Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université de Carthage

Ecole Supérieure de la Statistique et de L'Analyse de l'Information

Projet de fin d'année : L'élaboration d'un modèle d'équilibre général Calculable

Réalisé par : Zaghouani Sana

Fehmi Habib

Madani Sarah

Encadré par : M. Mabrouk Mohamed

Remerciements

Nous tenons à exprimer notre sincère gratitude à Monsieur **Mohamed Mabrouk** pour sa disponibilité pour répondre à toutes nos questions concernant ce projet.
Nous remercions aussi toute personne ayant collaboré avec nous pour établir ce travail.

Table des matières

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction générale

Un modèle d'équilibre général calculable (MEGC) est un modèle de simulation visant à donner une représentation de l'ensemble des transactions d'une économie de marché.
À la base, le modèle d'équilibre général calculable est fondé sur l’équilibre Walrasien. Ce modèle fait partie des modèles de répartition de type intégré. Il simule l'opération des marchés des biens et des facteurs et capture les interactions entre les structures de production et de l'emploi, les revenus des facteurs de production, la distribution des revenus aux individus et aux ménages et la structure de la demande.

Dans le cadre du projet académique de fin d’année, nous avons décidé de mener une étude sur la réalisation d’un modèle d’équilibre général calculable.
Nous avons donc appliqué différentes théories étudiées en cours sur une économie de 2 biens, n consommateurs et p producteurs, et traité les résultats des minimisations et des simulations faits sur ce modèle d’équilibre général calculable et comparé leurs précisions.
Le présent document, constitue alors le rapport de notre projet de fin d’année, Il présente les différents travaux effectués et les résultats obtenus. Il s’articule en trois chapitres. Le premier chapitre présente le modèle d’équilibre général calculable, sa description, sa structure, les étapes de son élaboration... Dans le second chapitre, nous exposerons les aspects théoriques liés à la méthodologie d’élaboration d’un MEGC puis sur les différentes simulations et interprétations macroéconomiques effectuées sur un modèle sans taxes et enfin sur un modèle avec taxes (directes et indirectes). Le troisième chapitre constitue la partie sur le bien public. Nous aurons alors l’étude d’un modèle à un seul bien. On effectuera aussi une étude sur une économie à 2 biens avec application d’une taxe directe et on finira avec l’application d’une taxe indirecte.
Pour notre travail nous avons utilisé « Rstudio » en faisant appel à différentes librairies, principalement la librairie « optimix », qui permet de réaliser des optimisations.

CHAPITRE I :

Présentation d'un modèle d'équilibre général calculable

1- Définition et historique :

Les MEGC proposent une analyse quantitative d'un problème de politique économique. Ce sont des outils de simulation et d'aide à la décision qui font l'objet d'une large demande sociale et politique.

<u>Milieu des années 70 :</u>

•Les économistes délaissent peu à peu les modèles macro-économétriques (trop lourds et trop couteux)

•Les chocs pétroliers suscitent un intérêt :

-pour l'étude de politiques plus ciblées tenant compte des effets de redistribution
-pour les politiques fiscales
-pour les questions d'environnement

<u>Années 80-90</u> :

- Développement des MEGC grâce aux progrès informatiques.
- Evolution très dispersée pour répondre à des besoins particuliers (théoriques, pratiques, sociaux).
- Evolution dans des contextes institutionnels très différents (recherche académique, institutions internationales, pays en développement, pays développés).

<u>De 1990 à aujourd'hui :</u>

- Champs d'application très divers (fiscalité, retraites, environnement, commerce international, finance…).

- Développements méthodologiques : concurrence imparfaite et dynamique.

2- Structure de base :

Le MEGC est constitué de deux parties principales :

- La matrice de comptabilité sociale : base comptable du modèle.
- Les équations du modèle proprement dit.

La Matrice de Comptabilité Sociale (MCS) :

La matrice de comptabilité sociale (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.

La MCS est fondée sur le principe de l'équilibre des emplois et des ressources. Cette égalité comptable est vérifiée non seulement au niveau global, mais aussi pour chaque agent, firmes et ménages (eux-mêmes divisés en secteurs ou en catégories sociales), gouvernement et reste du monde. Elle est donc une généralisation des matrices d'input - output décrivant les échanges interindustriels.

La structure du modèle proprement dit :

- spécification du comportement des agents.
- Equilibre de tous les marchés de biens et facteurs.
- Contraintes macro-économiques.
- Choix d'un numéraire.

3- Description d'un MEGC :

- Le bloc définissant le système des prix.
- Le bloc de production.
- Le bloc de demande.
- équations d'équilibre sur les marchés des biens et facteurs.
- le bouclage macro.

.

4- Etapes d'élaboration d'un MEGC :

La construction d'un modèle d'équilibre général calculable, applicable à l'étude d'une problématique déterminée, se fait suivant un ensemble d'étapes de travail bien définies. Ces étapes peuvent être résumées en quatre points dont :

- le choix pour l'économie étudiée de désagrégation de la matrice de comptabilité sociale qui soit pertinente pour l'étude des politiques économiques que l'on voudra simuler à l'aide du MEGC.
- les choix des spécifications des comportements des différents agents, activités et institutions, dont les comptes constituent les entrées et sorties (ou lignes ou colonnes) de la matrice.
- les choix des valeurs prédéterminées des paramètres qui entrent dans ces spécifications de comportement.
- la simulation et l'interprétation des résultats.

5- Forces et faiblesses d'un MEGC :

Forces :

- Fondements théoriques.
- Evaluation d'une politique économique et/ou d'un choc externe
- Critère pour arbitrer entre deux politiques : le bien-être des agents
- Souplesse par rapport aux modèles théoriques d'EG →degré de désagrégation important
- Peu de données sont nécessaires (PED).

Faiblesses :

- Ils reposent sur un *a priori* quant à l'organisation des marchés.
- La valeur des paramètres ne fait pas consensus (exemple : élasticité de substitution entre le capital et le travail).
- La situation de l'économie est supposée initialement en équilibre général même pour les PED ou économies en transition.

CHAPITRE II :

L'élaboration d'un MEGC sans et avec taxes

1- Partie théorique :

On considère une économie à :

- *l* biens (Le concept de *bien* peut désigner ici un facteur de production).
- *m* consommateurs.
- *n* producteurs.

<u>Pour le consommateur</u> : On le désigne par « i », il dispose :

- d'une dotation initiale $w_i \in R^l$
- d'une fonction d'utilité u_i (qui illustre la satisfaction qu'un consommateur retire de la consommation d'un bien ou d'un service). On note x_i le vecteur de R^l représentant les décisions de consommation du consommateur *i* pour chacun des biens. Une composante de x_i peut être négative. Dans ce cas, le consommateur vend le bien concerné.

<u>Pour le producteur :</u> On le désigne par « j », il est caractérisé par :

- le sous-ensemble de R^l des vecteurs de production qu'il peut réaliser, noté Y_j . Un vecteur de production y_j de R^l représente une situation de production réalisable pour le producteur *j*. Si une composante de y_j est positive on se trouve dans le cas d'un output. Sinon, il s'agit d'un input.

Un état de l'économie est un *n+m*-uplet de R^l $\left\{ \begin{array}{l} ((x_i), (y_j)) \\ 1 \leq i \leq m, 1 \leq j \leq n \end{array} \right.$

Notons les vecteurs suivants :

- Vecteur demande totale : $x = \sum_i x_i$
- Vecteur offre totale : $y = \sum_j y_j$
- Vecteur de ressources initiales de l'économie : $w = \sum_i w_i$
- Vecteur d'excès de demande : $z = x - y - w$.

On s'intéresse maintenant à décrire une situation où les consommateurs commencent avec des dotations initiales et sont confrontés à des producteurs qui cherchent à maximiser leurs profits. On suppose que les consommateurs et les producteurs sont suffisamment nombreux pour assurer qu'il n'y aura aucune influence sur les prix. On dit qu'ils se comportent en tant que price-taker. Mathématiquement, chacun va optimiser sa situation individuelle respectivement (utilités pour les consommateurs et profits pour les producteurs) tout en considérant les prix comme des paramètres fixés. Cependant, ces prix seront en réalité néanmoins déterminés grâce aux comportements des consommateurs et des producteurs.

- On se situe dans une économie de propriété privée. Ainsi, un consommateur i détient une part Θij du producteur j, de sorte que $\boxed{\sum_{i=0}^{n} \Theta\mathbf{ij} = 1}$
- Le vecteur prix est p ∈ R^l+.
- Le profit du producteur j s'écrit : $\boxed{\Pi i = p.\ yj = \sum_{k=0}^{l} \mathbf{yjk}}$
- L'utilité du consommateur i est Ui (xi).

