :  $Y(47\ 360) = C(36\ 374) + IT(10\ 986)$  ou  $IT(10\ 986) = S(10\ 986)$ .

## Réponse II

Calibrer les paramètres du MEGC AUTA

Définition	Symbole	Flux de la matrice AUTA	Valeur numérique
élasticité de la valeur ajoutée de la production de la branche d'activité j par rapport à l'utilisation de la main d'œuvre (j=1,2,3)	$\alpha_1$	$(t_{1,6}) / (t_{1,6}) + (t_{2,6})$	<b>0,8</b>
	$\alpha_2$	$(t_{1,7}) / (t_{1,7}) + (t_{2,7})$	<b>0,4</b>
	$\alpha_3$	$(t_{1,8}) / (t_{1,8}) + (t_{2,8})$	<b>0,731</b>
constante de niveau de la	$A_1^{37}$	$(t_{1,6}) + (t_{2,6}) / (t_{1,6})^{0,8} \cdot (t_{2,6})^{0,2}$	<b>1,649</b>

<sup>37</sup> $A_j = VA_j / LD_j^{\alpha_j} KD_j^{1-\alpha_j}$

valeur ajoutée de la branche d'activité j (j=1,2,3)	A <sub>2</sub>	$(t_{1,7}) + (t_{2,7}) / (t_{1,7})^{0,4} \cdot (t_{2,7})^{0,6}$	<b>1,960</b>
	A <sub>3</sub>	$(t_{1,8}) + (t_{2,8}) / (t_{1,8})^{0,731} \cdot (t_{2,8})^{0,269}$	<b>1,790</b>
volume d'intrants intermédiaires nécessaire à la production d'une unité de la branche d'activité j (j = 1,2,3)	io <sub>1</sub>	$(t_{6,6} + t_{7,6} + t_{8,6}) / \text{total col.6}$	<b>0,200</b>
	io <sub>2</sub>	$(t_{6,7} + t_{7,7} + t_{8,7}) / \text{total col.7}$	<b>0,653</b>
	io <sub>3</sub>	$(t_{6,8} + t_{7,8} + t_{8,8}) / \text{total col.8}$	<b>0,307</b>
coefficient de valeur ajoutée de la production de la branche d'activité j	v <sub>1</sub>	$(t_{1,6}) + (t_{2,6}) / \text{total col.6}$	<b>0,8</b>
	v <sub>2</sub>	$(t_{1,7}) + (t_{2,7}) / \text{total col.7}$	<b>0,347</b>
	v <sub>3</sub>	$(t_{1,8}) + (t_{2,8}) / \text{total col.8}$	<b>0,693</b>

volume del'intrant intermédiaire i ( i=1,2,3) par unité de demande intermédiaire de la branche d'activité j ( j=1,2,3)	aij11	$(t_{6,6}) / (t_{6,6} + t_{7,6} + t_{8,6})$	<b>0,067</b>
	aij21	$(t_{7,6}) / (t_{6,6} + t_{7,6} + t_{8,6})$	<b>0,858</b>
	aij31	$(t_{8,6}) / (t_{6,6} + t_{7,6} + t_{8,6})$	<b>0,075</b>
	aij12...	$(t_{6,7}) / (t_{6,7} + t_{7,7} + t_{8,7})$	<b>0,071</b>
	aij22	$(t_{7,7}) / (t_{6,7} + t_{7,7} + t_{8,7})$	<b>0,612</b>
	aij32	$(t_{8,7}) / (t_{6,7} + t_{7,7} + t_{8,7})$	<b>0,317</b>
	aij13	$(t_{6,8}) / (t_{6,8} + t_{7,8} + t_{8,8})$	<b>0,029</b>
	aij23	$(t_{7,8}) / (t_{6,8} + t_{7,8} + t_{8,8})$	<b>0,616</b>
	aij33	$(t_{8,8}) / (t_{6,8} + t_{7,8} + t_{8,8})$	<b>0,355</b>
part des revenus du capital allant aux ménages capitalistes ayant une activité d'entrepreneurs individuels	(λ)	$(t_{4,2}) / \text{total col.2}$	<b>0,6</b>
part budgétaire allouée par les Ménages Salariés à la consommation du produit i ( i=1,2,3)	Y <sub>1hs</sub>	$(t_{6,3}) / \text{total col.3}$	<b>0,15</b>
	Y <sub>2hs</sub>	$(t_{7,3}) / \text{total col.3}$	<b>0,4</b>
	Y <sub>3hs</sub>	$(t_{8,3}) / \text{total col.3}$	<b>0,35</b>

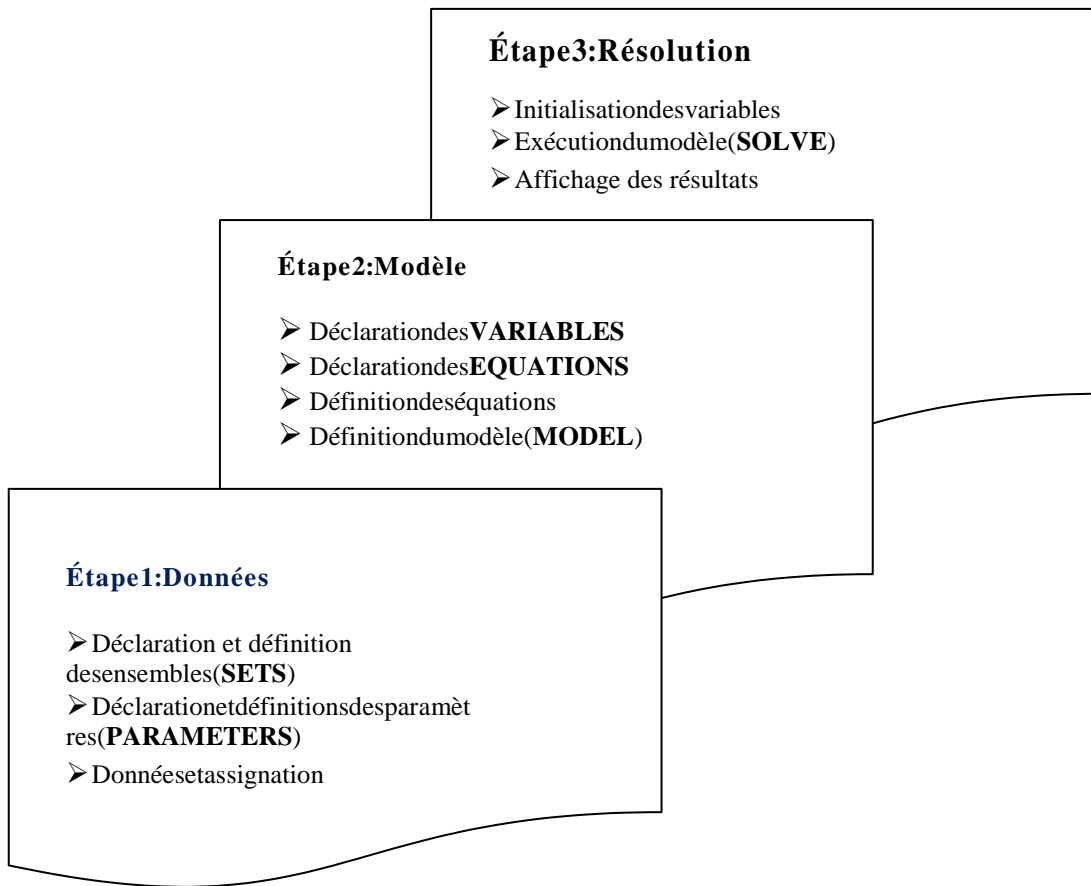
part budgétaire allouée par les Ménages Capitaliste à la consommation du produit i ( i=1,2,3)	$Y_{1hk}$	(t <sub>6,4</sub> )/ / total col.4	<b>0,05</b>
	$Y_{2hk}$	(t <sub>7,4</sub> )/ / total col.4	<b>0,3</b>
	$Y_{3hk}$	(t <sub>8,4</sub> )/ / total col.4	<b>0,45</b>
propension moyenne à épargner des ménages salariés	$\psi_{hs}$	(t <sub>9,3</sub> )/ / total col.3	<b>0,1</b>
propension moyenne à épargner des ménages capitaliste	$\psi_{hk}$	(t <sub>9,4</sub> )/ / total col.4	<b>0,2</b>
part en valeur du produit i ( i=1,2,3) dans l'investissement total du pays	$\mu_1$	(t <sub>6,9</sub> )/ / total col.9	<b>0,1</b>
	$\mu_2$	(t <sub>7,9</sub> )/ / total col.9	<b>0,9</b>
	$\mu_3$	(t <sub>8,9</sub> )/ / total col.9	<b>0,0</b>

### Réponse 3 : Une initiation au logiciel GAMS

#### 3.1 La structure d'un code GAMS

Un MEGC programmé à l'aide de GAMS peut être divisé en trois modules: la saisie de données, la spécification du modèle et la résolution. Le diagramme suivant donne une illustration générale de la structure de la syntaxe GAMS. Notons que les mots-clés GAMS apparaissent en gras.

**Figure 3.2: Diagramme de l'organisation typique d'un code GAMS d'un MEGC**



Source : Robichaud V (2017) « une introduction à GAMS », document pédagogique, Université Laval, p 2.

La déclaration et la définition de chaque élément doivent être complétées avant l'utilisation de ceux-ci dans le modèle (i.e. ensembles, paramètres, variables et équations).

Quelques règles générales à respecter lors de la programmation avec GAMS:

- En général, il est nécessaire de déclarer tout élément avant de pouvoir l'utiliser. En particulier, les ensembles doivent être déclarés au tout début du programme.
- Bien que ce ne soit pas toujours nécessaire, il est préférable de prendre l'habitude de terminer une commande par un point-virgule afin d'éviter des erreurs de compilation.
- GAMS ne fait pas la distinction entre les lettres majuscules et minuscules.
- les principales fonctions mathématiques sont présentées comme suit:



Multiplication	*	Égalité dans une opération	=	Logarithme	LOG(.)
Soustraction	-	Sommation	SUM(indice de sommation, élément)	Maximum	MAX(.,.)
Addition	+	Produit	PROD(indice de produit, élément)	Minimum	MIN(.,.)
Division	/	Valeur absolue	ABS(.)		
Exposant	**	Exponentiel	EXP(.)		

Source : Robichaud V (2017) « une introduction a GAMS », document pédagogique, Université Laval, p 3.

Une fois le code GAMS écrit de manière appropriée, il doit être sauvegardé en utilisant l'extension. gms. Pour résoudre le modèle, il faut choisir la commande « run » dans le menu « File », appuyer sur la touche F9, ou de cliquer sur le bouton affichant une flèche rouge.<sup>38</sup>

Le fichier de sortie créé par le processus de résolution portera le même nom que le programme initial mais avec l'extension. lst. Ce fichier contient le programme initial suivi soit de l'identification des erreurs, s'il y en a, soit, des éléments de sortie suivants:

- Programme initial
- Liste des équations
- Liste des variables
- Statistiques du modèle
- Résumé de résolution
- Résultats

### 3.2 L'écriture d'un programme GAMS

Tous les énoncés et commandes présentés précédemment sont utilisés dans l'exemple ci-dessous, et quelques options additionnelles y sont présentées. Pour plus d'information sur l'une ou l'autre de ces commandes, l'utilisateur peut se référer au guide de l'utilisateur disponible dans le menu "Help".

#### Calibrage d'un MEGC

La première partie d'un modèle consiste à introduire les données de référence, lesquelles seront utilisées pour ensuite évaluer les valeurs des paramètres cohérentes avec les données et la structure du modèle. Ces données sont issues de la MCS).

<sup>38</sup>GAMS - A User's Guide. Tutorial by Richard E. Rosenthal c 2006. GAMS Development Corporation, Washington, DC, USA

L'option "Title:" permet d'obtenir un fichier de sortie plus élégant. Le texte qui suit la commande \$TITLE apparaîtra automatiquement en en-tête de chaque page du fichier de sortie. Un sous-titre peut également être ajouté en utilisant l'option \$STITLE. Dans l'exemple ci-dessous, MODELE AUTA apparaîtra à la première ligne de chaque page du fichier de sortie et ECONOMIE FERMÉE SANS GOUVERNEMENT à la deuxième ligne du fichier de sortie.

```
$TITLE    MODELE AUTA
$STITLE   ECONOMIE FERMÉE SANS GOUVERNEMENT

* Modèle d'une économie en autarcie, sans gouvernement
* 3 branches et produits, deux ménages.
```

Les lignes qui suivent sont des commentaires : GAMS ne lira pas les lignes débutant par un astérisque (\*). L'utilisation de commentaires peut s'avérer utile pour le modélisateur soucieux d'avoir un modèle organisé et plus facile à comprendre.

**Définition des ensembles :** La définition d'ensembles est utile pour les variables et paramètres

```
SETS I Branches et produits
/ AGR agriculture
  MAN manufactures
  SER services /

BNS(I) Biens
/ AGR agriculture
  MAN manufactures /

H Ménages
/ SAL ménages salariés
  CAP ménages capitalistes /

ALIAS (i,j)
;
```

qui ont plusieurs dimensions. Ces ensembles correspondent en fait aux indices utilisés dans l'écriture mathématique du modèle.

L'énoncé SETS définit les ensembles du modèle. Dans notre exemple, nous définissons trois ensembles. Le premier, I, contient les éléments AGR, MAN et SER. À la suite de chaque symbole (AGR, MAN et SER) une description peut être ajoutée. Les éléments d'un ensemble sont placés entre deux barres obliques « / ». Le deuxième ensemble, nommé BNS, est en fait un sous-ensemble de l'ensemble I, tel qu'indiqué entre parenthèses, et n'inclut que les deux premiers

éléments. Le dernier ensemble représente les ménages. Une dernière commande, ALIAS, permet au modélisateur d'assigner un second indice (ici J) pour référer aux mêmes éléments d'un ensemble déjà défini (ici, l'ensemble I). Ce deuxième nom s'avère très utile lorsqu'une variable ou un paramètre est affecté de plus d'un indice.

### Définition des paramètres

Un « paramètre » est un élément dans une équation dont la valeur ne sera pas affectée suite à une simulation, comme les élasticités et les différents coefficients utilisés dans les fonctions ...etc. En plus de ces paramètres, les variables de « référence » sont caractérisées par leur valeur initiale. Il est d'usage de définir pour chaque variable un paramètre correspondant qui portera le même nom que celle-ci suivi de la lettre « O ». Il sera assigné ensuite à ce paramètre la valeur initiale (ou de référence) pour la variable en question. La définition des paramètres et des variables de référence débute avec la commande **PARAMETERS** et se termine par un point-virgule. Encore une fois, il est utile d'ajouter une description aux paramètres, comme dans notre exemple. Lorsqu'un paramètre est assujéti d'un indice, comme par exemple  $A_j$ , celui-ci apparaît entre parenthèses tout de suite après le nom du paramètre,  $A(j)$ .

### Traitement des données

Une fois les ensembles et les paramètres définis, les données doivent être saisies. D'abord, introduisons la MCS à l'aide de la commande **TABLE**.

La syntaxe est la suivante : `TABLE nom (domaine des lignes, domaine des colonnes) description.`

Par exemple :

La table se nomme "MCS" et a deux dimensions. Lorsque les titres des lignes ou des colonnes ne

```
TABLE MCS (*,*) Matrice de comptabilité sociale
```

	LD	KD	SAL	CAP	F	AGR	MAN	SER	ACC
LD						300	100	200	
KD						100	150	100	
SAL	600								
CAP		210			70				
F		140							
AGR			162	21		50	150	90	27
MAN			108	84		20	150	90	173
SER			270	105		30	75	120	
ACC			60	70	70				
TOT	600	350	600	280	140	500	625	600	200
;									

font pas référence aux éléments d'un ensemble, un astérisque est utilisé. Lorsque des données sont introduites à l'aide d'un tableau, le modélisateur doit ensuite établir la correspondance entre

```

* Calcul des variables en volume
LDO(j)          = LDO(j)/WO;
KDO(j)          = KDO(j)/RO(j);
XSO(j)          = XSO(j)/PO(j);
CO(i,h)         = CO(i,h)/PO(i);
INVO(i)         = INVO(i)/PO(i);
DIO(i,j)        = DIO(i,j)/PO(i);

* Calibrage des autres variables
LSO             = SUM[i,LDO(i)];
KSO(j)          = KDO(j);
VAO(j)          = LDO(j)+KDO(j);
PVAO(j)         = {WO*LDO(j)+RO(j)*KDO(j)}/VAO(j);
DITO(i)         = SUM[j,DIO(i,j)];
CIO(j)          = SUM[i,DIO(i,j)];
PCIO(j)         = SUM[i,PO(i)*DIO(i,j)]/CIO(j);
CTHO(h)         = YHO(h)-SHO(h);

```

celles-ci et les variables de référence du modèle.

```

* Calibrage des paramètres
* Production (Cobb-Douglas et Leontief)
alpha(j)        = WO*LDO(j)/{PVAO(j)*VAO(j)};
A(j)            = VAO(j)/{LDO(j)**alpha(j)*KDO(j)**(1-alpha(j))};
v(j)            = VAO(j)/XSO(j);
io(j)           = CIO(j)/XSO(j);
aij(i,j)        = DIO(i,j)/CIO(j);

* Paramètres distributifs
gamma(i,h)      = PO(i)*CO(i,h)/CTHO(h);
lambda          = {YHO('cap')-DIVO}/SUM[j,RO(j)*KDO(j)];
mu(i)           = PO(i)*INVO(i)/ITO;
psi(h)          = SHO(h)/YHO(h);

```

### Affichage des paramètres et des variables de référence

Dans le fichier de sortie, la valeur des paramètres n'est pas automatiquement affichée. L'utilisation de la commande DISPLAY permet de les faire afficher.

```

* Paramètres à afficher dans le fichier de sortie
DISPLAY A, alpha, io, v, aij, gamma, psi, mu, lambda;

```

**Déclaration des variables :** Toutes les variables, endogènes et exogènes, qui apparaissent dans les équations doivent être déclarées. La commande **VARIABLES** débute cette procédure, laquelle se termine par un point-virgule. Suivant le nom d'une variable, une description peut être ajoutée.

**Déclaration des équations :** les équations doivent être déclarées. Cette étape débute par la commande **EQUATIONS** et se termine par un point- virgule. Les équations sont affectées des mêmes indices que les variables qui la composent.

**Écriture des équations :** La syntaxe pour définir les équations est la suivante. Premièrement, on écrit le nom de l'équation et sa dimension suivi de deux points. Ensuite, on écrit l'expression mathématique suivie d'un point-virgule. Le côté gauche et le côté droit de l'équation sont séparés par **=E=** lorsqu'une égalité stricte doit être respectée, par opposition à **=G=** ou **=L=** qui représentent respectivement « plus grand ou égal » et « plus petit ou égal ».

**L'initialisation :** Il faudra assigner une valeur de départ à chacune des variables du modèle. Afin de résoudre le système d'équations, GAMS utilise comme point de départ la valeur à laquelle nous initialiserons chaque variable. Pour procéder à l'initialisation des variables, le suffixe **.L** (qui signifie « *level* » ou « niveau ») est utilisé comme suit:

### **L'exécution du modèle**

Pour pouvoir résoudre le modèle, nous devons tout d'abord le définir. Cette procédure débute avec la commande **MODEL**, suivie de nom à donner au modèle, une description facultative, les équations qui doivent être considérées et finalement un point-virgule. La seconde ligne définit la procédure de résolution à utiliser. La commande **SOLVE** est suivie du nom du modèle, puis **USING** et la procédure à utiliser pour résoudre le modèle. La procédure est déterminée par le type de problème dont il est question. Par exemple, un modèle linéaire peut être résolu en utilisant la procédure **LP**, alors qu'un problème non-linéaire peut être résolu en suivant **NLP**. Chaque procédure fait appel à un solveur qui lui est propre (MINOS, CONOPT, MILES, ...), et chaque solveur utilise un algorithme particulier. Selon (Robichaud, 2017)<sup>39</sup> la procédure adaptée à ce genre de problème (un système d'équations dont certaines sont non-linéaires) est **CNS** (*Constrained non-linear system*). Une fois le modèle résolu, GAMS crée un fichier de sortie.

---

<sup>39</sup>Robichaud V (2017) « Une introduction à GAMS », document pédagogique, Université Laval, p 14.

## Chapitre 4: Le MEGC d'une économie en autarcie avec Etat (AUTETA)

### Introduction

Il sera étudié dans ce chapitre le modèle d'une économie fermée avec Etat : le modèle « AUTETA ». Dans ce modèle, un nouvel agent entre est introduit, c'est l'Etat (ou le Gouvernement). Ce dernier a comme fonctions essentielles de lever l'impôt et de dépenser, en offrant les services non marchands. De ce fait, il contribue tant directement qu'indirectement au PIB, en payant les salaires administratifs et en consommant les produits intermédiaires des autres branches d'activités. Ce chapitre est donc structuré de telle sorte qu'il permet au lecteur d'appréhender les éléments suivants :

- Structure fonctionnelle et MCS du modèle AUTETA
- Interprétation de la MCS AUTETA
- Changements apportés par l'intégration de l'Etat aux différents blocs d'équations du modèle

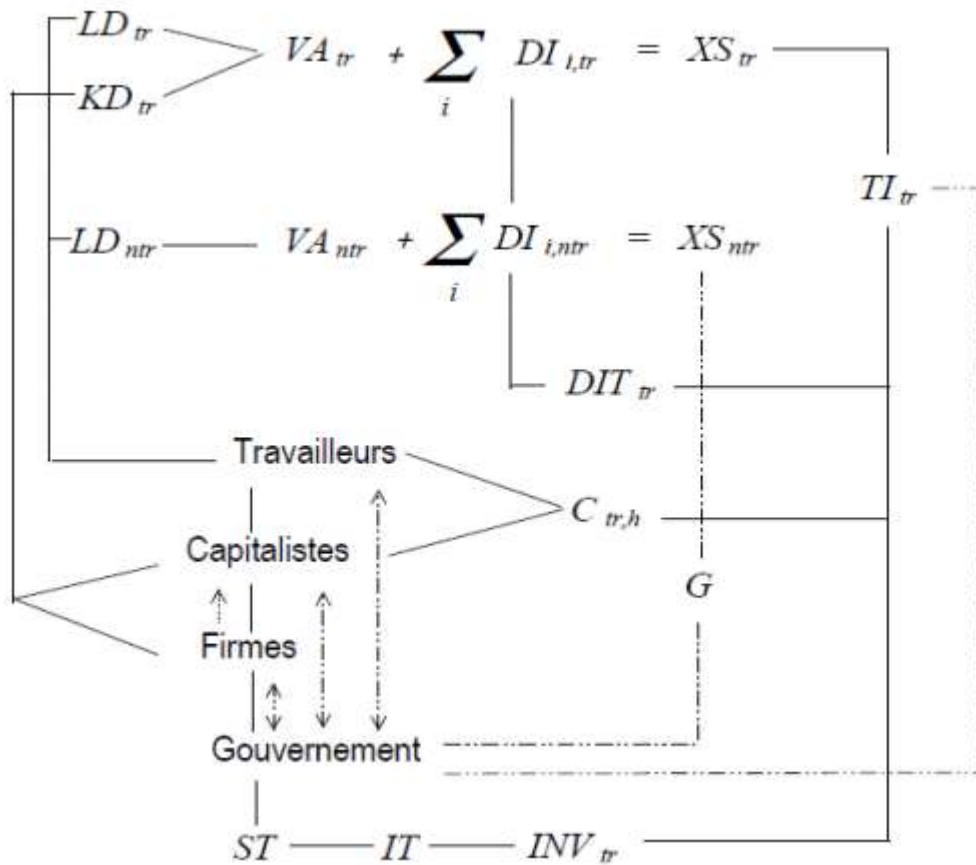
### Section 1. Structure fonctionnelle du modèle AUTETA

Le modèle d'une économie fermée sans gouvernement (c'est-à-dire une économie en autarcie) comporte trois branches d'activité (agriculture, industrie et services), chacune produisant un seul bien, deux facteurs de production (main d'œuvre et capital), la main d'œuvre étant supposée parfaitement mobile entre les activités production, le capital étant spécifique<sup>40</sup> à chacune d'elle, et trois agents (ménages salariés, ménages capitalistes et entreprises). Le modèle AUTETA considère que les branches d'activité utilisent non seulement des facteurs de production, mais aussi des produits intermédiaires. En outre, les ménages affectent seulement une partie de leur revenu à l'achat de produits de consommation, le reste constituant leur épargne. Les entreprises épargnent également. Le modèle étant statique, l'investissement généré par cette épargne ne joue cependant aucun rôle dans la détermination du niveau de production car n'affectant pas les stocks de capital des activités. Le niveau de la production dépend essentiellement des dotations en facteurs. L'investissement apparaît ici simplement comme une composante de la demande finale, à côté de la consommation privée.

---

<sup>40</sup>Le facteur capital est immobile entre les activités production

**Figure 4.1. Le schéma fonctionnel des flux financiers dans le modèle AUTETA**



Le schéma fonctionnel des flux financiers présenté ci-dessus s'interprète comme celui dans le modèle AUTA. A la seule différence qu'ici, nous prenons en compte le nouvel agent, l'Etat qui tire l'essentiel de son revenu en levant l'impôt (direct et indirect) et dépense, en offrant les services non-marchand. De ce fait, l'économie produit deux types de biens : un bien marchand ( $tr$ ) et un autre non marchand ( $ntr$ ).

Les ménages travailleurs tirent l'essentiel de leur revenu de la rémunération du facteur travail dans les branches des biens marchand et non-marchand, et des transferts provenant de l'Etat. De ce revenu, les ménages paient l'impôt sur le revenu, consomment et épargnent en fonction du revenu disponible.

De même, pour les ménages capitalistes, ils paient l'impôt sur le revenu, consomment et épargnent en fonction du revenu disponible. L'ensemble de ces flux financiers peuvent être représenté dans tableau illustrant la matrice de comptabilité sociale d'une économie en autarcie avec Etat.

## La MCS d'une économie en autarcie avec Etat :

Cette matrice comprend quinze comptes : deux comptes de facteurs de production (travail et capital), quatre comptes d'agents (ménages travailleurs, ménages capitalistes, les entreprises et l'Etat), quatre comptes de branches de production (Agriculture, Industrie, Services Marchands et Services Non Marchand) et un compte d'accumulation.