Un état (xi,yj) est dit équilibre concurrentiel de propriété privée supporté par le vecteur prix p∈R^l+ si et seulement si :

- Le vecteur d'excès de demande z = x − y − w est nul
- Pour chaque **producteur j**, le vecteur yj **maximise le profit**.
- Pour chaque **consommateur i**, le vecteur ui **maximise l'utilité**.

Remarque : la sommation des m contraintes des consommateurs donne l'inégalité :

$$\boxed{pz = px - py - pw \leq 0}$$

<u>Théorème d'existence de Debreu :</u>

Il existe un vecteur de prix p tel que l'économie de propriété privée définie ci-dessus possède un équilibre concurrentiel supporté par p si :

1. Les fonctions d'utilités sont strictement concaves, possèdent chacune un minorant et ne sont pas saturables
2. La dotation initiale de chaque consommateur est strictement préférable au minorant
3. $0 \in Yj$, pour tout j, ce qui signifie que tout producteur a la possibilité de ne rien faire
4. Yj est fermé est convexe pour tout j. En termes de fonction de production, cela signifie que la fonction de production est concave.
5. $Yj \cap (-Yj) \subset \{0\}$, ce qui signifie que la production est irréversible.
6. Si tous les inputs sont nuls, les outputs seront aussi nuls.

En pratique, il suffit de vérifier la concavité des fonctions d'utilité et de production, les conditions de minoration et de non-saturation des utilités et la production nulle avec des inputs nuls.

2- Modèle sans taxes :

On va travailler sur une économie à :

- deux biens.
- deux facteurs de production, le capital et le travail.
- un seul consommateur représentatif.

Chaque bien est produit par un secteur qui utilise comme input certaines quantités des divers biens, du capital et du travail.

a) La production :

- La fonction de production du bien 1 est de la forme **Cobb-Douglas** :

$$\boxed{y_1 = A_1(x_{11})^{\beta_{11}}(x_{21})^{\beta_{21}}(l_1)^{\gamma_{l1}}(k_1)^{\gamma_{k1}}}$$

- La fonction de production du bien 2 est de la forme **Cobb-Douglas** :

$$\boxed{y_2 = A_2(x_{12})^{\beta_{12}}(x_{22})^{\beta_{22}}(l_2)^{\gamma_{l2}}(k_2)^{\gamma_{k2}}} \qquad (1)$$

Où A_1 et A_2 sont deux constantes et où toutes les puissances sont positives.

b) La matrice des comptes sociaux (MCS) :

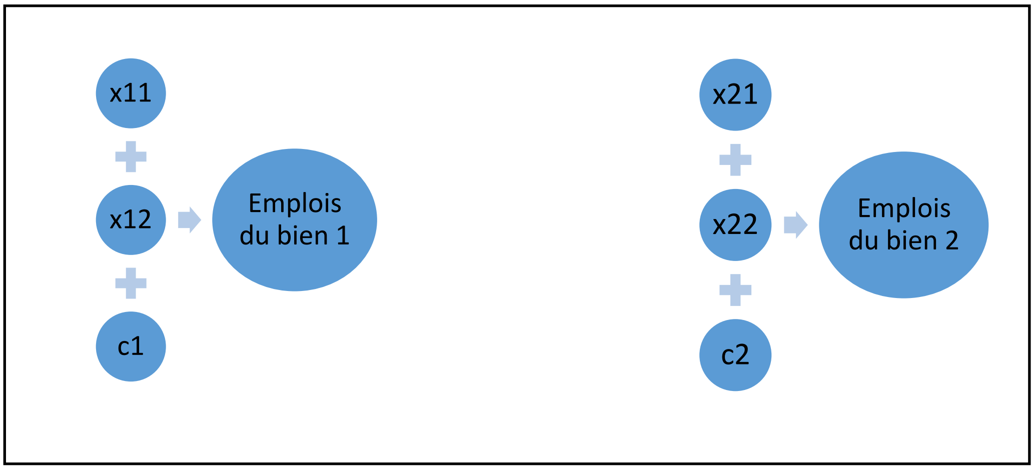
$$\boxed{\begin{matrix} x_{11} & x_{12} \\ x_{21} & x_{22} \end{matrix}} \quad \boxed{\begin{matrix} c_1 \\ c_2 \end{matrix}}$$

$$\boxed{\begin{matrix} l_1 & l_2 \\ k_1 & k_2 \end{matrix}}$$

x_{11} : La quantité de bien 1 utilisée pour produire du bien 1.

x_{12} : La quantité de bien 1 utilisée pour produire du bien 2.

c_1 : La quantité de bien 1 utilisée en consommation finale du bien 1.



Si on note y_1 et y_2 la production totale respectivement de bien 1 et du bien 2, les bilans- matière s'écrivent :

Ressources	Emplois
y_1 =	$x_{11} + x_{12} + c_1$
y_2 =	$x_{21} + x_{22} + c_2$

(2)

<u>Le bilan monétaire pour chaque secteur :</u>

Recettes	Dépenses
p_1y_1 =	$p_1x_{11} + p_2x_{21} + wl_1 + rk_1$
p_2y_2 =	$p_1x_{12} + p_2x_{22} + wl_2 +$

(3)

- p_1x_{11} = coût en bien 1 pour produire y_1 unités de bien 1
- p_2x_{21} = coût en bien 2 pour produire y_1 unités de bien 1
- wl_1 = coût du travail pour produire y_1 unités de bien 1, avec *w* : salaire

- rl_1 = coût du capital pour produire y_1 unités de bien 1, avec r : taux de rémunération du capital.

c) Le bilan recettes-dépenses du consommateur :

Dans notre économie, on a supposé que tous les individus sont identiques et que chaque individu est autant travailleur que capitaliste. Donc le consommateur représentatif reçoit la somme des rémunérations du travail et du capital. Par suite, le bilan recettes-dépenses du consommateur s'écrit comme suit :

Recettes	Dépenses
$M = w(l_1 + l_2) + r(k_1 + k_2) =$	**$p_1c_1 + p_2c_2$**

(4)

d) La conservation de la dotation en facteurs de production :

Les utilisations de facteurs de production sont limitées par les dotations initiales l et k. Dans le cadre néoclassique, *l* et *k* sont utilisés à 100%. C'est-à-dire qu'il n'y a pas de machines, ou terres agricoles, qui restent inemployées et qu'il n'y a pas de chômage. Dans la pratique, il existe du chômage. Mais ici, on suppose en première approximation, que ce chômage ne concerne que les personnes soit inaptes soit non motivées par le travail.

Le but du modèle n'est pas de refléter les tensions sur le marché du travail, mais plutôt les tensions et les interactions sur les marchés des biens et services.

$$l1+l2 = l$$

$$k1+k2 = k$$

(5)

e) Les équations de comportement du consommateur et des producteurs :

- Le comportement du Consommateur :

Le but du consommateur est de maximiser sa fonction d'utilité, sous contrainte de son revenu et à prix fixés.

En effet, la fonction d'utilité sert à classer les paniers de biens en fonction des préférences du consommateur. Elle s'écrit sous la forme suivante :

$$\boxed{U = A_C(c_1)^{\alpha 1}(c_2)^{\alpha 2}}$$

A_C est une constante et $\alpha_1$et α_2 sont deux réels positifs tels que : $\boldsymbol{\alpha_1 + \alpha_2 = 1}$

Le programme du consommateur est donc :

$$\begin{cases} \text{Max } U = A_C(c_1)^{\alpha 1}(c_2)^{\alpha 2} \\ \text{S. c. } p_1c_1 + p_2c_2 \leq M \end{cases}$$

Si l'optimum est intérieur, les conditions du premier ordre sont :

$$\boxed{\begin{aligned} \alpha_1 &= \frac{p_1c_1}{M} \\ \alpha_2 &= \frac{p_2c_2}{M} \end{aligned}} \qquad (6)$$

- Le comportement des producteurs :

Pour les producteurs, on considère que leurs comportements peuvent être exprimés par un comportement agrégé concurrentiel pour l'ensemble du secteur concerné.