**Tableau 4.1 : la MCS d'une économie en autarcie avec Etat**

Recettes → Dépenses ↓	FACTEURS		AGENTS				BRANCHES PRODUCTIVES				PRODUITS				ACC.	TOTAL
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	(1 à 15)
1. Main d'œuvre							$SL_A$	$SL_I$	$SL_S$	$SL_N$						$SL$
2. Capital							$RK_A$	$RK_I$	$RK_S$							$RK$
3. Ménages salariés	$SZ$					$TG$										$YM_{HS}$
4. Ménages capitalistes		$RK_{HK}$			$DI$ $V$											$YM_{HK}$
5. Entreprises		$RK_P$														$YE$
6. Gouvernement			$TD_{HS}$	$TD_{HK}$	$TDE$						$TI_A$	$TI_I$	$TI_S$			$YG$
7. Agriculture											$VX_A$					$VX_A$
8. Industrie												$VX_I$				$VX_I$
9. Services													$VX_S$			$VX_S$
10. Services non-marchands														$VX_N$		$VX_N$
11. Agriculture			$VC_{A,HS}$	$VC_{A,HK}$			$CI_{A,A}$	$CI_{A,I}$	$CI_{A,S}$	$CI_{A,N}$					$IV_A$	$VXT_A$
12. Industrie			$VC_{I,HS}$	$VC_{I,HK}$			$CI_{I,A}$	$CI_{I,I}$	$CI_{I,S}$	$CI_{I,N}$					$IV_I$	$VXT_I$
13. Services			$VC_{S,HS}$	$VC_{S,HK}$			$CI_{S,A}$	$CI_{S,I}$	$CI_{S,S}$	$CI_{S,N}$						$VXT_S$
14. Services non-marchands						$G$										$VXT_N$
15. Accumulation			$SM_{HS}$	$SM_{HK}$	$SE$	$SG$										$ST$
TOTAL (1 à 15)	$SL$	$RK$	$YM_{HS}$	$YM_{HK}$	$YE$	$YG$	$VX_A$	$VX_I$	$VX_S$	$VX_N$	$VXT_A$	$VXT_I$	$VXT_S$	$VXT_N$	$IT$	

$i, j \in \{A, I, S, N\}$  Branches productives et produits ( $A$ : agriculture,  $I$ : industrie,  $S$ : services,  $N$ : services non-marchands)

$h \in \{HS, HK\}$  Ménages ( $HS$ : ménages salariés,  $HK$ : ménages capitalistes)



$CI_{i,j}$	Consommation intermédiaire en produit $i$ par
$DIV$	Dividendes payés aux capitalistes
$TDE$	Recettes provenant de l'impôt sur le revenu de
$TD_h$	Recettes provenant de l'impôt sur le revenu de
$VC_{i,h}$	Valeur de la consommation du ménage $h$ en p
$G$	Dépenses publiques
$IT$	Investissement total
$IV_i$	Investissement en produit $i$
$RK_E$	Rémunération du capital versée aux entreprises
$RK_{HK}$	Rémunération du capital versée aux ménages
$RK_j$	Rémunération du capital par la branche $j$
$RK$	Rémunération du capital total
$SE$	Épargne des entreprises
$SM_h$	Épargne du ménage $h$
$SG$	Épargne du gouvernement
$ST$	Épargne totale
$TG$	Transferts publics aux ménages salariés
$TI_i$	Recettes provenant des taxes indirectes appliq
$VX_j$	Production de la branche $j$ (au coût des facteu
$VXT_i$	Production de produit $i$ (aux prix du marché)
$SL_j$	Masse salariale de la branche $j$
$SL$	Masse salariale totale payée aux ménages salariés
$YE$	Revenu des entreprises
$YG$	Revenu du gouvernement
$YM_h$	Revenu du ménage $h$

La MCS chiffrée du modèle AUTETA est représentée dans le tableau ci –après <sup>41</sup>

---

<sup>41</sup>Pour interpréter la MCS chiffrée du modèle AUTETA, voir l'exercice n°1 de la série de TD N°4.

**Tableau 4.1 : La MCS chiffrée du modèle AUTETA**

	Facteurs		Agents				Branches productives			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Travail							5760	7560	8580	6960
2. Capital							1440	11340	5720	
3. Ménages Salariés	28860					140				
4. Ménages capitalistes		11100			1900					
5. Entreprises		7400								
6. Gouvernement			580	650	1480					
7. Agriculture										
8. Industrie										
9. Services										
10. Services non - marchands										
11. Agriculture			4263	618			120	3229.3	157.15	118.35
12. Industrie			11368	3705			1544	27599.7	5479.45	1336.65
13. Services			9947	5557			136	4671	2063.4	285.6
14. Services non - marchands						8700				
15. Accumulation			2842	2470	4020	- 2590				
Total	28860	18500	29000	13000	7400	6250	9000	54 400	22000	8700

**Tableau 4.1 : La MCS chiffrée du modèle AUTETA (la suite)**

	Produits				Acc.	Total
	11	12	13	14	15	(1 à 15)
1. Travail						28860
2. Capital						18500
3. Ménages Salariés						29000
4. Ménages capitalistes						13000
5. Entreprises						7400
6. Gouvernement	180	2700	660			6250
7. Agriculture	900					9000
8. Industrie		54400				54400
9. Services			22 000			220 00
10. Services non - marchands				8700		8700
11. Agriculture					674.2	9180
12. Industrie					6067.8	57100
13. Services						22660
14. Services non - marchands						8700
15. Accumulation						6742
Total	9180	57100	22660	8700	6742	

Le tableau 4.1 donne, pour l'année de base, la MCS d'une économie en autarcie, mais dans laquelle l'Etat est présent (c'est-à-dire avec un secteur gouvernemental). La MCS AUTETA comprend 15 comptes numérotés de 1 à 15. L'introduction de l'Etat a ainsi nécessité l'ouverture de six comptes additionnels. Un compte pour l'Etat lui-même a été rajouté, considéré comme agent (compte 6). Deux types de services ont été distingués : les services marchands et les services *non- marchands*. Les services marchands sont ceux, dont il a été question dans la MCS AUTA<sup>42</sup>. Les services *non- marchands* sont les services offerts par l'Etat (sécurité, santé, éducation, services administratifs. . etc.), ce qui permet de considérer ce dernier dans sa dimension productive. Ils sont dits *non- marchands* car ils sont mis à la disposition du public, soit

<sup>42</sup> C'est-à-dire les services vendus par les entreprises du secteur services

gratuitement, soit à un cout inférieur à leur prix de revient, le financement de leur production étant assuré par les recettes fiscales. C'est ainsi qu'il est distingué, dans la MCS AUTETA, deux branches d'activité produisant des services, l'une des services marchands (compte 9), l'autre des services *non-marchands* (compte 10). Finalement, il est ouvert à côté des quatre comptes de branche d'activité, quatre comptes d'un nouveau type, appelé compte de *produits*, ceux-ci étant numérotés de 11 à 14. Cette distinction, introduite dans la MCS AUTETA, entre branche d'activité de production et produit permet, d'enregistrer de manière explicite et détailler les différents flux d'impôts indirects, et par la même, de faire la distinction entre flux exprimés au cout des facteurs et flux exprimés au prix du marché.

La cohérence interne est garantie par le fait que, pour chaque compte, le total de la ligne est identique à celui de la colonne. Cependant, pour ce qui est de la cohérence externe, il nous faudra plutôt vérifier la cohérence de l'équilibre comptable macroéconomique au sein de cette matrice. Pour ce faire, nous devons vérifier que ces équilibres sont tenus :

$Y = C + G + IT$  ou encore que  $IT = S + SG$  avec Y produit intérieur brut ; C : consommation privée ; G : consommation publique ; IT : investissement ; S : épargne privée et SG : épargne de l'Etat. On peut vérifier que :

$$Y (50\ 900) = C (35\ 458) + G (8\ 700) + IT (6\ 742) \text{ ou } IT (6\ 742) = S (9\ 332) + SG (-2\ 590).$$

## Section 2 : Construction du modèle AUTETA

Pour construire notre modèle, nous allons nous référer aux différentes étapes du chapitre 2 (étapes 4 et 5).

### 2.1 Les formes fonctionnelles

Le modèle AUTETA est semblable au modèle AUTA, à l'exception qu'ici on a un nouvel agent, l'Etat.

#### 2.1.1. Le bloc de production

Moyennant  $i (= j)$ , indice de branche d'activité et de produit, avec 1 = agriculture, 2 = industrie, 3 = services, *ntr* = services non marchands et compte tenu des hypothèses retenues pour le processus de production, les équations constituant le bloc de la production sont écrites comme suit :

$$VA_j = A_j LD_j^{\alpha_j} KD_j^{1-\alpha_j} \dots \dots \dots (1); \quad VA_{ntr} = LD_{ntr} \dots \dots \dots (2)$$

$$XS_j = \frac{VA_j}{v_j} \dots \dots \dots (3). ; \quad CI_{ij} = i_o_j XS_j \dots \dots \dots (4) ;$$

$$DI_{ij} = a_{ij} i_{i,j} CI_j \dots \dots \dots (5) ; \quad DIT_i = \sum_j a_{ij} i_{i,j} CI_j \dots \dots \dots (6) ;$$

$$LD_j = \frac{\alpha_j PV_j VA_j}{S} \dots \dots \dots (7) ; \quad LD_{ntr} = \frac{P_{ntr} XS_{ntr} - \sum_i P d_i DI_{i,ntr}}{S} \dots \dots \dots (8).$$

Les relations de production des trois premières branches d'activité sont celles du modèle AUTA. Dans le bloc de la production, deux nouvelles équations s'ajoutent. Il s'agit de l'équation 2 relative à la valeur ajoutée de l'Etat, constituée essentiellement des salaires et celle de la demande de l'Etat en main d'œuvre, équation 7.

### 2.1.2 Le bloc revenu- épargne

En plus du bloc revenu et épargne des ménages et entreprises, un nouveau bloc d'équations traitant les recettes et épargne de l'Etat est rajouté :

#### 2.1.2.1 Bloc revenu et épargne des ménages et entreprises

$$YM_{hs} = S \sum LD_j + TG_h \dots \dots \dots (9) \quad \text{Où : } YM_{hs} : \text{Revenu personnel ménages salariés et } TG_h : \text{Transferts courants (net) de l'Etat aux ménages salariés (valeur)}$$

$$YM_{hk} = \lambda \sum_j r_j KD_j + DIV \dots \dots \dots (10)$$

$YM_{hk}$  : Revenu personnel des ménages capitalistes (valeur)

$$YDM_h = YM_h - TD_h \quad (h = hs, hk) \dots \dots \dots (11)$$

Où :  $YDM_{hs}$  : Revenu Disponible des ménages de la catégorie  $h$

$TD_h$  : Impôts directs payés par les ménages de la catégorie  $h$

$$YE = (1 - \lambda) \sum_j r_j KD_j \dots \dots \dots (12) ; \quad SM_h = \psi_h YDM_h \quad (h = hs, hk) \dots \dots \dots (13) ;$$

$$SE = YE - DIV - TDE \dots \dots \dots (14) \quad \text{Où } TDE : \text{Impôts directs payés par les entreprises (valeur)}$$

#### 2.1.2.2 Bloc recette-épargne de l'Etat

L'équation 15 nous donne les recettes provenant de la taxation indirecte.

$$TI_j = tx_j P_j XS_j \quad (j=1, 2, 3) \dots \dots \dots (15)$$

Où  $TI_j$  : Impôt indirects (nets) grevant la production de la branche d'activité  $j$  (valeur)

$tx_j$  : taux d'imposition indirecte du produit de la de la branche d'activité  $j$

Les recettes relatives à la taxation directe sont données par les équations 16 et 17, et l'équation 18 nous donne le total des recettes fiscales.

$$TD_h = ty_h YM_h \quad (h = hs, hk) \dots \dots \dots (16)$$

Où  $t_{yh}$  : taux d'imposition directe du revenu des ménages de la catégorie  $h$

$TDE = t_{ye} YE$  ..... (17) ; Où  $t_{ye}$  : taux d'imposition directe du revenu des entreprises

$$YG = \sum_j TI_j + \sum_h TD + TDE \dots\dots\dots(18)$$

Où  $YG$  : recettes courantes totales de l'Etat (valeur)

L'équation 19 définit l'épargne de l'Etat comme la différence entre ses recettes et ses dépenses courantes.

$$SG = YG - G - TG_h \dots\dots\dots(19)$$

Où :  $SG$  : épargne de l'Etat (valeur) ;  $G$  : consommation publique (valeur)

**Bloc de la demande finale**

Les fonctions de demandes des consommateurs sont celles du modèle AUTA du chapitre 3, sauf qu'il faut dorénavant faire la distinction entre le revenu personnel et le revenu disponible des ménages, la différence étant les impôts directs, comme il s'agit de distinguer entre les prix au cout des facteurs des produits et leurs prix du marché, compte tenu de l'existence d'une fiscalité indirecte.

$$C_{i,h} = \frac{\gamma_{i,h} YDM_h}{Pd_i} \quad (i=1, 2, 3; h=hs, h) \dots\dots (20)$$

$$G = P_{ntr} X S_{ntr} \dots\dots\dots (21)$$

$$INV_i = \frac{\mu_i IT}{Pd_i} \dots\dots\dots(22) \quad (i=1, 2, 3)$$

L'équation 21 nous donne la consommation publique. Cette dernière est égale à la valeur de la production des services non-marchands.

**Bloc des Prix**

Le bloc des prix est composé de : prix de la valeur ajoutée (équation 23) et du taux de rendement du capital de la branche tr (équation 24). L'équation 25 donne les prix du marché qui est fonction des prix au coût des facteurs majorés des taux de taxation indirecte.

$$PV_j = \frac{P_j X S_j - \sum_i Pd_i DI_{ij}}{VA_j} \quad (j=1, 2, 3, ntr) \dots\dots (23) ; \quad r_j = \frac{Pv_j VA_j - s LD_j}{KD_j} \quad (j=1, 2, 3) \dots\dots\dots (24)$$

$$Pd_j = P_j (1 + tx_j) \quad (j=1, 2, 3) \dots\dots\dots(25)$$

**2.1.5 Bloc des conditions d'équilibre**

Les conditions d'équilibre sont entre autres : l'équilibre sur le marché des produits (équation 27), l'équilibre sur le marché de travail (équation 26) et l'équilibre de l'investissement

et des épargnes (équation 28). Le facteur capital étant spécifique à chaque branche, le marché de ce facteur n'existe pas.

$$LS = \sum_h LD_j \dots\dots\dots (26) ; XS_i = DIT_i + \sum_h C_{i,h} + INV_i \quad (i=1,2,3) \dots\dots\dots (27)$$

$$IT = \sum_h SM_h + SE + SG \dots\dots\dots (28)$$

Ainsi, la construction du modèle AUTETA est achevée. Cependant, avant toute chose, nous devons vérifier si ce système d'équation possède une solution. C'est l'objet du point 2.2

## 2.2 Existence de la solution

Le modèle AUTETA comprend 72 équations et 79 variables. Pour que ce système puisse avoir une solution, nous devons rendre exogènes sept variables, de manière à n'avoir que 72 équations et 72 variables endogènes. Cependant, le fait d'obtenir cette égalité ne garantit pas l'existence de la solution. Autrement dit, c'est une condition nécessaire mais pas suffisante.

Mais nous savons que le nombre de variables inconnues est égal à N. Nous devons donc éliminer une variable si nous souhaitons obtenir une solution du système. On peut par exemple éliminer une des variables prix en lui attribuant une valeur arbitraire et en exprimant toutes les autres variables comme des rapports à ce prix. Nous aurons alors une solution dans laquelle les valeurs obtenues dépendront de la valeur choisie arbitrairement comme numéraire.