Secteur 1	Secteur 2
le comportement du secteur 1 est exprimé par la maximisation du profit agrégé du secteur sous les contraintes de production **max $\Pi_1 = p_1y_1 - (p_1x_{11} + p_2x_{21} + wl_1 + rk_1)$**	Le comportement du secteur 2 est aussi exprimé par la maximisation du profit agrégé du secteur sous les contraintes de production **max $\Pi2 = p2y2 - (p2x21 + p2x22 + wl2 + rk2)$**

Si l'optimum est intérieur, les conditions du premier ordre des secteurs 1 et 2 sont :

Le programme du secteur 1	Le programme du secteur 2
$p1\frac{\beta 11}{x11}y1 = p1$ $p1\frac{\beta 21}{x21}y1 = p2$ $p1\frac{\gamma 11}{l1}y1 = w$ $p1\frac{\gamma k1}{k1}y1 = r$ (7)	$p1\frac{\beta 1}{x12}y2 = p1$ $p2\frac{\beta 11}{x22}y2 = p2$ $p2\frac{\gamma 12}{l2}y2 = w$ $p2\frac{\gamma k1}{k2}y2 = r$ (8)

f) Observations concernant les équations :

- Les équations (3), (7) et (8) impliquent :

$$\boxed{\begin{array}{l} \beta 11 + \beta 21 + \gamma 12 \;\; + \gamma k2 \;\; = 1 \\ \beta 12 + \beta 22 + \gamma 12 \;\; + \gamma k2 \;\; = 1 \end{array}}$$

Ce qui nous donne que les fonctions de production sont homogènes de degré 1. Si elles ne le sont pas dans les hypothèses du modèle, les équations (3) ne peuvent pas être vérifiées à l'optimum concurrentiel. Dans ce cas la matrice des comptes sociaux ne peut pas être équilibrée à moins de tenir compte de profits/pertes non prises en compte dans la théorie des rémunérations des facteurs de production selon leurs productivités marginales (théorie néoclassique de la répartition).

- L'équation (4) découle de l'équation (6). Il reste 4 équations (8), 4 équations (7), 2 équations (6), 2 équations (5), 2 équations (2) et 2 équations (1), soit en tout 16 équations pour 16 inconnues : x_{11}, x_{21}, x_{12}, x_{22}, y_1, y_2, c_1, c_2, l_1, l_2, k_1, k_2, p_1, p_2, w, r. Les paramètres des fonctions de production, d'utilité et les dotations initiales sont considérés comme donnés.
- Si (p_1, p_2, w, r) est un vecteur prix admissible pour une solution, alors

  (ßp_1, ßp_2, ß w, ß r) l'est aussi. Par conséquent, les prix ne pourront être déterminés qu'à une constante multiplicative près.
- On peut normaliser les prix en attribuant arbitrairement la valeur monétaire 1 à une unité d'utilité. Ainsi, avec cette normalisation, si un bien coûte 2 cela signifie qu'il coûte 2 unités d'utilité. Pour un système de prix (p_1, p_2) le coût d'une unité d'utilité est donné par : $\{\min_{c_1,c_2} \; p_1c_1 + p_2c_2 \;$ s. c. $\{u(c_1, c_2) = 1\}$

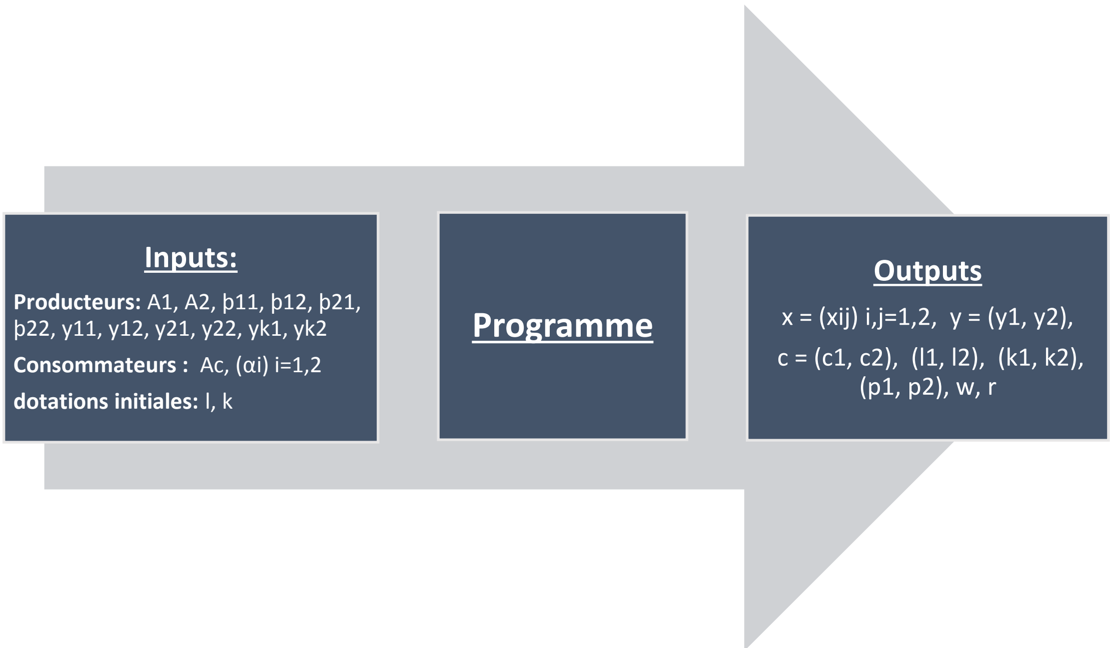
  Si l'utilité est de la forme Cobb-Douglas et qu'on la normalise de sorte qu'elle soit égale à 1 si les prix (p_1, p_2) sont égaux à 1, alors, en résolvant le programme de minimisation ci-dessus, on calcule la valeur monétaire d'une unité d'utilité :

  $p = (p_1)^{\alpha 1} (p_2)^{\alpha 2}$,On peut utiliser *p* comme indice de prix.

  En effet, Pour trouver des valeurs exactes, Il faut donc fixer le prix d'un bien ou facteur égal à 1 (c'est à dire exclure une variable endogène) ou construire un indice de prix (c'est à dire rajouter une équation). On a donc fixé p1, qui est le prix du bien 1 (p1=1).et puis on a rajouté une nouvelle équation de l'indice de prix.

g) Méthode de résolution de l'équilibre à l'aide des fonctions d'excès de demande :

Le calcul se fait selon le diagramme suivant :



Structure du programme :

Première étape : calcul des fonctions d'excès de demande :

On définit :

- 4 fonctions d'excès de demande.
- 2 fonctions d'excès de prix en fonction des variables (y_1, y_2, p_1, p_2, w, r).
- Et finalement, on cherche le vecteur (y, p, w, r) qui annule ces 6 fonctions.

Alors les 6 équations sont les suivantes :

1- **Bien 1** : $\Delta_1 = x_{11} + x_{12} + c_1 - y_1 \quad = \frac{\beta 11 p1 y1 + \beta 12 p2 y2 + \alpha 1 (wl + rk)}{p1} - y1$

2- **Bien 2 :** $\Delta_2 = x_{21} + x_{22} + c_2 - y_2 \quad = \frac{\beta 21 p1 y1 + \beta 22 p2 y2 + \alpha 2 (wl + rk)}{p2} - y2$

3- **Facteur travail :** $\Delta_1 = \gamma l1 \frac{p1y1}{w} + \gamma l2 \frac{p2y2}{w} - l$

4- **Facteur capital** : $\Delta_k = \gamma k1 \frac{p1y1}{r} + \gamma k2 \frac{p2y2}{r} - l$

5- **Excès du prix du bien 1** : $\Delta_{p1} = 1 - p1A1(\frac{\beta 11}{p1})^{\beta 11}(\frac{\beta 21}{p2})^{\beta 21}(\frac{\gamma l1}{w})^{\gamma l1}(\frac{\gamma k1}{r})^{\gamma k1}$

6- **Excès du prix du bien 2** : $\Delta_{p2} = 1 - p2A2(\frac{\beta 12}{p1})^{\beta 12}(\frac{\beta 21}{p2})^{\beta 22}(\frac{\gamma l2}{w})^{\gamma l2}(\frac{\gamma k2}{r})^{\gamma k2}$

Deuxième étape : Minimisation de la somme des excès de demandes relatives ð :

On définit :

- $\delta 1 = \frac{\Delta_1}{y1}$
- $\delta 2 = \frac{\Delta_2}{y2}$
- $\delta l = \frac{\Delta_l}{l}$
- $\delta k = \frac{\Delta_k}{k}$
- $\delta p1 = \Delta p_1$
- $\delta p2 = \Delta p_2$

$$\delta = |\delta_1| + |\delta_2| + |\delta_1| + |\delta_k| + |\delta_{p1}| + |\delta_{p2}|$$

➡ La solution (y_1, y_2, p_1, p_2, w, r) doit en principe annuler δ. On applique un programme de minimisation de ð en choisissant une valeur initiale intuitivement, ou par tâtonnement, assez proche de l'équilibre.

h) Etude d'un exemple de calcul d'équilibre, variation de quelques paramètres techniques et interprétations :

On choisit les paramètres suivants comme inputs :

Inputs :

$$\beta = \begin{bmatrix} 1/12 & 3/10 \\ 1/6 & 1/10 \end{bmatrix} \; ; \; yl = \begin{pmatrix} 1/4 \\ 1/2 \end{pmatrix} ; yk = \begin{pmatrix} 1/2 \\ 1/10 \end{pmatrix} ;$$

$$\alpha = \begin{pmatrix} \frac{8}{15} \\ \frac{7}{15} \end{pmatrix} ; A = \begin{pmatrix} 3.3162987 \\ 3.21646346 \end{pmatrix};$$ k=70 ; l=80

La minimisation par ordinateur de la fonction ð donne :

$x_{11} = 10 \quad x_{12} = 30$

$x_{21} = 20 \quad x_{22} = 10$

$c_1 = 80$

$c_2 = 70$

$y_1 = 120$

$y_2 = 100$

$l_1 = 30 \quad l_2 = 50$

$k_1 = 60 \quad k_2 = 10$

$y_1 = 120 \quad y_2 = 100$

- Le code R utilisé pour réaliser cette minimisation est le suivant :

```
library(optimx)
minim <- optim(c(1,1,1,1,1), f , method="Nelder-Mead" ,control = list(maxit=5000 ,
parscale = c(1,100,100,1,1)) )
for (i in 1:10){
minim <- optim(minim$par, f, method="Nelder-Mead" ,control = list(maxit=5000 ,
parscale = c(1,100,100,1,1)) )}
```

La figure ci-dessous représente le résultat dégagé suite à l'exécution de ces instructions :

```
> minim
$par
[1]   0.9999960 119.9953432  99.9965144   0.9999612   0.9999612

$value
[1] 2.618881e-15

$counts
function gradient
     496       NA

$convergence
[1] 0

$message
NULL

> ## la minimisation  de delta nous a donc retourné le vecteur des parametres suivant : 1,120,100,1,1
```

	p1	p2	y1	y2	w	r
valeurs	1	1	120	100	1	1

Simulations et interprétations :

On propose d'évaluer les conséquences des variations techniques suivantes :

- **Cas 1** : Progrès technique neutre sur le secteur 1
- **Cas 2** : Progrès technique neutre sur le secteur 2
- **Cas 3** : Augmentation du nombre de travailleurs : l = 90
- **Cas 4** : Remplacement du capital par le travail dans la technologie de production du secteur capitalistique : $\gamma l1$ = 0.5, $\gamma k1$ = 0.25

Cas 1 : Progrès technique neutre sur le secteur 1 :

	Valeur initiale : A1=3.3162	Valeur simulée : A1=4	Taux de variation
p1	1	0.934	-6,50%
p2	1	1.08	8,05%
w	1	1.16	16,18%
r	1	1.16	16,18%
y1	120	149.18	24,32%
y2	100	107.52	7,52%
c1	80	99.45	24,3%
c2	70	75.26	7,5%
k1	60	60	0,0%
k2	10	10	0,0%
l1	30	30	0,0%
l2	50	50	0,0%
X11	10	12	20,00%
X12	30	37	23,33%
X21	20	22	10,00%
X22	10	11	10,00%

Tableau 1 : Progrès technique neutre sur le secteur 1

Interprétations des résultats :

Suite à une augmentation de 10% en A1. On a remarqué plusieurs variations sur les différentes variables utilisées dans notre économie.

En effet, La première observation est que la quantité produite de bien1 augmente nettement, et son prix (p1) baisse (une baisse de 6.5%). Par conséquent, le consommateur augmente sa consommation du bien1 (une augmentation de 24,3%), ce qui est bien logique. Cette baisse de prix permet à la demande des consommateurs d'augmenter pour le bien 1, ainsi que pour la demande de bien 1 en tant que consommation intermédiaire. Il en résulte que la production du bien 2 augmente aussi, mais dans une moindre mesure (augmentation de 7.5%).

On constate également que les quantités utilisées pour produire les 2 biens (x11, x12, x21, x22) ont augmenté, proportionnellement à l'augmentation des biens eux-mêmes.
Le pouvoir d'achat des consommateurs augmente puisque l'augmentation des salaires et de l'intérêt qu'ils reçoivent sur leurs capitaux est supérieure à l'augmentation des prix.
En ce qui concerne les facteurs de production, ils sont stables d'un secteur à un autre. Ceci s'explique par le fait que pour les fonctions de production Cobb-Douglas, le quotient des rapports intersectoriels des productivités marginales du travail d'une part et du capital d'autre part, reste constant dans le cas d'un progrès technique.

D'autres simulations sur le secteur1 et représentation graphique sur R :

Afin de mieux examiner l'influence des différentes augmentations de A1 sur les variables de notre économie, on a choisi de faire une représentation graphique.

Sortie de l'exécution :

	A1	p2	y1	y2	w	r	p1
1	3.3162	0.9999979	119.9953	99.99651	0.999963	0.999963	1.0000018
2	3.8162	1.0596983	141.2511	105.58301	1.118861	1.118861	0.9505294
3	4.3162	1.1149627	162.9621	110.73688	1.234675	1.234675	0.9091744
4	4.8162	1.1665833	185.0834	115.53651	1.347830	1.347830	0.8738738
5	5.3162	1.2151446	207.5789	120.03957	1.458654	1.458654	0.8432387

Le graphe :

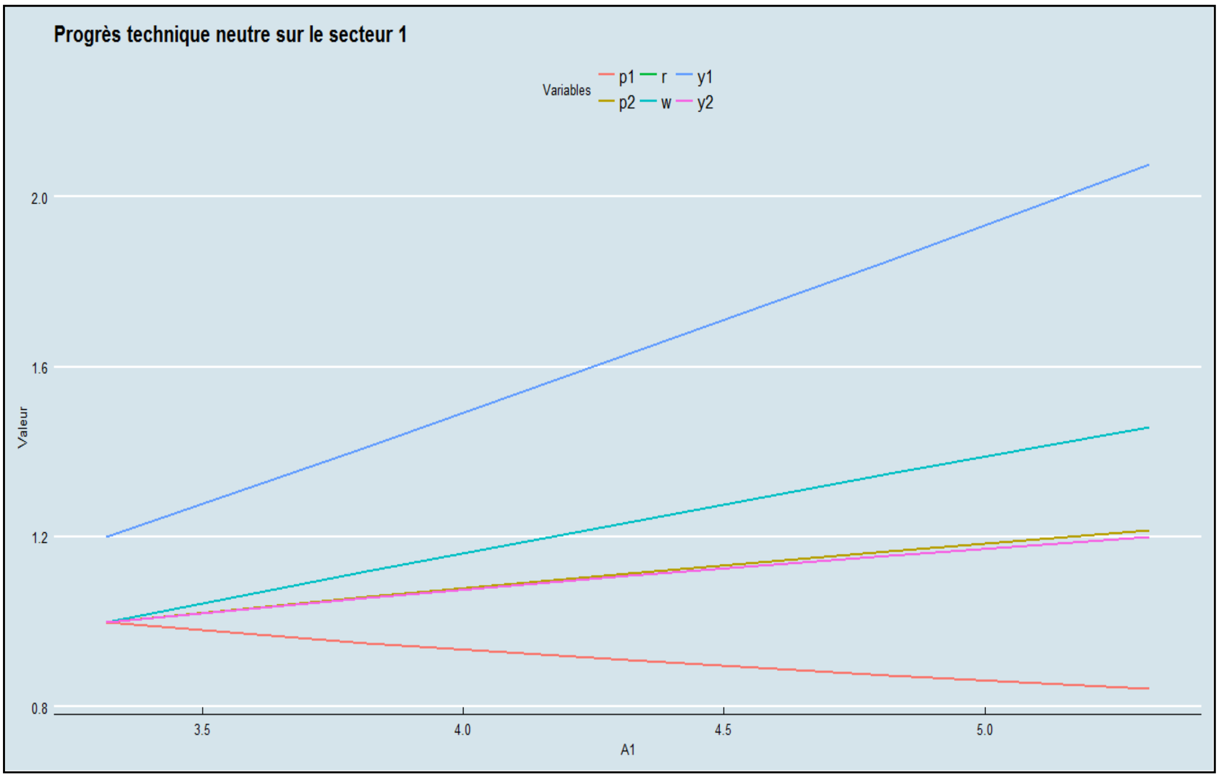


Figure 1 : progrès technique neutre sur le secteur 1

L'interprétation du graphe :

On observe dans un premier temps que la courbe qui représente la quantité produite de bien1 est croissante en fonction de différentes simulations de A1.

Une baisse assez remarquable de prix de p1 est représentée par une courbe strictement décroissante. En effet, à chaque fois que le A1 augmente le prix du bien1 diminue.

Une courbe croissante y2 en fonction de A1 confirme que la production du bien2 a augmenté aussi, mais dans une moindre mesure (une pente plus petite).