Compte tenu de ce qui précède, nous avons 72 équations, dont 71 indépendantes, et 79 variables. De ce fait, nous devons exogénéiser 8 variables dont une considérée comme numéraire du système en l'occurrence le prix de produit agricole.

## 2.3. Calibrage et Résolution du modèle AUTETA

Le calibrage consiste à choisir des valeurs numériques des différents paramètres et coefficients du modèle, qui soient compatibles avec l'équilibre de la MCS. Pour le modèle AUTETA, les valeurs numériques de tous les coefficients et paramètres sont calculés. Pour les détails sur les valeurs numériques des variables exogènes et des paramètres de ce modèle, lire à cet effet Décaluwé et al. (2001, pages 161 et 164 -168). La résolution du modèle et la vérification s'il sera capable de reproduire la situation de référence se fera, en utilisant le logiciel GAMS. Pour les détails sur la résolution du modèle AUTETA sous GAMS, lire à cet effet le cours disponible sur le site du groupe MEGC<sup>43</sup> et le cours de Véronique Robichaud

---

<sup>43</sup>Disponible sur <http://www.groupemegc.com/modules/module-v-cas-pratiques-de-megc/cas-4-auteta>, consulté le 7 juin 2021.

« modèle AUTETA économie fermée, avec gouvernement, cours de modélisation en équilibre général calculable<sup>44</sup>.

## **Conclusion**

Nous avons, dans le présente chapitre, illustré la construction d'un MEGC dans le cas d'une économie fictive et fermée, avec un secteur gouvernemental. Les équations du modèle AUTETA reflètent le fonctionnement de cette économie. Les activités de production produisent selon une technologie Cobb- Douglas. Le total des salaires est versé aux ménages. Le revenu du capital est distribué, selon des parts constantes. Les ménages paient des impôts directs, épargnent et consomment des produits aussi selon des parts constantes en valeur. L'État utilise ses recettes d'imposition directe et indirecte pour acheter des services non marchands et épargner. Cette consommation publique est exogène en valeur, tandis que l'épargne de l'État est la différence résiduelle entre son revenu total et ladite consommation. Les entreprises paient des impôts directs et épargnent selon des parts constantes en valeur. L'investissement total, qui est égal à la somme des épargnes des différents agents, est ventilé en produits agricoles et industriels selon des parts constantes en valeur. Tous les produits sont vendus aux prix du marché, la différence entre le prix du marché et le coût des facteurs étant déterminée par l'existence d'un taux d'imposition indirecte par produits qui est constant, sauf dans le cas des services non marchands. Ce MEGC servira pour simuler des politiques économiques ou l'impact d'un accroissement du volume de main d'œuvre et de la consommation publique, ainsi que pour une augmentation de la fiscalité indirecte et un transfert du fardeau de l'imposition directe des ménages aux entreprises. Si le modèle est ouvert au commerce extérieur, il peut utiliser le taux de change, les tarifs douaniers, des contingentements à l'importation et à l'exportation, dans le désir d'atteindre des objectifs de développement et de stabilisation, globaux et sectoriels. Un MEGC qui tiendrait compte de ces autres aspects de la politique publique, n'en serait que plus opérationnel pour l'élaboration de véritables programmes de mesures répondant à des objectifs précis. Le MEGC en économie ouverte fera l'objet du chapitre 5.

---

<sup>44</sup> Robichaud V « Cours de modélisation en équilibre général calculable, Modèle AUTETA économie fermée, avec gouvernement » Disponible sur [https://www.pep-net.org/sites/pep-net.org/files/Modele\\_AUTETA-FR.pdf](https://www.pep-net.org/sites/pep-net.org/files/Modele_AUTETA-FR.pdf) (consulté le 4 avril 2021).



## Série de TD N°4

Q1- Interpréter la MCS AUTETA illustrée dans le tableau N° 4.1 du chapitre 4.

### Réponse 1 : La lecture de la MCS AUTETA

La MCS AUTETA comprend 15 comptes numérotés de 1 à 15. L'introduction de l'Etat a ainsi nécessité l'ouverture de six comptes additionnels. Un compte pour l'Etat lui-même a été rajouté, considéré comme agent (compte 6). Deux types de services ont été distingués : les services marchands et les services *non- marchands*. C'est ainsi qu'il est distingué, dans la MCS AUTETA, deux branches d'activité produisant des services, l'une des services marchands (compte 9), l'autre des services *non- marchands* (compte 10). Finalement, il est ouverts à côté des quatre comptes de branche d'activité, quatre comptes d'un nouveau type, appelé compte de *produits*, ceux-ci étant numérotés de 11 à 14. Cette distinction, introduite dans la MCS AUTETA, entre branche d'activité de production et produit permet, d'enregistrer de manière explicite et détailler les différents flux d'impôts indirects, et par la même, de faire la distinction entre flux exprimés au coût des facteurs et flux exprimés au prix du marché.

Examinons le contenu des six comptes additionnels en partant des branches d'activité qui nous sont connus, à savoir les comptes 7 à 9 (agriculture, industrie, services marchands). La lecture verticale de ces trois comptes ventile le coût de production des trois branches en salaires, revenu du capital et achat de produits intermédiaires, le total de chacune des colonnes donnant la valeur de la production au coût des facteurs, c'est-à-dire non compris les impôts indirects, nets des subventions, grevant celle-ci : 9000 pour l'agriculture, 54 400 pour l'industrie et 22 000 pour les services marchands. La lecture des lignes correspondantes montre que chaque branche vend ce montant au compte de produits, qui lui est associé. Ce sont les flux  $t_{7,11}$ ,  $t_{8,12}$ ,  $t_{9,13}$ , qui apparaissent dans la colonne des comptes 11 à 13. Dans ces dernières sont également enregistrés les impôts indirects, nets des subventions qui constituent des recettes pour le compte de l'Etat (ligne du compte 6) : 180 d'impôts sur les produits agricoles ( $t_{6,11}$ ) 2700 impôts sur les produits industriels ( $t_{6,12}$ ), et 660 d'impôts sur les services marchands ( $t_{6,13}$ ). Le total de la colonne des comptes 11 à 13 donne ainsi la valeur des trois productions aux prix du marché : 9180 produits agricoles, 57100 produits industriels, 22660 de services marchands. Il suffit de lire horizontalement les lignes des trois comptes pour voir comment ces montants ont correspondu aux dépenses des différents utilisateurs, sous la forme de produits de consommation (intersection des lignes 11 à 13 et des colonnes 3 et 4), de produits intermédiaires (intersection des lignes 11 à

13 et des colonnes 7 et 9) et des biens d'investissement (intersection des lignes 11 et 12 et de la colonne 15).

La lecture du compte 10 de la branche des services *non-marchands* : sa colonne donne la ventilation du coût de production des services offerts par l'Etat. La branche paie 6960 de salaires ( $t_{1,10}$ ), ceux-ci constituant les salaires des fonctionnaires et autres agents de l'Etat. Elle ne paie pas de revenus du capital à l'occasion de sa production<sup>45</sup>. Elle achète des produits intermédiaires, 118,35 de produits agricole ( $t_{1,10}$ ) (par exemple du fourrage pour les chevaux de la gendarmerie, du bois de feu pour les casernes), 1336,05 de produits industriels( $t_{12,10}$ ) ( par exemple : papiers, encre, etc.) et 285, 6 de services marchands ( $t_{13,10}$ ) ( services légaux , financiers, de consultation et autres). La branche vend la totalité de sa production au compte de produits, libellé « services non marchands », ou compte 14, soit 8700 ( $t_{10,14}$ ). C'est le seul flux qui apparait dans la colonne de ce compte. Cette production est à son tour entièrement vendues à l'Etat ( $t_{14,6}$ ) et constitue ce que les comptables nationaux appellent la *consommation publique*. Ce ci montre bien que le compte de la branche d'activité services non marchands, comme le compte de produits qui lui est associé, est un compte en quelque sorte fictifs. Sa principale raison d'être est de donner une ventilation détaillée du coût de production des services offerts par l'Etat. Les recettes courantes de l'Etat sont ainsi de 6250 (total de ligne 6). La colonne du compte donne l'affectation de celle-ci : il peut s'agir d'une aide accordée à des familles indigentes. Il achète aussi la totalité des services non marchands, soit 8700 ( $t_{14,6}$ ). La différence entre ses recettes et ses dépenses courantes constitue son épargne qui est égale à moins 2590 ( $t_{15,6}$ ).

La lecture détaillée du compte de l'Etat : La lecture de la ligne 6 donne les recettes courantes de l'Etat : il ya les recettes en impôts directs : 580 d'impôts sur le revenu des manages salariés ( $t_{6,3}$ ) et 650 sur celui des ménages capitalistes ( $t_{6,4}$ ) auxquels s'ajoutent 1480 d'impôts sur les bénéfices des entreprises, ces impôts directs comprenant les redevances payée par les usages de l'administration ( frais d'inscription scolaires, d'enregistrement des véhicules, etc.). L'autre catégorie de recettes est constituée des impôts indirects nets des subventions.

---

<sup>45</sup>Ceci correspond à une convention de la comptabilité nationale

## **Chapitre 5: Le MEGC d'une économie ouverte (EXTER) et introduction de la dynamique**

### **Introduction**

Il sera étudié dans ce chapitre le modèle d'une économie ouverte: le modèle «EXTER». Le modèle EXTER est un modèle d'une économie ouverte avec quatre branches de production (Agriculture, Industrie, services marchands et services non marchands), deux facteurs de production (main-d'œuvre et capital) et cinq agents (ménages salariés, ménages capitalistes, entreprises, Etat et Reste du Monde).

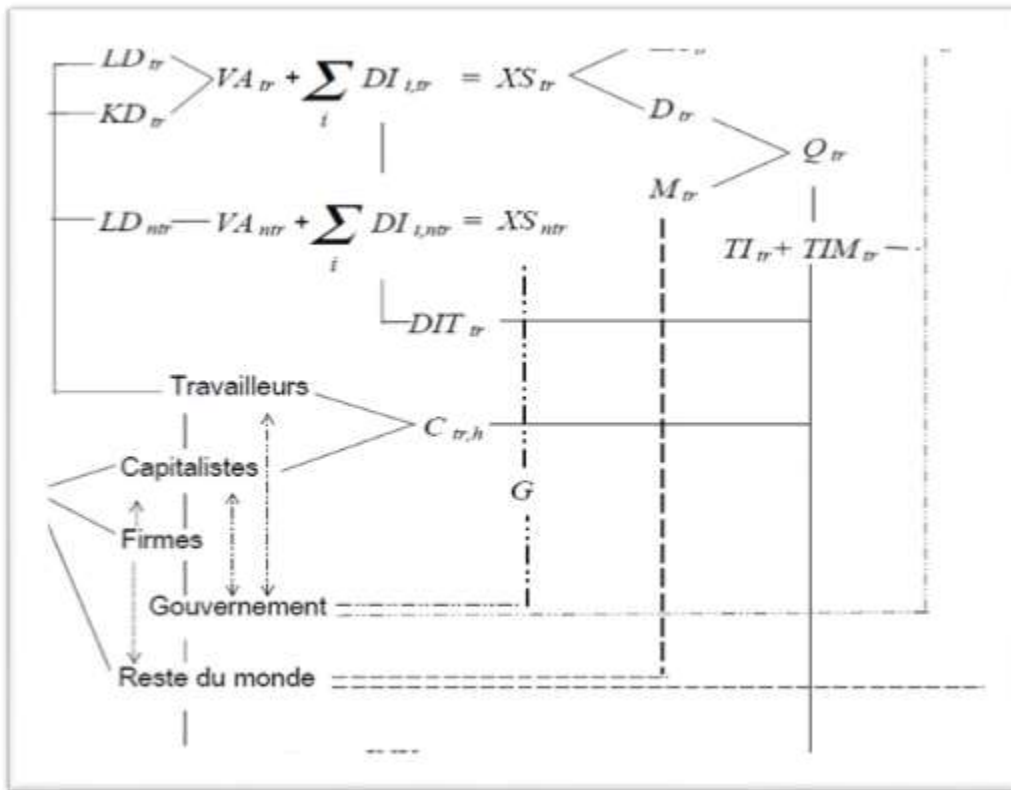
Selon la théorie classique du libre échange, les pays n'exportant un bien que s'ils possèdent un avantage ou un moindre désavantage par rapport aux autres pays dans la production d'un bien (la théorie des avantages comparatifs de Ricardo); Suivant le théorème HOS (Hecksher-Ohlin-Samuelson), les pays exportent des biens dans lesquels ils détiennent une forte intensité factorielle. Dans le modèle néo-classique du commerce, tous les biens sont échangeables et sont des substituts parfaits des biens intérieurs.

Ce chapitre est structuré de telle sorte qu'il permet au lecteur d'appréhender les éléments suivants :

- Structure fonctionnelle et MCS du modèle EXTER
- Changements intervenus par l'intégration du RDM dans les différents blocs d'équations du modèle
- Introduction de la dynamique dans le MEGC

### **Section 1. Structure fonctionnelle du modèle EXTER**

La présence de l'agent Reste du Monde amène à considérer l'existence de flux dont les exportations et importations, l'épargne étrangère, la prise en compte des recettes fiscales supplémentaires et des prix internationaux des produits libellés en devises et en monnaie nationale entre autres (Décaluwé et al., 2001, chapitre 9). Dans ce modèle, deux hypothèses sont retenues : la première stipule que les agents économiques sont *Price-taker* c'est-à-dire que les prix d'exportation et d'importation sont entièrement déterminés sur le marché mondial; et la deuxième hypothèse suppose que les producteurs nationaux ne rencontrent pas de difficulté à écouler leurs produits sur le marché extérieur c'est - à -dire qu'ils sont confrontés à une demande d'exportation qui a une élasticité-prix infinie.



L'ensemble de ces flux peuvent être représentés dans la matrice de comptabilité sociale d'une économie ouverte. Cette matrice comprend 19 comptes (voir Tableau 5.1).