En ce qui concerne les facteurs de production, ils sont stables d'un secteur un autre. En effet, w et r sont représentés par des courbes complètement confondues.

Ceci s'explique par le fait que pour les fonctions de production Cobb-Douglas, le quotient des rapports intersectoriels des productivités marginales du travail d'une part et du capital d'autre part, reste constant dans le cas d'un progrès technique.

Cas 2 : Progrès technique neutre sur le secteur 2 :

	Valeur initiale : A2= 3,21	Valeur simulée : A2=4	Taux de variation
p1	1	1,10	10,00%
p2	1	0,89	-11,00%
w	1	1.15	15,00%
r	1	1,15	15,00%
y1	120	125,57	4,64%
y2	100	129 ,41	129 ,41%
c1	80	83,83	3,83%
c2	70	90,59	29 ,41%
k1	60	60	0,00%
k2	10	10	0,00%
l1	30	30	0 ,00%
l2	50	50	0,00%
X11	10	10	0,00%
X12	30	31	3,33%
X21	20	26	30,00%
X22	10	13	30,00%

Tableau 2 : Progrès technique neutre sur le secteur 2

Interprétations des résultats trouvés :

Le raisonnement ici est semblable au précèdent. Sauf que pour ce 2éme cas, Le bien 2 sera donc celui pour lequel une augmentation dans la demande par le consommateur sera observé, et c'est suite une baisse remarquable de son prix. En effet, les facteurs évoluent presque de la même façon qu'initialement.

La quantité produite de bien2 augmente. La production du bien1 augmente aussi, mais dans une moindre mesure, ce qui confirme le fait que la demande de consommateur est plus élevée pour le bien le moins cher.

Pour le secteur 2 aussi on a choisi de faire une représentation graphique avec le logiciel R. Afin de mieux examiner l'influence des différentes simulations de A2 sur les variables de notre économie. On a donc fait recours à plusieurs packages, dont principalement le package « ggplot2 »

En effet, on a pris plusieurs valeurs de A2, et on a par la suite examiné l'évolution des différents paramètres du modèle étudié en fonction de cette variation (augmentation) .

Le tableau ci-dessous contient ces différentes valeurs obtenues suite à un programme de minimisation de δ.

<u>Sortie de l'exécution :</u>

	A2	p2	y1	y2	w	r	p1
1	3.2164	0.9999979	119.9953	99.99651	0.999963	0.999963	1.000002
2	3.7164	0.9281341	123.7826	118.63371	1.101080	1.101080	1.067433
3	4.2164	0.8695947	127.1887	137.73624	1.197747	1.197747	1.130050
4	4.7164	0.8207247	130.2912	157.25827	1.290657	1.290657	1.188713
5	5.2164	0.7791329	133.1453	177.16297	1.380335	1.380335	1.244056

Le code R utilisé pour illustrer cette représentation graphique est le suivant :

```
k= read.table("C:/Users/Sana/Desktop/MyData.csv",sep=";", header=TRUE)
View(k)
library(ggplot2)
library(ggthemes)
P <- ggplot() +
  # On trace la ligne
  geom_line(data = k, aes(x = A2, y = X2, colour = X3))+theme_economist()
+ggtitle("Progrès technique neutre sur le secteur 2 ")
P
```

Le graphe :

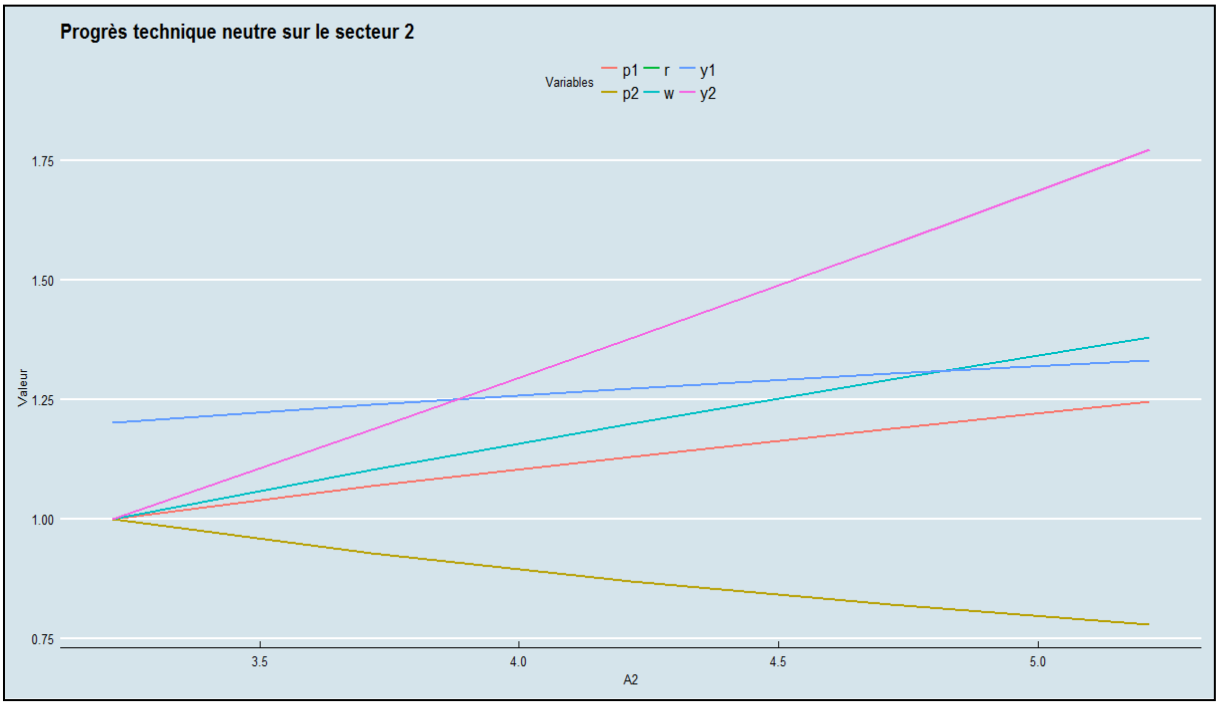


Figure 2 : progrès technique neutre sur le secteur2

Interprétation du graphe :

On observe dans un premier temps que la courbe qui représente la quantité produite de bien2 est croissante en fonction de différentes simulations de A2.

Une baisse assez remarquable de prix de p2 est représentée par une courbe strictement décroissante. En effet à chaque fois que le A2 augmente le prix du bien 2 diminue.

Une courbe croissante y1 en fonction de A2 confirme que la production du bien1 a augmenté aussi, mais dans une moindre mesure (une pente plus petite).

En ce qui concerne les facteurs de production, ils sont stables d'un secteur un autre. En effet, w et r sont représentés par 2 courbes complètement confondues.

Ceci s'explique par le fait que pour les fonctions de production Cobb-Douglas, le quotient des rapports intersectoriels des productivités marginales du travail d'une part et du capital d'autre part, reste constant dans le cas d'un progrès technique.

Cas 3 : Augmentation du nombre de travailleurs : l = 90 :

	Valeur initiale : l=80	Valeur simulée : l=90	Taux de variation
p_1	1	1.016	1,60%
p_2	1	0.98	-2,00%
w	1	0.94	-6,00%
r	1	1.06	6,00%
y_1	120	125.75	4,79%
y_2	100	108.43	8,43%
c_1	80	99.45	24,31%
c_2	70	75.26	7,51%
k_1	60	60	0,00%
k_2	10	10	0,00%
l_1	30	33.75	13,33%
l_2	50	56.25	12,00%
X11	10	10	4,80%
X12	30	31	4,70%
X21	20	22	8,45%
X22	10	11	8,40%

Tableau 3 : Augmentation du nombre des travailleurs

Interprétations des résultats trouvés :

L'augmentation du nombre de travailleurs influe positivement surtout sur le bien à forte intensité de travail, qui est le bien 2. C'est pour cela que c'est le bien 2 qui connaît la plus grande augmentation de volume de production, ainsi qu'une baisse de son prix de vente. Cette baisse de prix induit une augmentation en volume de la production de bien 1, puisque ce dernier utilise le bien 2 comme consommation intermédiaire. Cette augmentation en volume du bien 1 est cependant d'une moindre ampleur que celle du bien 2.

L'augmentation du travail se fait selon la même proportion dans les 2 secteurs. De cette manière, dans le cas de fonction de production Cobb-Douglas, le rapport intersectoriel des productivités marginales du travail reste égal au rapport intersectoriel des productivités marginales du capital. Par conséquent, la répartition intersectorielle du capital ne change pas.

Enfin, on remarque que le salaire baisse. C'est une conséquence de l'augmentation de l'offre de travail. Le capital devient un facteur relativement rare et son prix, qui est le taux d'intérêt, augmente. L'effet sur le pouvoir d'achat des ménages n'est pas clair à partir de ces données car il y a baisse des salaires et hausse du taux d'intérêt d'une part, et baisse du prix du bien 2 et hausse du prix du bien 1 d'autre part.

On peut évaluer cet effet en observant directement les volumes consommés par tête. L'augmentation des travailleurs étant de 10/80=12,5% et la consommation du bien 1 ayant augmenté de 3,9%, la variation de la consommation par tête du bien 1 est d'environ 3,9% - 12,5% = - 8,6%.

Pour le bien 2, cette variation est de 7,9% - 12,5% = - 4,6%. Par conséquent, il y a une baisse du pouvoir d'achat des consommateurs. Le fait que l'augmentation du nombre de travailleurs entraîne une baisse du pouvoir d'achat est lié à l'utilisation de fonctions de production à rendements de facteurs décroissants.

Cas 4 : Remplacement du capital par le travail dans la technologie de production du secteur capitalistique : γl1=1/2 et γk1=1/4 :

	Valeur initiale : γl1=1/4 et γk1=1/2	Valeur simulée : γl1=1/2 et γk1=1/4	Taux de variation
p1	1	0.96	-4%
p2	1	1.04	+4%
w	1	1.26	+26%
r	1	0.52	-48%
y1	120	114.75	-4.375%
y2	100	87.83	-12.17%
c1	80	76.5	-4.375%
c2	90	61.48	-31.69%
k1	60	52.5	-12.5%
k2	10	17.5	+75%
l1	30	43.63	+45.43%
l2	50	36.36	-27.28%
M	150	137,86	-8.1%
X11	10	9.56	-4.4%
X12	30	28.68	-4.4%
X21	20	17.56	-12.2%
X22	10	8.78	-12.2%

Tableau 4 : Remplacement du capital par le travail

Interprétations :

Ainsi, ce cas consiste à augmenter la part du travail au détriment de la part du capital dans le bien à forte intensité capitalistique, qui est le bien 1, (le γl1 a en fait passé de 0,25 à 0,5).
Alors, on observe tout d'abord que les consommations baissent pour les 2 secteurs.
On peut également constater la présence d'une fuite du capital du secteur 1 vers le secteur 2. (k1 diminue et k2 augmente). Cela peut s'expliquer par la baisse de la productivité du capital dans le secteur 1.
En même temps, l'augmentation de la productivité du travail dans le secteur 1 (l1 augmente de 45.43%) permet une augmentation des salaires (w augmente de 26%), ce qui attire les travailleurs vers le secteur 1 au détriment du secteur 2 (l2 diminue de 27.28%).
Le secteur 2 se trouve alors concurrencé par le secteur 1 pour sa ressource la plus importante qui est le travail. Par conséquent, son coût de production s'élève, ainsi que son prix de marché, ce qui décourage sa demande et baisse le volume de sa production.
Le volume de production du secteur 1 baisse aussi, mais d'une façon moins forte, car il bénéficie du travail libéré par le secteur 2. (y1 baisse de 4.375% et y2 a connu une baisse de 12.17%).

.

3- Modèle avec taxes :

a) Le concept de la perte sèche (deadweight loss) :

La perte sèche est une perte d' efficacité économique qui peut se produire lorsque l'équilibre pour un bien ou un service n'est pas atteint ou n'est pas réalisable , autrement dit lorsque l'offre et la demande ne sont pas en équilibre. Cette perte peut être appliquée à toute déficience causée par une allocation inefficace des ressources.

Dans notre cas , puisque on travaille sur un modèle où l'Etat a un rôle purement redistributif et où tous les consommateurs sont semblables et représentés par un seul agent, les taxes sont censées créer une perte sèche car elles empêchent les gens de s'engager dans des achats qu'ils feraient, autrement parce que le prix final du produit est supérieur au prix du marché à l' équilibre. Cela implique la baisse de l'utilité de consommateur.
Comme le schéma ci-dessous le montre, l'équilibre avec taxes est sous-optimal car il empêche d'atteindre l'optimum social, c'est-à-dire il ne permet pas l'égalisation des taux marginaux de substitution de l'offre et de la demande.

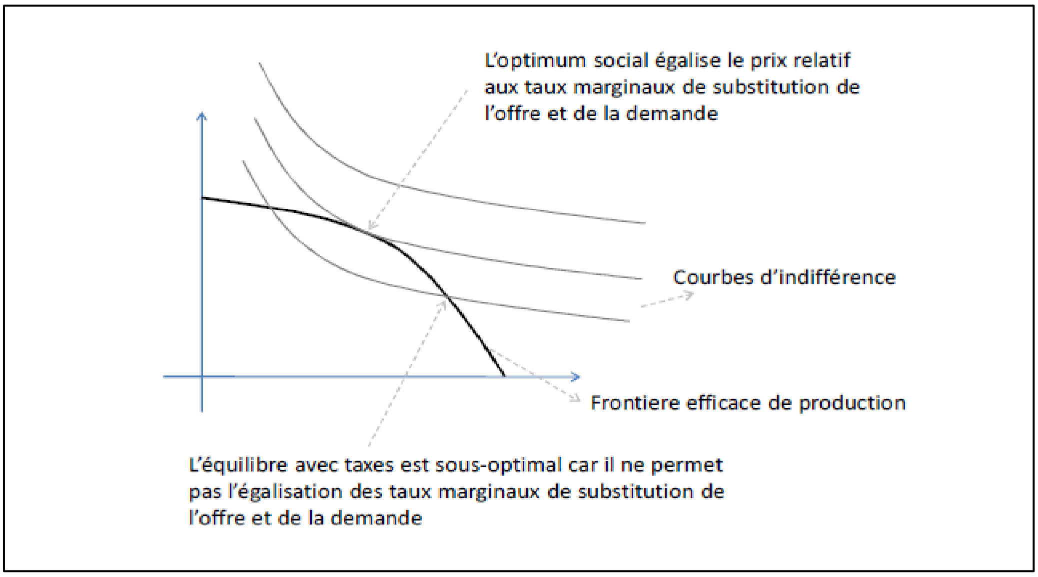


Figure 3: Equilibre avec taxes

Pour chaque valeur de la consommation c1 en bien b1, la frontière efficace de production est définie par la valeur maximale de la consommation c2 en bien b2 atteinte en gardant c1 et les dotations initiales de capital et de travail constants. On peut affirmer que, dans des conditions standard, les comportements des producteurs vérifiant l'hypothèse de concurrence pure et parfaite, amènent le système productif sur la frontière efficace de production.

La pente de la tangente au point d'équilibre correspond au rapport des prix que « ressentent » les producteurs. De même, la pente de la tangente à la courbe d'indifférence au point d'équilibre correspond au rapport des prix que « ressent » le consommateur. L'introduction de taxe agit sur ces rapports en variant leurs valeurs. De sorte que le point atteint ne se situe pas sur la courbe d'indifférence extrême qui coupe la frontière de production efficace. Ce qui nous ramène à dire que ce point n'est pas optimal.

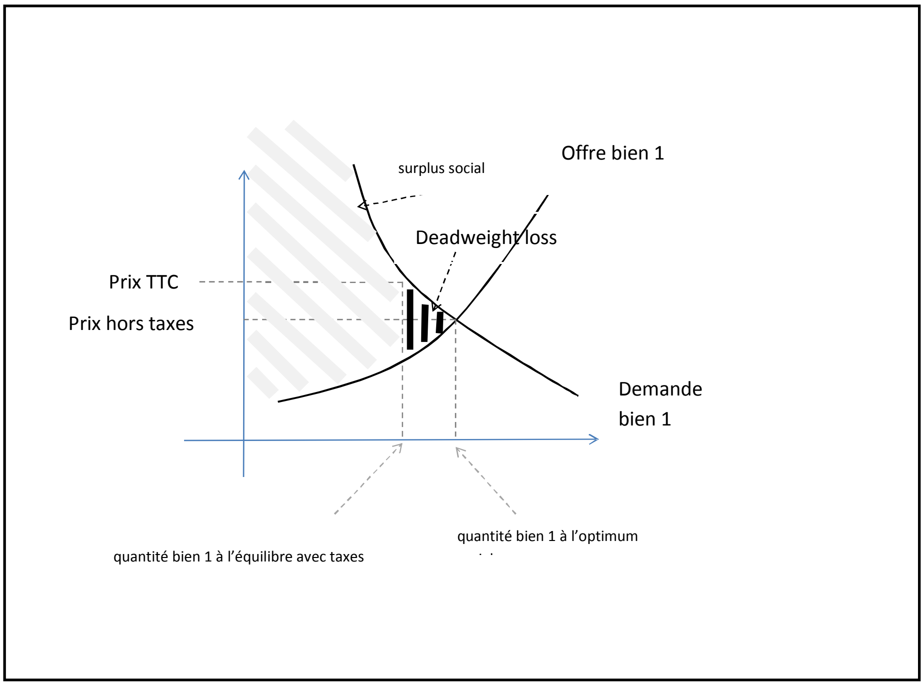


Figure 4 : Deadweight loss

b) Les différents types de taxes et les notations :

On distingue deux types de taxes : taxes directes et taxes indirectes.