Les branches d'activité (numéroté de 8 à 10), en ligne, vendent leur production au cout des facteurs à deux types de comptes de produits. Une partie va aux comptes de produits **composites** qui leurs sont associés (numérotés de 12 à 14) pour les valeurs respectivement ( $t_{8,12}$ ,  $t_{9,13}$ ,  $t_{10,14}$ ) C est la part de la production qui est vendu sur le marché intérieur. L'autre partie va aux comptes de produits **exportés** (numérotés de 16 à 18). C est la part qui est vendue sur le marché extérieur. En colonne, dans les comptes de produits **composites** 12 à 14, on trouve ce qui acheté sur le marché intérieur ( $t_{8,12}$ ,  $t_{9,13}$ ,  $t_{10,14}$ ). On y trouve aussi **les importations** du pays qui sont des recettes du RDM : importation de produits agricoles ( $t_{7,12}$ ), de produits industriels( $t_{7,13}$ ), et des services marchands ( $t_{7,14}$ ). Dans la colonne des comptes de produits composites, sont enregistrés les produits d'origine locale (exprimés au cout des facteurs) et ceux de l'étranger (exprimés au prix CAF) c'est-à-dire avant qu'ils ne soient grevés des droits de douane et des impôts indirects intérieurs). Les deux catégories d'impôts frappant les produits composites sont enregistrés à l'intersection de la ligne du compte 6 (Etat) et des comptes de produits composites. Il s'agit de ( $t_{6,12}$ ) ( $t_{6,13}$ ) et ( $t_{6,14}$ ). Le total des colonnes de produits composites, donne en conséquence, la valeur aux prix du marché des ressources en différents produits (local ou importé). Si on lit ces trois comptes en ligne, on trouve à leur intersection avec les colonnes

de compte 3, 4, 8 à 11 et 19, l'allocation de ces ressources sous la forme de produits de consommation, de produits intermédiaires, et de biens d'investissement.

Pour ce qui est des comptes de produits exportés 16 à 18, les flux d'exportation enregistrés en colonne ( $t_{8,16}$ ,  $t_{9,17}$ ,  $t_{10,18}$ ) sont aux cout des facteurs. Or les exportations sont également susceptibles d'être taxées ou subventionnées. Dans notre MCS, seules les exportations agricoles sont taxées ( $t_{6,16}$ ). Le total des colonnes des comptes 16 à 18 donne de ce fait les exportations en différents produits exprimés au prix franco de bord, c'est-à-dire taxes à l'exportation comprises, nettes des subventions. Ils sont enregistrés dans la colonne 7 aux intersections avec les lignes 16 à 18 ( $t_{16,7}$ ,  $t_{17,7}$ ,  $t_{18,7}$ ), c'est-à-dire comme des dépenses du RDM. Les services non marchands ne sont pas importables, ce qui fait que ( $t_{7,15}$ ) est nul dans la MCS.

**Tableau 5.1 : La MCS chiffrée du modèle EXTER**

	Facteurs		Agents				7	Branches productives			
	1	2	3	4	5	6		8	9	10	11
1. Travail								5760	7560	8580	6960
2. Capital								1440	11340	5720	
3. Ménages Salariés	28860					140					
4. Ménages capitalistes		11100			1900						
5. Entreprises		64750									
6. Gouvernement			580	650	1295						
<b>7. Reste du monde</b>		<b>925</b>			<b>370</b>						
8. Agriculture											
9. Industrie											
10. Services											
11. Services non - marchands											
12. Agriculture			4263	618				160	697,19	177.15	118.35
13. Industrie			11368	3705				1504	29616, 81	5459.45	1336.65
14. Services marchands			9947	5557				136	4671	2063.4	285.6
15. Services non - marchands						8700					
16. Agriculture							1890				
17. Industrie							8160				
18. Services marchands							2200				
19. Accumulation			2842	2470	2910	1709, 46	7424				
Total	28860	18500	29000	13000	6475	10549,46	19674	9000	54 400	22000	8700

**Tableau 5.1 : La MCS chiffrée du modèle EXTER (la suite)**

	Produits composites				Produits exportés			Acc.	
	12	13	14	15	16	17	18		
1. Travail									28860
2. Capital									18500
3. Ménages Salariés									29000
4. Ménages capitalistes									13000
5. Entreprises									6475
6. Gouvernement	190 ,24	7069, 22	675		90				10549,46
<b>7. Reste du monde</b>	379	15300	2700						19674
8. Agriculture	7200				1800				9000
9. Industrie		46240				8160			54400
10. Services			19 800	8700			2200		220 00
11. Services non - marchands									8700
12. Agriculture								1735, 55	7769,24
13. Industrie								15619,91	68609,22
14. Services marchands									23175
15. Services non - marchands									8700
16. Agriculture									1890
17. Industrie									816
18. Services marchands									2200
19. Accumulation									17355,46
Total	7769,24	68609,22	23175	8700	1890	816	2200	17355,46	

Le compte RDM, en ligne, enregistre les importations du pays ( $t_{7,12}$ ,  $t_{7,13}$ ,  $t_{7,14}$ ), revenus du capital payé à l'étranger par des producteurs individuels ( $t_{7,2}$ ) et le revenu du capital (profit et dividendes) payé par les entreprises. En colonne, sont enregistrées les dépenses du RDM. Il s'agit essentiellement des produits exportés enregistrés dans la colonne du compte. Le total des recettes du RDM est de 19674 ; le total de ses dépenses est de 12250. La différence entre ces montants, soit 7424 est ce qu'on appelle l'épargne étrangère. Elle apparait à l'intersection de la colonne du compte 7 et de la ligne du compte 19 de l'accumulation ( $t_{19,7}$ ).

## Section 2 : Construction et résolution du modèle EXTER

Pour construire ce modèle, les étapes du chapitre 2 (étapes 4 et 5) seront présentées.

### 2.1 Les formes fonctionnelles

Le modèle EXTER est semblable au modèle AUTETA, à l'exception qu'ici nous avons un nouvel agent, le Reste du Monde. Ainsi, par souci d'économie d'espace, nous allons définir seulement les nouveaux paramètres et variables.

#### 2.1.1. Le bloc de production

Moyennant  $i (= j)$ , indice de branche d'activité et de produit, avec 1 = agriculture, 2 = industrie, 3 = services,  $ntr$  = services non marchands et compte tenu des hypothèses retenues pour le processus de production, les équations constituant le bloc de la production sont semblables aux équations du modèle AUTETA (voire page n° du chapitre 4).

$$VA_j = A_j LD_j^{\alpha_j} KD_j^{1-\alpha_j} \dots \dots \dots (1); \quad VA_{ntr} = LD_{ntr} \dots \dots \dots (2)$$

$$XS_j = \frac{VA_j}{v_j} \dots \dots \dots (3); \quad CI_{ij} = i o_j XS_j \dots \dots \dots (4)$$

$$DI_{ij} = a_{ij} CI_j \dots \dots \dots (5); \quad DIT_i = \sum_j a_{ij} CI_j \dots \dots \dots (6)$$

$$LD_j = \frac{\alpha_j PV_j VA_j}{s} \dots \dots \dots (7); \quad LD_{ntr} = \frac{P_{ntr} XS_{ntr} - \sum_i P_{ci} DI_{i,ntr}}{s} \dots \dots \dots (8)$$

Où :  $P_{ci}$  : prix du marché du produit composite  $i$

#### 2.1.2 Le bloc revenu- épargne

Dans le bloc de revenu et épargne ci-dessous, nous pouvons remarquer le réaménagement des équations 12 et 13 relatives aux revenus et épargne des entreprises, à la suite de l'introduction du nouveau agent Reste du monde. L'équation 16 nous donne les recettes provenant de la taxation indirecte. Par contre, les recettes relatives aux importations et exportations sont illustrés par les équations 17 et 18, et l'équation.

$$YM_{hs} = s \sum LD_j + TG_h \dots \dots \dots (9); \quad YM_{hk} = \lambda \sum_j r_j KD_j + DIV \dots \dots \dots (10)$$

$$YDM_h = YM_h - TD_h \quad (h = hs, hk) \dots \dots \dots (11); \quad YE = (1 - \lambda - \lambda w) \sum_j r_j KD_j \dots \dots \dots (12)$$

Où  $\lambda w$  : part des revenus du capital payée au RDM par des producteurs individuels

$$SM_h = \psi_h YDM_h \quad (h = hs, hk) \dots \dots \dots (13); \quad SE = YE - DIV - TDE - TEW \dots \dots \dots (14)$$

Où  $TEW$  : revenu du capital payé au RDM par les entreprises.

$$TI_j = tx_j (P_j XS_j - P e_j EX_j) + tx_j (1 + tm_j) e P w m_j M_j \quad (j=1, 2, 3) \dots \dots \dots (15)$$

Où  $Pe_j$ : prix payé à l'exportateur du produit j, libellé en monnaie nationale ;  $EX_j$  : Exportation du produit i (volume) ;  $tm_j$  : taux de taxation douanière (net) à l'importation du produit j ;  $e$ : taux de change extérieur nominal ;  $Pwm_j$  : prix international à l'importation du produit j, libellé en devise ;  $M_j$  : importation du produit j (volume)

$$TIM_j = tm_j Pwm_j e M_j \quad (j=1, 2, 3) \dots\dots\dots(16)$$

$TIM_j$  : recettes douanière (nettes) à l'importation du produit j (valeur)

$$TIE_j = te_j Pe_j EX_j \dots (17) \quad \text{Où } TIE_j \text{ recettes douanière (nettes) à l'exportation du produit j et } te_j : \text{taux de taxation douanière (net) à l'exportation du produit j .}$$

$$TD_h = ty_h YM_h (h = hs, hk) \dots\dots\dots(18); \quad TDE = tye YE \dots\dots\dots(19)$$

$$YG = \sum_j TI_j + \sum_h TD + TDE \dots\dots\dots(20); \quad SG = YG - G - TG_h \dots\dots\dots(21)$$

**2.1.3 Bloc de la demande finale**

Le bloc de la demande finale est composé de la consommation des ménages (équation 20), de la demande d'investissement en produit de la branche i (équation 21) et le total de la demande intermédiaire en intrant i (équation 23). Contrairement au modèle ATETA, ici nous introduisons les prix du marché ( $Pc_i$ ).

$$C_{i,h} = \frac{y_{i,h} YDM_h}{Pc_i} \quad (i=1, 2, 3; h = hs, h) \dots\dots\dots(22)$$

$$G = P_{ntr} X S_{ntr} \dots\dots\dots(23)$$

$$INV_i = \frac{\mu_i IT}{Pc_i} \dots\dots\dots(24) \quad (i=1, 2, 3)$$

**2.1.4 Bloc du Commerce extérieur**

La théorie néoclassique du commerce international se base sur l'hypothèse de substituabilité parfaite entre les biens échangeables produits localement et à l'étranger. Dans la nouvelle théorie du commerce international, la substituabilité parfaite entre les biens échangeables est remise en cause au profit d'une substituabilité imparfaite et cela dans l'objectif d'expliquer les échanges intrabranches.<sup>46</sup>

---

<sup>46</sup> Oukaci K., Kherbachi H (2008) « Impact de la libéralisation commerciale sur l'intégration et le développement de l'économie algérienne : évaluation par un modèle d'équilibre général calculable » Cahiers du CREAD, pages 5-46, page 10.



L'hypothèse du petit pays implique des courbes de demande du Reste du Monde infiniment élastiques, l'offre d'exportation du pays étant relativement petite de sorte que les termes de l'échange soient exogènes. Pour rendre compte de la différenciation des biens par pays de destination, une fonction à élasticité de transformation constante (CET) est utilisée. L'output dans un secteur donné est un composite de deux biens substitués imparfaits selon leur pays de destination, un bien écoulé uniquement sur le marché local et un bien exporté. L'offre d'exportation n'est plus déterminée de façon résiduelle par le surplus de production sur la consommation, mais elle est dérivée de façon optimale par le producteur. Cette spécification permet d'éviter de surestimer la réponse d'offre d'exportation aux changements de politique commerciale. Nous supposons que le producteur du produit  $j$  peut affecter sa production totale  $XS_j$ , en proportion variable, à des ventes d'exportation  $EX_j$  et à des ventes locales ( $D_j$ ), cette transformation entre  $EX_j$  et  $D_j$  étant, elle-même, à élasticité de transformation commerciale constante et finie (équation 25). La maximisation du profit total du producteur  $j$  nous donne la relation (26). Ce qui permet de déduire l'équation (27) qui établit le lien optimal, du point de vue du producteur, entre le volume offert sur le marché intérieur et celui offert sur le marché étranger.

$XS_j = B_j^e \left[ \lambda_j^e EX_j^{k_j^e} + (1 - \lambda_j^e) D_j^{-k_j^e} \right]^{\frac{1}{k_j^e}} \dots \dots \dots (25)$ $\frac{D_j}{EX_j} = \left[ \left( \frac{1 - \lambda_j^e}{\lambda_j^e} \right) \left( \frac{PE_j}{PI_j} \right) \right]^{\tau_j^e} \dots \dots \dots (26)$ $D_j = \left[ \left( \frac{1 - \lambda_j^e}{\lambda_j^e} \right) \left( \frac{PE_j}{PI_j} \right) \right]^{\tau_j^e} EX_j \dots \dots \dots (27)$	$Q_j = A_j^m \left[ \delta_j^m M_j^{-p} + (1 - \delta_j^m) D_j^{-p_j} \right]^{\frac{1}{p_j}} \dots \dots \dots (28)$ $\frac{M_j}{D_j} = \left[ \left( \frac{\delta_j^m}{1 - \delta_j^m} \right) + \left( \frac{PD_j}{PM_j} \right)^{\sigma_j} \right] \dots \dots \dots (29)$ $M_j = \left[ \left( \frac{\delta_j^m}{1 - \delta_j^m} \right) + \left( \frac{PD_j}{PM_j} \right)^{\sigma_j} \right] D_j \dots \dots \dots (30)$
--	---

Où:  $B_j^e$ : constante de niveau de la fonction de transformation commerciale et  $\lambda_j^e$  paramètre distributif relatif au volume exporté.