- **Taxe directe :**

Une taxe directe est une taxe due nominativement par une personne physique ou morale. Cette taxe est périodique et établie soit par l'intéressé ou par un tiers.

- **Taxes indirecte** : Une taxe indirecte est une taxe qui est payée au Trésor Public par une personne différente de celle qui en supporte effectivement le coût. Le contribuable et le redevable de l'impôt indirect sont par conséquent deux personnes distinctes.

Le montant total collecté par l'Etat grâce à ces taxes est supposé être redistribué aux ménages. Dans ce cas, l'Etat joue uniquement un rôle de redistribution.

On assimile ici les taxes directes sur les revenus des ménages à des taxes ad-valorem sur leurs revenus du travail et du capital, c'est-à-dire que la taxe est calculée selon un pourcentage bien défini du revenu considéré. Dans un modèle avec un seul ménage représentatif et un Etat passif, ce type de taxe ne modifie en rien l'équilibre économique car l'argent prélevé par la taxe au ménage représentatif lui est immédiatement reversé.

Les taxes directes sur les bénéfices des entreprises peuvent être assimilées, en première approximation, à des taxes ad-valorem sur le capital utilisé par les entreprises.

Les taxes indirectes sont à proprement parler des taxes ad-valorem. Celles qui sont payées par les entreprises peuvent concerner la production, les consommations intermédiaires ou l'utilisation des facteurs de production. Les ménages payent les taxes sur les consommations finales, comme la TVA.

Les taxes à la production sont ici supposées intégrées dans les taux des taxes sur les consommations intermédiaires et finales.

Dans notre étude, on ne tient compte que **des taxes ad-valorem** sur les consommations intermédiaires et finales et sur l'utilisation des facteurs capitaux et travail.

On note :

- $\boldsymbol{\tau_{ij}^{x}}$: Le taux de la taxe sur la consommation intermédiaire du bien i pour la
- $\boldsymbol{\tau_{i}^{c}}$: Le taux de la taxe sur la consommation finale du bien i.
- $\boldsymbol{\tau_{i}^{k}}$: Le taux de la taxe sur l'utilisation du capital par le secteur i.
- $\boldsymbol{\tau_{i}^{l}}$: Le taux de la taxe pour l'utilisation du travail par le secteur i.

c) Les équations du modèle avec taxes :

Les équations (1) et (2) restent inchangées. Contrairement aux équations exprimant les comportements du ménage représentatif et des producteurs vont changer. En effet, les décisions concernant les quantités à acheter, aussi bien pour une consommation intermédiaire que finale ou pour l'acquisition de facteurs de production, vont être influencées par les taxes. Une taxe sur un produit ou un facteur va généralement déplacer une partie de la demande vers les produits ou facteurs moins taxés.

Le programme du consommateur devient :

$$\begin{cases} \text{Max } Ac(c_1)^{\alpha_1}(c_2)^{\alpha_2} \\ \text{SC. } (1+\tau_1)p_1c_1 + (1+\tau_2)p_2c_2 \leq M \end{cases}$$

On obtient ainsi les conditions d'optimalité suivantes :

$$\boxed{\begin{aligned} \alpha 1 &= \frac{(1+\tau_1)p_1c_1}{M} \\ \alpha 2 &= \frac{(1+\tau_2)p_2c_2}{M} \end{aligned}}$$

(9)

Le revenu du consommateur sous la forme :

$$M = w(l_1 + l_2) + r(k_1 + k_2) + T^s + T^c + T^f \tag{10}$$

Sachant que :

- T^X : Taxe totale sur les consommations intermédiaires.

$$T^x = \tau_{11}^x \ p_1 x_{11} + \tau_{21}^x \ p_2 x_{21} + \tau_{12}^x \ p_1 x_{12} + \tau_{22}^x \ p_2 x_{22}$$

- T^C : Taxe totale sur les consommations.

$$T^c = \tau_1^c p_1 c_1 + \tau_2^c p_2 c_2$$

- T^f : Taxe totale sur l'utilisation des facteurs de production.

$$T^f = \tau_{k1} r_{k1} + \tau_{k2} r_{k2} + \tau_{l1} r_{l1} + \tau_{l2} r_{l2}$$

Les groupes d'équations (7) et (8) deviennent :

d) La matrice des comptes sociaux (MCS) avec taxes :

Le programme du secteur 1	Le programme du secteur 2
$p_1 \frac{\beta_{11}}{x_{11}} y_1 = p_1(1 + \tau_{11}^x)$ $p_1 \frac{\beta_{21}}{x_{21}} y_1 = p_2(1 + \tau_{21}^x)$ $p_1 \frac{\gamma_{l1}}{x_{l1}} y_1 = w(1 + \tau_{l1})$ $p_1 \frac{\gamma_{k1}}{x_{k1}} y_1 = r(1 + \tau_{k1})$ **(11)**	$p_2 \frac{\beta_{12}}{x_{12}} y_2 = p_1(1 + \tau_{12}^x)$ $p_2 \frac{\beta_{22}}{x_{22}} y_2 = p_2(1 + \tau_{22}^x)$ $p_2 \frac{\gamma_{l2}}{x_{l2}} y_2 = w(1 + \tau_{l2})$ $p_2 \frac{\gamma_{k2}}{x_{k2}} y_2 = r(1 + \tau_{k2})$ **(12)**

On construit une **MCS** avec les valeurs à l'achat des transactions, au lieu des volumes.

Les valeurs comprennent les prix encaissés par les vendeurs additionnés des taxes ad-valorem prélevées par l'Etat à l'occasion de la transaction.

La nouvelle MCS n'est pas équilibrée car, au niveau d'un bien donné, la somme d'une ligne contient les taxes prélevées sur les ventes de ce bien et ces taxes ne sont plus incluses au niveau de la colonne correspondant à ce bien. En effet, la colonne donne les éléments composant le coût de revient du bien pour son producteur, et non les sommes déboursées par ses acheteurs.

Pour obtenir une **MCS** équilibrée, il faut ajouter une ligne contenant les taxes à l'achat du bien concerné en dessous du bloc des rémunérations des facteurs. Rappelant que la somme des exposants de chaque fonction vaut 1, on vérifie que la somme de la première colonne de la matrice ainsi obtenue est égale à la somme de la première ligne. De même pour la 2$^{\text{ième}}$ ligne et la 2$^{\text{ième}}$ colonne.

$$\boxed{\begin{array}{cc} p_1(1+\tau_{11}^x)x_{11} & p_1(1+\tau_{12}^x)x_{12} \\ p_2(1+\tau_{21}^x)x_{21} & p_2(1+\tau_{22}^x)x_{22} \end{array}} \qquad \boxed{\begin{array}{c} p1(\mathbf{1}+\boldsymbol{\tau}_1^c)c1 \\ p2(\mathbf{1}+\boldsymbol{\tau}_2^c)c2 \end{array}}$$

$$\boxed{\begin{array}{cc} w(1+\tau_{l1})l_1 & w(1+\tau_{l2})l_2 \\ r(1+\tau_{k1})k_1 & r(1+\tau_{k1})k_2 \end{array}}$$

$$\boxed{\begin{array}{cc} T1 & T2 \end{array}}$$

- T1 = $\boldsymbol{\tau}_{11}^x$p1x11 + $\boldsymbol{\tau}_{12}^x$p1x12 + $\boldsymbol{\tau}_1^c$ p1c1
- T2 = $\boldsymbol{\tau}_{21}^x$p2x21 + $\boldsymbol{\tau}_{22}^x$p2x22 + $\boldsymbol{\tau}_2^c$ p2c2

e) Résolution du modèle :

- Les inputs :

$l, k, A_C, \alpha_1, \alpha_2, A_1, A_2, \beta_{11}, \beta_{21}, \beta_{12}, \beta_{22}, \gamma_{11}, \gamma_{k1}, \gamma_{12}, \gamma_{k2}, \tau_{11}^x, \tau_{12}^x, \tau_{21}^x, \tau_{22}^x, \tau_1^c, \tau_2^c$

Il s'agit de déterminer :

- Les outputs :

x_{11}, x_{21}, x_{12}, x_{22}, y_1, y_2, c_1, c_2, l_1, l_2, k_1, k_2, p_1, p_2, w et r.