Dans la modélisation des importations, nous adoptons l'hypothèse d'Armington (1969) selon laquelle il y a une différenciation des produits par pays d'origine et les biens domestiques et importés sont des substitués imparfaits dans la demande. Ce traitement suppose que l'utilisateur du produit se voit offrir un volume total du produit composite ( $Q_j$ ) qu'il achète en proportion variable, au RDM ( $M_j$ ) et sur le marché intérieur ( $D_j$ ). Son choix entre les deux sources d'approvisionnement est exprimé par une fonction de substitution commerciale à élasticité de substitution commerciale constante et finie (relation 28). Tels que  $Q_j$ ,  $A_j^m$ ,  $\delta_j^m$  et  $p_j$  représentent

respectivement les ressources en produit composite  $j$ , la constante de niveau de la fonction de substitution commerciale, des paramètres de répartition et de substitution.  $PD_j$  représente le prix domestique et  $PM_j$  le prix en monnaie locale du bien importé. Cette spécification permet de rendre compte du degré de substituabilité et donc du degré de différenciation des biens domestiques et importés. En effet, selon le niveau de l'élasticité de substitution, les importations peuvent être soit des substituts parfaits aux biens domestiques, soit des compléments parfaits.

La relation (28) résulte de la minimisation de la dépense totale sur le produit composite  $j$ . Ce qui permet de déduire la fonction de la demande d'importation du produit  $j$  (l'équation 30).

#### 2.1.4 Bloc des Prix

La présence de l'Etat et du Reste du Monde engendre de nombreux prix dans le modèle. Il y a d'abord le prix composite ( $PQ_j$ ) déterminé par l'équilibre des marchés des produits en incluant les marges commerciales. Le prix de la valeur ajoutée est déterminé par ce prix composite et le prix à la production (relation 31).

$PV_j = \frac{P_j X S_j - \sum_i P Q_j D I_{ij}}{VA_j} \dots\dots(31)$	$PD_j = \frac{P_c Q_j - P M_j M_j}{Q_j} \dots\dots 35$
$r_j = \frac{P v_j V A_j - s L D_j}{K D_j} \dots\dots(32)$	$PI_j = \frac{P_j D_j}{(1+tx_j)} \dots\dots 36$
$PM_j = e P w m_j (1 + tm_j) (1 + tx_j) \dots\dots(33)$	$P_j = \frac{P_j E_j EX_j + P I_j D_j}{Q_j} \dots\dots 37$
$PE_j = \frac{e P w e_j}{(1+te_j)} \dots\dots(34)$	$P_{INDEX} = \sum_j \omega_j PV_j \dots\dots 38$

La rémunération du capital est déterminée par la relation (32). Le prix des importations est égal au prix international augmenté des tarifs douaniers et taxes intérieures (équation 33). Le prix des exportations est lié au prix international par la relation (34). Le prix du produit local vendu sur le marché intérieur au prix du marché  $PD_j$  est égal à la différence entre la valeur de l'offre totale de produit au prix composite et celle de l'importation de ce produit à son prix intérieur, par unité vendue localement (voire la relation 35). Le prix reçu par le producteur sur ses ventes sur le marché intérieur  $PI_j$  est donné par l'équation (36). En revanche, l'équation (37) nous donne le prix perçu par le producteur  $P_j$  qui est une moyenne pondérée entre la valeur de la production locale et la valeur des exportations. L'indice de prix du PIB aux coûts des facteurs  $P_{INDEX}$  est défini par l'équation (38), où  $\omega_j$  représente la part de la valeur ajoutée de la branche d'activité  $j$  dans le PIB aux coûts des facteurs à la situation de référence.

### 2.1.5 Bloc des conditions d'équilibre

Les conditions d'équilibre sont entre autres : l'équilibre sur le marché des produits (équation 38), l'équilibre sur le marché de travail (équation 39) et l'équilibre de l'investissement et des épargnes (équation 28). Le facteur capital étant spécifique à chaque branche, le marché de ce facteur n'existe pas.

$$LS = \sum_{j=1} LD_j \dots\dots (38) \quad ; \quad Q_i = DIT_i + \sum_h C_{i,h} + INV_i \quad (i=1,2,3) \dots\dots (39); \quad IT = \sum_h SM_h + SE + SG + SR \dots\dots (40); \quad SR = e \sum_{j=1} Pw_m_j M_j + \lambda w \sum_j r_j K D_j + TEW - e \sum_{j=1} Pw_e_j EX_j \dots\dots (41).$$

**SR** représente le déficit courant de la balance des paiements extérieurs ou épargne étrangère. L'équilibre du Reste du Monde est déduit, de façon hypothétique, de l'équilibre de la balance des paiements. Le RDM n'a pas un comportement déduit d'une règle d'optimisation explicite, qui permettrait de dériver des fonctions, de la demande d'exportation et l'offre d'importation, de façon optimale. Il est aussi supposé capable d'offrir une quantité illimitée d'importations et d'absorber une quantité illimitée d'exportations à des prix mondiaux exogènes.

Ainsi, la construction du modèle EXTER est achevée. Cependant, avant toute chose, nous devons vérifier si ce système d'équation possède une solution. C'est l'objet du point 2.2

### 2.2 Existence de la solution

Le modèle EXTER comprend 104 équations et 119 variables. Pour que ce système puisse avoir une solution, nous devons rendre exogènes 15 variables, de manière à n'avoir que 104 équations et 104 variables endogènes. Cependant, compte tenu de la loi de Walras, le fait d'obtenir cette égalité ne garantit pas l'existence de la solution. Autrement dit, c'est une condition nécessaire mais pas suffisante, nous avons 104 équations, dont 103 indépendantes, et 104 variables. De ce fait, nous devons exogénéiser 16 variables dont une considérée comme numéraire du système en l'occurrence le taux de change.

### 2.3. Calibrage ou choix des valeurs numériques des paramètres et Résolution du modèle

Les valeurs numériques de tous les coefficients et paramètres sont calculés. Pour les détails sur les valeurs numériques des variables exogènes et des paramètres de ce modèle, lire à cet effet Décaluwé et al. (2001, pages 218-221). La résolution du modèle se fera, en utilisant le logiciel GAMS. Le processus de résolution suivi par le modèle est retracé comme suit : d'une façon générale, le processus de résolution du modèle suit à peu près l'ordre dans lequel les blocs d'équations sont décrits. La résolution initiale va consister à définir le prix des biens et services. Une fois réalisé, le modèle va définir les demandes de facteurs pour chaque producteur étant

donné la quantité de travail et de capital initialement disponible, la forme de leur fonction de production et un comportement de maximisation du profit. Pour les détails sur la résolution du modèle EXTER sous GAMS, lire à cet effet le cours de Véronique Robichaud « modèle EXTER en économie ouverte, avec gouvernement, cours de modélisation en équilibre général calculable<sup>47</sup>.

### **Section 3 : Méthodologie d'introduction de la dynamique dans le MEGC**

Dans le MEGC, comme dans les autres domaines de la modélisation macroéconomique, la dynamique signifie la prise en compte du temps, dans les spécifications et le fonctionnement du modèle. Le MEGC précédant, décrit dans la section deux de ce présent chapitre, est spécifié dans l'hypothèse que le temps n'intervient pas ou plutôt que la période considérée est éternelle. L'économie est supposée avoir un comportement figé dans le temps. Les équilibres dégagés de la résolution du MEGC statique donne les effets totaux par rapport à la situation de référence. Les MEGC statiques pourraient surestimer les gains à attendre de l'ouverture commerciale puisqu'ils ne prennent pas en compte un éventuel renoncement à la consommation à court terme pour alimenter le stock de capital.

En général, le développement d'un MEGC dynamique part d'un modèle statique auquel sont apportées toutes les adaptations nécessaires et réalisables. Une approche dynamique est utile pour permettre d'étudier les impacts de court et de moyen termes. En outre, un certain nombre d'effets sont dynamiques, dans le sens où ils sont intrinsèquement liés à un processus d'accumulation ou d'évolution, et sont difficiles à prendre en compte dans un cadre statique. Ces effets sont essentiellement de deux ordres: d'une part, les politiques commerciales peuvent affecter le stock de capital dans l'économie, par l'intermédiaire de leur impact sur le revenu ou sur le taux d'épargne; d'autre part, elles peuvent avoir un effet sur l'évolution du capital humain et de la technologie. Chacun de ces deux types d'effets est susceptible d'atteindre des ordres de grandeur très supérieurs (pour les gains comme pour les pertes) à ceux des effets dits statiques.<sup>48</sup>

---

<sup>47</sup> Robichaud V « Cours de modélisation en équilibre général calculable, modèle EXTER en économie ouverte, avec gouvernement ; Disponible sur [https://www.pep-net.org/sites/pep-net.org/files/Modele\\_EXTER-FR.pdf](https://www.pep-net.org/sites/pep-net.org/files/Modele_EXTER-FR.pdf)

<sup>48</sup> Hedi Bchir M, Decreux Y, Guérin J L, Jean S (2002) « MIRAGE, un modèle d'équilibre général calculable pour l'évaluation des politiques commerciales » revue économie internationale 2002/1-2 (n° 89-90), pages 109 à 153

La prise en compte du temps dans le MEGC est effective selon les deux approches suivantes<sup>49</sup> : 1) la dynamique récursive ou séquentielle ; 2) la dynamique intertemporelle.

**3-1 La dynamique récursive ou séquentielle** : Elle consiste en une juxtaposition d'équilibres temporaires. Partant de la situation de référence (MCS et autres données de base), est déterminée une suite de situations annuelles successives. Le comportement de l'économie à la période courante dépend uniquement des périodes passées. L'application d'un modèle EGC avec dynamique récursive implique dans un premier temps d'introduire des variables d'accumulation qui vont contribuer à l'évolution économique dans le modèle. Le modèle statique est donc résolu pour la deuxième période en utilisant comme variable de départ la solution trouvée pour la première période. La dynamique s'installe avec les variables d'accumulation. Des réitérations sont opérées à plusieurs reprises suivant le nombre de périodes de résolution retenues, celui-ci allant de 1 à un total de 40 voire 50 ans, chaque période représentant une année.

Dans les équations d'accumulation, le lien de récurrence entre les périodes est établi à travers des variations de stock combinant les flux effectifs et les éléments de réévaluation (dépréciation, appréciation). Ces équations d'accumulation concernent le plus souvent:

- l'accumulation de capital comportant le taux d'amortissement (ou de dépréciation) et l'investissement
- l'investissement à travers le taux d'accumulation du capital (ratio du flux d'investissements au stock de capital) qui varie en fonction du rapport du taux de rendement du capital initial au coût d'usage du capital ;

Dans le modèle MIRAG<sup>50</sup>, la dynamique du modèle est de nature séquentielle, si bien que l'équilibre peut être résolu pour chaque période successivement. L'horizon temporel peut être choisi librement, le plus souvent de l'ordre de quinze à vingt ans. Pour tous les facteurs autres que le capital, le taux de croissance est fixé de manière exogène. Le modèle ne considère pas de progrès technique dans le scénario de référence. À chaque période, les facteurs mobiles s'ajustent instantanément, tandis que le stock de capital ne s'ajuste que par l'investissement.

---

<sup>49</sup> Séminaire de formation sur les techniques de construction de modèles d'équilibre général calculable (MEGC), Programme d'appui au renforcement de la gestion des finances publiques et des statistiques – PAR GS , Ouagadougou, 12 au 16 octobre 2015

<sup>50</sup> MIRAGE signifie *Modelling International Relationships in Applied General Equilibrium*.

Le MEFC dynamique est construit généralement en dynamique séquentielle, c'est à dire qu'il est résolu pour une séquence d'équilibres statiques d'une période, reliées à travers une équation dynamique  $K_t = K_{t-1}(1-\eta) + I_{i,t-1}$ , ici l'accumulation du capital<sup>51</sup>. L'équation associée à l'accumulation du capital décrit une évolution au cours du temps qui guide en quelque sorte le modèle sur le long terme.<sup>52</sup> En outre, le modèle est récursif, en ce sens qu'il est résolu pas à pas au cours du temps et il n'est caractérisé par aucun mécanisme d'anticipation de changements de prix ou de contraintes futurs.

**3-2- La dynamique intertemporelle :** Elle consiste en une introduction de comportements intertemporels. Les agents maximisant des fonctions objectifs sur un horizon intertemporel. Cela se traduit sous forme :

- de termes d'anticipations rationnelles dans les spécifications ;
- de maximisation par les consommateurs d'une fonction d'utilité intertemporelle sous la contrainte de leur budget intertemporel ;
- de maximisation par les firmes de la valeur présente de leurs revenus nets sous la contrainte d'accumulation du capital ;
- d'introduction d'une fonction de coûts d'ajustement.

Les modèles inter-temporels sont basés sur les modèles de cycles réels (Real Business Cycles) où le programme des agents porte sur plusieurs périodes à la fois (Avouyi-Dovi, Matheron et Fève, 2007). Ils se fondent sur l'hypothèse des anticipations rationnelles des agents (producteurs et consommateurs) et permettent de décrire la dynamique transitoire de même que l'équilibre de long terme de l'économie menant ainsi à des implications importantes sur le bien-être des agents.<sup>53</sup>

Dans ce sillage, nous allons présenter le modèle de Devarajan & Go (1998)<sup>54</sup> pour expliquer la méthodologie de modélisation EGC en dynamique intertemporelle. Devarajan &

---

<sup>51</sup> A cet égard, le modèle suit un processus qui ressemble, à quelques variantes, au processus séquentiel du modèle de Bourguignon et al. (1992) et Agenor et al. (2003).

<sup>52</sup>Tchioutchoua Lenou S, Ali Madai Boucar (2019) "Mise en place d'un modèle de simulation d'impact de la croissance des secteurs productifs sur les emplois en république démocratique du Congo : Un MEGC Dynamique », Bureau international du travail.

<sup>53</sup>Voir le travail publié dans ce site :

[https://savoirs.usherbrooke.ca/bitstream/handle/11143/5885/Abdou\\_Watta\\_Habiba\\_Msc\\_2014.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://savoirs.usherbrooke.ca/bitstream/handle/11143/5885/Abdou_Watta_Habiba_Msc_2014.pdf?sequence=4&isAllowed=y)

<sup>54</sup> Devarajan S. et Go D. (1998), The simplest dynamic general-equilibrium model of an open economy. Journal of Policy Modeling 20 (6), 677-714,

Go (1998) développent un modèle dynamique appliqué aux Philippines qui permet d'expliquer de façon pédagogique comment les résultats obtenus dans un cadre statique sont enrichis et modifiés par les comportements intertemporels. La structure agrégée du modèle (un bien produit et consommé localement, un bien exporté et un bien importé) permet d'étudier de façon simple les conséquences économiques d'un choc sur les termes de l'échange et l'impact de différentes formes de politiques de libéralisation commerciale. Ils montrent qu'une augmentation permanente du prix mondial des exportations provoque à court terme une baisse de la consommation des ménages. Cette évolution est liée à la très forte augmentation de l'investissement au cours des premières périodes suivant le choc. Cet effet transitoire ne pourrait pas être appréhendé dans un modèle statique où le niveau d'épargne est une fraction fixe du revenu total. Ils montrent également qu'une libéralisation du secteur des biens finaux conduit, contrairement à ce qui est mis en évidence dans les modèles statiques, à une perte de bien-être pour les agents. La baisse des droits de douane entraîne une perte de compétitivité des biens domestiques et provoque dans ce cadre intertemporel une baisse de l'investissement. De plus, la mise en place d'un impôt domestique pour compenser la perte de revenu liée à la libéralisation provoque une baisse de la consommation. En revanche, la baisse des droits de douane sur les biens en capital importés conduit à d'importants gains en bien-être grâce à la réduction du coût de l'investissement.

Les consommateurs sont supposés épargner une part fixe du revenu, et les décisions d'investissement sont basées sur des parts historiques ou des taux actuels de rendement du capital. Les décisions d'épargne et d'investissement ne sont pas « *prévisionnelles* ». Or, pour leurs décisions intra-périodes, ces mêmes consommateurs et producteurs résolvent des problèmes d'optimisation assez compliqués et tiennent compte de l'information contenue dans tous les prix de l'économie. Dans son article, le modèle résout l'ensemble de prix intra- et intertemporellement cohérents. L'épargne et l'investissement sont le résultat d'une optimisation dynamique basée sur les prix futurs qui sont, à leur tour, cohérents avec les niveaux d'épargne et d'investissement réalisés.

Le modèle est une version dynamique et étendue du « modèle 1-2-3 » décrit dans Devarajan, Lewis et Robinson (1993). Les comportements de consommation et d'investissement sont intertemporels comme dans Go (1994). Des expressions explicites ou des équations

dynamiques pour la consommation et l'investissement sont dérivées. Pour les besoins de l'implémentation numérique, le problème de l'intertemporel est formulé en temps discret. L'actualisation en temps discret nécessite une convention de datation. Afin de simplifier la dérivation et le calibrage, toutes les transactions sont supposées avoir lieu à la fin de la période (tandis que les décisions sont prises ou planifiées au début de la période).

Au début de la période ( $t = 0$ ), le gain réalisé au cours de cette période doit être actualisé de  $r$ , c'est-à-dire  $= Y_0 / (1+r_0)$  ; de même, la valeur actuelle du revenu de la période suivante est  $Y_1 / (1+r_0) (1+r_1)$  et, le stock de richesse de la période  $t$  génère un revenu d'intérêts  $r_t W_t$  au début de la période suivante ( $t + 1$ ).

Le consommateur représentatif maximise son utilité actualisée de la séquence temporelle de consommation (agrégée).

$$\max U_0 = \sum_{t=0}^{\infty} \left( \frac{1}{1+\rho} \right)^{t+1} \frac{1}{1-\nu} (C_t)^{1-\nu} \quad (1)$$

Il s'agit de la fonction d'utilité homogène familière qui est additivement séparable avec une élasticité constante de l'utilité marginale,  $\nu$ . L'utilité est actualisée par le taux positif et constant de préférence temporelle du consommateur,  $\rho$ .

Pour déterminer la contrainte budgétaire du consommateur, l'auteur définit d'abord sa richesse,  $W_0$ , en tant que flux actualisé de revenu courant  $Y_t$ ,

$W_0 = \frac{Y_0}{1+r_0^c} + \frac{Y_1}{(1+r_0^c)(1+r_1^c)} + \dots + \frac{Y_t}{\prod_{s=0}^t (1+r_s^c)} + \dots = \sum_{t=0}^{\infty} \mu(t) Y_t \quad (2)$	$\mu(t) = \prod_{s=0}^t (1+r_s^c)^{-1}$
---	---

$r_s^c$  est le taux d'intérêt auquel sont confrontés les consommateurs. Il est souvent commode de séparer la richesse en ses composantes : (1) la richesse financière, qui est la valeur actuelle des revenus futurs du capital et qui est également équivalente au montant de capital créé,  $K_t$ , évalué à son prix fictif  $q_t$  ; et (2) le patrimoine non financier, qui est le flux actualisé du revenu du travail net d'impôt plus les transferts nets de l'État et les envois de fonds nets de l'étranger moins le



service de la dette extérieure. La valeur actualisée du flux des paiements au titre du service de la dette correspond au niveau de la dette extérieure. Par conséquent, le consommateur est supposé responsable à la fois de la dette extérieure et de ses paiements d'intérêts. La contrainte de richesse (équation (3)) de ce ménage exige que la valeur actuelle des dépenses de consommation ne dépasse pas sa richesse.

$$\sum_{t=0}^{\infty} \mu(t) PC_t C_t \leq W_0 \quad (3)$$

Le lagrangien du problème intertemporel (équation (4)) est donné par la relation (4)

$L = \sum_{t=0}^{\infty} \left( \frac{1}{1 + \rho} \right)^{t+1} u(C_t) + \gamma \left[ \sum_{t=0}^{\infty} \mu(t) PC_t C_t - W_0 \right] \quad (4)$	$u(C_t) = \frac{1}{1 - \nu} (C_t)^{1-\nu}$
--	--

La solution est une séquence de consommation sous la forme de modèle de consommation basé sur la théorie du choix (équation (5)).

$C_t = \frac{W_t(1 + r_t)}{[PC_t(1 + \sum_{j=t+1}^{\infty} \zeta(t,j))]} \quad (5)$	$\zeta(t,j) = \left[ \left( \frac{PC_t}{PC_j} \right)^{1-\nu} \frac{\prod_{a=t+1}^j (1 + r_a^c)^{1-\nu}}{(1 + \rho)^{j-t}} \right]^{1/\nu}$
---	---

La condition intertemporelle (Équation (6)) exige que l'utilité marginale de la consommation à la période  $t$  et  $s$  ( $s > t$ ) soit :

$$\frac{u'(C_s)}{u'(C_t)} = \frac{PC_s}{PC_t} \frac{(1 + \rho)^{s-t}}{\prod_{a=t+1}^s (1 + r_a^c)} \quad (6)$$

La variation à terme de la consommation entre deux périodes adjacentes peut être dérivée en fonction des prix relatifs des deux périodes, du taux de préférence temporelle et du taux  $r_t^c$  par lequel la consommation actuelle est transformée en consommation future (équation (7)).

$$\frac{C_{t+1}}{C_t} = \left( \frac{PC_{t+1}(1 + \rho)}{PC_t(1 + r_{t+1}^c)} \right)^{\frac{1}{\nu}} \quad (7)$$

Le taux intertemporel  $r^c$  est déterminé par le coût d'opportunité de l'épargne, qui est dans ce cas le coût de l'emprunt à l'étranger. Cette dernière, l'équation (8), est définie comme le taux

d'intérêt mondial  $i^*$  plus la variation à terme en pourcentage du taux de change réel. Le taux de change réel,  $e^c_t$ , à son tour, est le prix relatif entre les importations et les biens nationaux (les deux biens achetés par le consommateur) Équation (9).

$r_t^c = i^* + \frac{e_{t+1}^c - e_t^c}{e_t^c} \quad (8)$	$er_t^c = PM_t/PD_t \quad (9)$
---	--------------------------------

Comme dans les travaux d'Abel (1980), Hayashi (1982) et Summers (1981), le problème de décision dynamique de l'entreprise consiste à choisir une trajectoire temporelle d'investissement qui maximise la valeur de l'entreprise  $V_t$ , définie comme la valeur actuelle du

$$\max V_0 = \sum_{t=0}^{\infty} \mu(t) R(t) \quad (10)$$

revenu net.

Soumis à l'équation (11) 
$$K_{t+1} - K_t = I_t - \delta K_t \quad (11)$$

L'équation (11) est l'équation familière de l'accumulation du capital,  $\delta$  étant le taux de dépréciation.  $R(t)$  est le bénéfice brut moins les dépenses d'investissement. Les dépenses d'investissement, équation (12), sont affectées par le coût de remplacement du capital  $PK_t$  ainsi que par les crédits d'impôt à l'investissement ( $tc_t$ ) et les coûts d'ajustement  $\theta(x_t)$ , Equation (13):

$$J[I_t, \theta(t) \dots] = I_t PK_t [1 - tc_t + \theta(x_t)] \quad (12)$$

$$\theta(x_t) = \left(\frac{\beta}{2}\right) \frac{(x_t - \alpha)^2}{x_t} \quad (13)$$

La variable  $\theta(x_t)$  signifie la présence de coûts d'ajustement dans l'investissement et augmente en fonction du rapport  $I_t / K_t$ , défini comme  $x_t$  ci-dessus. Une fonction quadratique de paramètres  $\alpha$  et  $\beta$  et  $\theta(\cdot)$  est considérée comme externe à l'entreprise. Cela implique que la production ne s'ajuste pas instantanément aux variations de prix et que les stocks de capital souhaités ne sont atteints que progressivement dans le temps.

Pour plus de détail sur la fonction d'investissement dynamique, lire Devarajan S. et Go D. (1998), *The simplest dynamic general-equilibrium model of an open economy* (pages 683- 685).<sup>55</sup>

## Conclusion

Aux termes de ce chapitre, nous pouvons conclure que la prise en compte de liens avec l'étranger entraîne l'existence de flux nouveaux : les exportations et les importations de produits, celles-ci donnant naissance à des recettes fiscales supplémentaires, le paiement de revenus du capital à des non-résidents ainsi qu'une importation nette de capital, ou épargne étrangère, qui s'ajoute à l'épargne nationale pour assurer le financement de l'investissement de la nation. En outre, le système des prix s'élargit aussi. Nous avons les prix internationaux des produits (libellés en devise), déterminés sur le marché mondial et les prix internationaux des produits (libellés en monnaie nationale). Le taux de change assure la conversion de ces prix. Les consommateurs peuvent choisir d'obtenir le produit composite sur le marché intérieur ou de l'importer. Les producteurs sont confrontés à un choix de même nature dans leurs achats d'intrants intermédiaires et de bien d'investissements. Ces mêmes producteurs ont en outre, la possibilité de vendre leur production, soit localement, soit à l'étranger.

La méthodologie de l'introduction de la dynamique dans le MEGC est basée généralement sur l'approche dynamique séquentielle, c'est à dire que le MEGC est résolu pour une séquence d'équilibres statiques d'une période, reliées à travers une équation dynamique. Il est résolu pas à pas, marché par marché, avant de converger vers sa solution d'équilibre général. A chaque période, les marchés s'ajustent afin d'atteindre leur état d'équilibre. Afin de résoudre le modèle, on utilise généralement un logiciel du type GAMS qui permettent de résoudre simultanément l'ensemble des équations non linéaires du modèle.

La résolution des MEGC utilisant l'approche dynamique inter temporelle est rendue difficile. Elle nécessite de définir un état stationnaire ou de croissance terminale équilibrée. Toutes les spécifications rendent plus compliquées les étapes de bouclage et de calibrage des MEGC. Leur utilisation exige donc un degré élevé de maîtrise des techniques de modélisation en équilibre général calculable.

---

<sup>55</sup>Devarajan S. et Go D. (1998), *The simplest dynamic general-equilibrium model of an open economy*” Disponible sur <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.203.4270&rep=rep1&type=pdf>

## Conclusion générale

Depuis les années 1980, on assiste à un engouement aux modèles d'équilibre général calculable (MEGC) dans l'analyse des effets de politiques économiques diverses. La Modélisation en EGC consiste à expliciter un modèle de simulation censé représenter l'ensemble des interactions entre les agents économiques.

Le point fort d'un tel outil est la solidité de ses fondements microéconomiques intégrés dans un cadre macroéconomique. En effet, la modélisation en équilibre général calculable permet de décrire les comportements de tous les agents économiques en excluant tout recours à des méthodes *ad hoc*. En outre, les MEGC permettent de simuler les interrelations entre les différents facteurs et les différents marchés suite à une modification structurelle de l'économie. Le succès des MEGC repose en partie sur leur capacité à dépasser le cadre de l'équilibre partiel en appréhendant les effets directs et indirects d'un choc exogène sur les différents marchés, tout en considérant l'interdépendance de ces derniers. En outre, la liberté dont jouit le modélisateur dans sa manière de fixer le degré de désagrégation des marchés de biens et services ou des facteurs, lui permet d'aborder un ensemble de problématiques très varié. Les MEGC sont à même de répondre à des questions complexes de politique économique mettant en jeu le côté de la demande comme le côté de l'offre et pouvant concerner le moyen-long terme.

A leur début, les MEGC avaient pour objectif d'identifier les canaux de transmission de certaines politiques économiques volontaristes sur le long terme à travers les différents marchés des PVD. De ce fait, certains économistes les ont qualifiés de modèles «jetables après utilisation». Les premières générations de modèles EGC avaient une origine quasi comptable ayant une filiation avec la méthode de Leontief. Dans leur version walrasienne, ils deviennent des applications «calculables» en s'appuyant sur la théorie de l'équilibre général concurrentiel. Cependant, par souci de réalisme, les caractéristiques originelles du modèle walrasien ont peu à peu été élargies à des modèles davantage macroéconomiques afin d'analyser les dynamiques de court terme. Des marchés imparfaits, des rigidités et un ensemble de composantes socio-institutionnelles ont par conséquent été ajoutés aux modèles originaux. C'est pourquoi plusieurs écoles de modèles se distinguent : on parle de modèles walrasiens ou néo-classiques lorsque les fondements de ces modèles suivent fidèlement les hypothèses initiales et de modèles macro ou macro-structuralistes lorsque des caractéristiques s'apparentant au modèle IS/LM s'ajoutent au noyau *walrasien*.

Dans leur construction, il est attendu des modèles d'équilibre général qu'ils permettent de reproduire aussi fidèlement que possible le fonctionnement réel de l'économie dans laquelle opèrent les différents agents considérés (ménages, entreprises, gouvernement et reste du monde), chacun poursuivant un objectif d'optimisation sous contraintes. Les prix relatifs des produits/services et des facteurs de production sont les principales variables d'ajustement du modèle garantissant l'équilibre (en tant qu'ensemble de programmes de production et de paniers de consommation) sur chacun de ces deux types de marchés au regard de leurs volumes d'offres et de demandes.

Ce cours a illustré la méthodologie de construction d'un MEGC dans le cas d'une économie fictive et fermée, avec (ou sans) un secteur gouvernemental. Les équations du MEGC reflètent le fonctionnement de l'économie. Ce MEGC servira pour simuler des politiques économiques ou l'impact d'un accroissement du volume de main d'œuvre et de la consommation publique, ainsi que pour une augmentation de la fiscalité indirecte. Si le modèle est ouvert au commerce extérieur, il peut utiliser le taux de change, les tarifs douaniers, des contingentements à l'importation et à l'exportation, dans le l'objectif d'atteindre des objectifs de développement et de stabilisation. Un MEGC qui tiendrait compte de ces autres aspects de la politique publique, n'en serait que plus opérationnel pour l'élaboration de véritables programmes de mesures répondant à des objectifs précis.

Les modèles dynamiques intertemporels contraignent les modélisateurs à limiter le nombre de ménages et de secteurs à introduire dans le modèle. En revanche, les modèles dynamiques séquentiels ne présentent pas cet obstacle ce qui lui confère une plus grande facilité d'application sur les autres modèles. La dynamique du modèle est déterminée principalement par les équations du capital. La quantité totale de capital disponible à une période donnée dépend de la valeur de la période précédente, moins la dépréciation et plus l'investissement qui y a été fait.

Au terme de ce cours, l'étudiant a acquis les connaissances nécessaires pour élaborer, programmer et utiliser un modèle d'équilibre général calculable.

## Bibliographie

1. Adelman I, Robinson, S. (1978). Income distribution policies in developing countries, Stanford University Press, Stanford.
2. Agenor P.R. (2003), « Analyzing the Impact of Adjustment Policies on the Poor : An IMMPA Framework for Brazil », *The World Bank*, Washington DC.
3. Annabi N, Cockburn J , Decaluwé B, (2003), Formes Fonctionnelles et Paramétrisation dans les MCEG, Crefa, Université Laval.
4. Armington P.S., (1969), « A theory of Demand for Products Distinguished by Place », *IMF Staff Papers*, 16, pp. 159-178.
5. Artige L « L'équilibre macroéconomique keynésien : le modèle IS/LM » ; Introduction à la Macro-économie, HEC-Université de Liège.
6. Avouyi-Dovi S., Matheron J., Fève P. (2007), « Les modèles DSGE : leur intérêt pour les banques centrales », Bulletin de la Banque de France, n° 161, mai.
7. Balasko Y., (1988), Fondements de la théorie de l'équilibre général, Economica,
8. Basu S., Fernald J.G. (1997), «Returns to scale in US production : estimates and implications », *Journal of Political Economy*, 105
9. Beaumais O. et SchubertK., (1996), " Les modèles d'équilibre général appliqués à l'environnement : Développements récents ", *Revue d'économie politique*, 106(03), p.355-380.
10. Benthabet B, (1997). "Une matrice de comptabilité sociale : le cas de l'économie algérienne», in les cahiers du CREAD N° 40 – Alger.
11. Bergman, L., Jorgenson, D. W. and Zalai, E. (1990). General equilibrium modelling and economic policy analysis, Basil Blackwell, Oxford.
12. Borges A., (1986), " Les modèles appliqués d'équilibre général : Une évaluation de leur modèle utilité pour l'analyse des politiques économiques ", *Problèmes économiques*, n°2.023, p. 21-31.
13. Bourguignon F., Branson W., de Melo J. (1992), Adjustment and income distribution : A micro-macro model for counterfactual analysis, *Journal of Development Economics*, n° 38, p. 17-39.
14. Bourguignon F. et Morrisson C. (1992), Ajustement et équité dans les pays en voie de développement, Centre de développement, Paris, OCDE.
15. Breisinger, C., Thomas, M., &Thurlow, J. (2009). "Social accounting matrices and multiplier analysis: An introduction with exercises ", *Washington, D.C.: International Food Policy Research Institute*.
16. Calvin Z. Djiofack, Hasan Dudu and Albert G. Zeufack (2020) 'Assessing COVID-19's economic impact in sub-Saharan Africa: Insights from a CGE model', in Simeon Djankov and Ugo Panizza (Eds), *COVID-19 in Developing Economies*, CEPR/International Development Policy journal, VOX-EU,
17. Chenery H. et Srinivasan (1989), Handbook of development economics, Amsterdam, North Holland.
18. Christensen I., Fung B., Meh C. (2006), « La modélisation de canaux financiers aux fins de l'analyse de la politique monétaire », *Revue de la Banque du Canada*, automne.
19. Christiano L.J., Eichenbaum M., Evans C.L. (2005), « Nominal rigidities and the dynamic effects of shock to monetary policy », *Journal of Political Economy*, 113
20. Cogneau D., Roubaud F. (1992). "Une matrice de comptabilité sociale pour le Cameroun : méthode et résultats". *Statéco*. n°75-76.
21. Decaluwé B., Martens,A. et Monette, M. (1986). Comment construire un modèle d'équilibre général calculable? Une illustration. *L'Actualité économique*, volume 62, numéro 3, septembre 1986, p. 442-473.
22. Declauwé B., Martens A. (1996). "*Le cadre comptable macroéconomique et les pays en développement*", Edition Kathala,Canada.

23. Decaluwé B., Savard L., & Martens A. (2001). "*La politique économique du développement et les modèles d'équilibre général calculable*". Montréal : Les Presses de l'Université de Montréal.
24. Decaluwé B., Dissou Y. et Party A., (2001), " Union Douanière au sein de l'UEMOA: Une analyse quantitative. ", *Revue Economique*, 52 (4), p.811-830.
25. Dervis K., De Melo J. et Robinson S., (1981), " A General Equilibrium Models For Foreign Exchange Shortages in a Developing Economy ". *The Economic Journal*, p. 891-906.
26. Dervis, K., de Melo, J. and S. Robinson (1982). *General equilibrium models for development policy*, Cambridge University Press, Cambridge.
27. Desreumaux V (2013) Équilibre général et justice sociale : la théorie néoclassique comme philosophie politique ? revue *Cahiers d'économie Politique* 2013/1 (n° 64), pages 75 à 110
28. Devarajan S. et Go D. (1998), The simplest dynamic general-equilibrium model of an open economy. *Journal of Policy Modeling* 20 (6), 677-714
29. Dieter S. : La matrice de comptabilité sociale, 24 et 25 Septembre 2001 p 94. Pris du site Internet [www.inwent-fz.org/cours/matricial/k58/10matrice.pdf](http://www.inwent-fz.org/cours/matricial/k58/10matrice.pdf)
30. Dissou, Y. (1993), « Quelques Formes Fonctionnelles Utilisées dans Les MCEG », Document de l'École PARADI, Vol.1, Les Fondements Théoriques et Méthodologiques
31. Dixon, P. B., Parmenter, B. R., Powell, A. A. and Wilcoxon, P. J. (1992). *Notes and problems in applied general equilibrium economics*, Northholland, Amsterdam.
32. Easterly W. (1990), Portofolio effects in a CGE Model : Devaluation in a dollarized economy, in L. Taylor (Ed.), *Socially Relevant...* (voir infra), p. 269-301.
33. Fargeix A. et Sadoulet F. (1993), A financial computable general equilibrium model for analysis of stabilization programs, in J. Mercenier and T. N. Srinivasan (Eds), *Applied General...*, p. 147-181.
34. GAMS - A User's Guide. Tutorial by Richard E. Rosenthal c 2006. GAMS Development Corporation, Washington, DC, USA
35. Ginsburgh V. et Robinson S. (1984), *Equilibrium and Prices in Multisector Models*, in M. Syrquin, L. Taylor, et L. E. Westphal (Eds), *Economic Structure and Performance*, New York, Academic, p. 429-451.
36. Harberger, A. (1962). The incidence of the corporate income tax, *Journal of Political Economy* 70: 215–240.
37. Hedi Bchir M, Decreux Y , Guérin J L , Jean S (2002) « MIRAGE, un modèle d'équilibre général calculable pour l'évaluation des politiques commerciales » revue *économie internationale* 2002/1-2 (n° 89-90), pages 109 à 153
38. Mage-Bertomeu S. (2006), « Les modèles, d'équilibre général appliqués à la politique commerciale : développements récents », *Revue d'économie politique*, vol. 116
39. Malgrange P, Laffargue J-P, Epaulard A. La modélisation macroéconomique DSGE. Présentation générale. In: *Économie & prévision*, n°183-184, 2008-2-3. pp. 1-13.
40. Moumni N, ( 2014) Apports et limites des modèles EGC et DSGE dans la modélisation macro-économique , *Revue Critique économique* n° 32 • Automne 2014, P N°141.
41. Oukaci K ., Kherbachi H ( 2008) « Impact de la libéralisation commerciale sur l'intégration et le développement de l'économie algérienne : évaluation par un modèle d'équilibre général calculable » , *Cahiers du CREAD*, pages 5-46.
42. PARADI, 5e Ecole de modélisation de politiques économiques de développement, 25 Aout-3septembre 1997, volume 1.
43. Robichaud V « Cours de modélisation en équilibre général calculable, Modèle AUTA , économie fermée, sans gouvernement » document pédagogique, Université Laval. Disponible sur : [https://www.pep-net.org/sites/pep-net.org/files/Modele\\_AUTA-FR.pdf](https://www.pep-net.org/sites/pep-net.org/files/Modele_AUTA-FR.pdf)
44. Robichaud V (2017) « une introduction a GAMS », document pédagogique, Université Laval, Disponible sur : [https://www.pep-net.org/sites/pep-net.org/files/GAMS\\_intro-FR.pdf](https://www.pep-net.org/sites/pep-net.org/files/GAMS_intro-FR.pdf)

45. Robichaud V ( 2017) « Cours de modélisation en équilibre général calculable, Modèle EXTER économie ouverte , avec gouvernement : Disponible sur :[https://www.pep-net.org/sites/pep-net.org/files/Modele\\_EXTER-FR.pdf](https://www.pep-net.org/sites/pep-net.org/files/Modele_EXTER-FR.pdf)
46. Robichaud V, (2017) « Cours de modélisation en équilibre général calculable, Modèle AUTETA économie fermée, avec gouvernement », document pédagogique, Université Laval
47. Robinson S. (1991), Macro-economics, financial variables, and computable general equilibrium models, *World Development*, vol. 19, n° 11, p. 1509-1525.
48. Rosenszweig J. A. et Taylor L., Devaluation, Capital Flows, and Crowding out: A CGE Model with Portfolio Choice for Thailand, in L. Taylor, *Socially Relevant*, p. 302-332.
49. Round J I, (2003). "Constructing SAMs for Development Policy Analysis: Lessons Learned and Challenges Ahead", *Economic Systems Research* 5(2)
50. Rapport technique du modèle d'équilibre général calculable (modèle IFPRI adapté pour le Burkina Faso
51. Scarf, H. E. and Shoven, J. B. (1984). *Applied general equilibrium analysis*, Cambridge University Press, Cambridge.
52. Shoven, J. B. and Whalley J ( 1984): *Applied General-Equilibrium Models of Taxation and International Trade: An Introduction and Survey*, *Journal of Economic Literature*, Vol. 22, No. 3 (Sep., 1984), pp. 1007-1051 Published by: American Economic Association
53. Shoven, J. B. and Whalley, J. (1992). *Applying general equilibrium*, Cambridge University press, Cambridge.
54. Smets F., Wouters R. (2002), «Sources of Business Cycle Fluctuations in the US : A Bayesian DSGE Approach », seminar presentation, Princeton University, November 1.
55. Suwa A. (1991), Les modèles d'équilibre général calculable, *Economie et prévision*, n° 97, p. 69-76.
56. Suwa A. (1992), L'effet des plans de stabilisation sur la répartition des revenus dans les pays en voie de développement (1980-1986 : un modèle d'équilibre général calculable étendu), thèse de doctorat, EHESS, Paris.
57. Séminaire de formation sur les techniques de construction de modèles d'équilibre général calculable (MEGC), Programme d'appui au renforcement de la gestion des finances publiques et des statistiques – PAR GS , Ouagadougou, 12 au 16 octobre 2015.
58. Taylor L. (1980), *Structuralist macroeconomics : Applicable models for the Third World*, NY, Basic Books
59. Tchioutchoua Lenou S, Ali Madai Boucar (2019) «Mise en place d'un modèle de simulation d'impact de la croissance des secteurs productifs sur les emplois en république démocratique du Congo : Un MEGC Dynamique », Bureau international du travail.
60. Thissen, M. (1998). A classification of empirical CGE modeling, SOM Research Report 99C01, University of Groningen, Groningen, The Netherlands
61. Touati, K. (2015). Changements structurels du secteur financier, impact sur les politiques économiques. Approche empirique . *thèse de doctorat en sciences économiques* . Université de Bejaia, Algérie
62. WALRAS L. (1900, 1926), *Éléments d'économie politique pure ou Théorie de la richesse sociale*, in Auguste et Léon Walras - *Œuvres économiques complètes*, vol. VIII, éd. P. Dockès et Alii, Economica, Paris, 1988. Disponible sur <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k1181431v/f24.item.texteImage#>
63. Zantman A (1995). Modèles d'équilibre général calculable et répartition des revenus dans les PED : quelques éléments d'évaluation. In: *Tiers-Monde*, tome 36, n°14