On construit les fonctions de déséquilibre, dont les paramètres de notre fonction de minimisation sont :

y_1, y_2, p_1, p_2, w, r et M

En écrivant la nullité de ces fonctions, on retrouve les équations qui mettent en évidence l'équilibre. La méthode de résolution consiste ensuite à trouver l'état qui annule simultanément ces fonctions.

Les fonctions sont alors les suivantes :

- **Fonction de déséquilibre de la demande du bien 1 :**

$$\Delta_1^d = p_1(x_{11} + x_{12} + c_1) - p_1 y_1$$

En fonction des arguments y_1, y_2, p_1, p_2, w, r et M, cette fonction s'écrit :

$$\boxed{\Delta_1^d = \frac{p_1 y_1 \beta_{11}}{(1+\tau_{11}^x)} + \frac{p_2 y_2 \beta_{12}}{(1+\tau_{12}^x)} + \frac{M\alpha 1}{(1+\tau_1^c)} - p_1 y_1}$$

- **Fonction de déséquilibre de la demande du bien 2 :**

$$\Delta_2^d = p_1(x_{21} + x_{22} + c_2) - p_2 y_2$$

On a :

$$\boxed{\Delta_2^d = \frac{p_1 y_1 \beta_{21}}{(1+\tau_{21}^x)} + \frac{p_2 y_2 \beta_{22}}{(1+\tau_{22}^x)} + \frac{M\alpha 2}{(1+\tau_2^c)} - p_2 y_2}$$

- **Fonction de déséquilibre de la demande de capital :**

$$\boxed{\Delta^k = \frac{p_1 y_1\, \gamma_{k1}}{(1+\tau_{k1})} + \frac{p_2 y_2\, \gamma_{k2}}{(1+\tau_{k2})} - (k_1 + k_2)}$$

- **Fonction de déséquilibre de la demande de travail :**

$$\boxed{\Delta^l = \frac{p_1 y_1\, \gamma_{l1}}{(1+\tau_{l1})} + \frac{p_2 y_2\, \gamma_{l2}}{(1+\tau_{l2})} - (l_1 + l_2)}$$

- **Fonction de déséquilibre du prix du bien 1 par rapport au coût de production :**

Le coût de production du bien 1 est :

$$p_1(1+\tau_{11}^x)x_{11} + p_2(1+\tau_{21}^x)x_{21} + w(1+\tau_{l1})l_1 + r(1+\tau_{k1})$$

Avec le groupe d'équations (11) et en utilisant le fait que la fonction de production du bien 1 est homogène et de degré 1, l'expression ci-dessus est égale à :

$$p_1 A_1 (x_{11})^{\beta_{11}}\, (x_{21})^{\beta_{21}}\, (l_1)^{\gamma_{l1}} (k_1)^{\gamma_{k1}}$$

En utilisant encore le groupe d'équations (11), l'écart relatif entre p_1 et le coût de production peut s'écrire :

$$\boxed{\Delta_1^\pi = 1 - A_1 p_1 [\left(\frac{\beta_{11}}{p_1(1+\tau_{11}^x)}\right)^{\beta_{11}} \left(\frac{\beta_{21}}{p_2(1+\tau_{21}^x)}\right)^{\beta_{21}} (\frac{\gamma_{l1}}{w(1+\tau_{l1})})^{\gamma_{l1}} (\frac{\gamma_{k1}}{r(1+\tau_{k1})})^{\gamma_{k1}}}$$

- **Fonction de déséquilibre du prix du bien 2 par rapport au coût de production :**

$$\Delta_2^{\pi} = 1 - A_2 p_2 [\left(\frac{\beta_{12}}{p_1(1+\tau_{12}^x)}\right)^{\beta_{12}} \left(\frac{\beta_{22}}{p_2(1+\tau_{22}^x)}\right)^{\beta_{22}} (\frac{\gamma_{l2}}{w(1+\tau_{l2})})^{\gamma_{l2}} (\frac{\gamma_{k2}}{r(1+\tau_{k2})})^{\gamma_{k2}}$$

- **Fonction de déséquilibre du revenu par rapport aux dépenses du consommateur :**

$$\begin{aligned}\Delta^M = wl + rk + \tau_{11}^x \frac{p_1 y_1 \beta_{11}}{(1+\tau_{11}^x)} + \tau_{12}^x \frac{p_2 y_2 \beta_{12}}{(1+\tau_{12}^x)} + \tau_{21}^x \frac{p_1 y_1 \beta_{21}}{(1+\tau_{21}^x)} + \tau_{22}^x \frac{p_2 y_2 \beta_{22}}{(1+\tau_{22}^x)} + \tau_1^c p_1 c_1 \\ + \tau_2^c p_2 c_2 + w\,\tau_{l1} l_1 + w\,\tau_{l2} l_2 + r\tau_{k1} k_1 + r\tau_{k2} k_2 + (1+\tau_1^c) p_1 c_1 \\ - (1+\tau_2^c) p_2 c_2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta^M = wl + rk + \tau_{11}^x \frac{p_1 y_1 \beta_{11}}{(1+\tau_{11}^x)} + \tau_{12}^x \frac{p_2 y_2 \beta_{12}}{(1+\tau_{12}^x)} + \tau_{21}^x \frac{p_1 y_1 \beta_{21}}{(1+\tau_{21}^x)} + \tau_{22}^x \frac{p_2 y_2 \beta_{22}}{(1+\tau_{22}^x)} + w\tau_{l1} l_1 \\ + w\tau_{l2} l_2 + r\tau_{k1} k_1 + r\tau_{k2} k_2 - \frac{M\alpha 1}{(1+\tau_1^c)} - \frac{M\alpha 2}{(1+\tau_2^c)}\end{aligned}$$

➡ **L'équilibre recherché doit annuler simultanément les fonctions :**

$$\Delta_1^d, \Delta_2^d, \Delta^k, \Delta^l, \Delta_1^{\pi}, \Delta_2^{\pi}, \Delta^M$$

f) Exemple d'application de quelques taxes et interprétations :

On part de la situation de référence tel où on choisit les mêmes paramètres techniques utilisés dans le modèle sans taxes

La minimisation de la fonction δ en prenant comme inputs ces paramètres techniques donne l'équilibre économique représenté par la matrice des comptes sociaux de départ.

On effectue ici les taxes suivantes :

- **Cas 1 :** τ^c = 20% : une taxe de 20% sur la consommation.
- **Cas 2 :** τ^x = 20% : une taxe de 20% sur les consommations intermédiaires.
- **Cas 3 :** τ_1^k = 20% : une taxe de 20% sur le capital employé dans le secteur 1.
- **Cas4 :** τ_1^l = 20 % : une taxe de 20 % sur le travail dans le secteur.

Tableau récapitulatif des résultats en % par rapport à la situation initiale :

	τ_c = 20%	**τ_x = 20%**	**τ_{k1} = 20%**
utilité	100	99	**99,9**
p1	0%	3,51%	**3,72%**
p2	0%	5,46%	**1,07%**
w	0%	-3,15%	**2,37%**
r	0%	-3,49%	**-12,25%**
y1	0%	-6,86%	**-1,3%**
y2	0%	-9,61%	**1,29%**
c1	0%	0,69%	**-1,36%**
c2	0%	-2,91%	**1,29%**
k1	0%	-0,16%	**-2,78%**
k2	0%	0,63%	**16,67%**
l1	0%	-0,46%	**0%**
l2	**0%**	**0,27%**	**0%**

Tableau 5 : Resultats en % des simulations faites sur un modèle avec taxes

Cas1 : τ_C = 20%

Les prix relatifs restent inchangés lorsqu'on introduit une taxe uniforme sur la consommation et le produit de cette taxe est réservé au consommateur représentatif. Par suite l'équilibre économique reste invariable. C'est le cas du modèle sans taxes.

Alors qu'il y aura un déséquilibre si la taxe sur la consommation n'est pas uniforme sur tous les produits, ou si la redistribution du produit de la taxe n'est pas uniforme sur les consommateurs. On se trouve alors dans le cas où on prend un modèle avec deux classes de consommateurs différentes au niveau des goûts, des salaires ou des patrimoines.

Cas2: τx = 20%

Le niveau d'utilité est le plus bas en le comparant aux autres cas. Ceci est expliqué par le fait que la taxe sur les consommations intermédiaires provoque le plus de « distordions », c'est à dire d'écarts par rapport à l'équilibre naturel de l'économie (équilibre de référence sans taxes).En effet, cette taxe change les décisions sur le choix des inputs au cœur du système productif, ce qui modifie significativement l'économie de sa position initiale.
Mais cette perte d'utilité ne signifie pas que la taxe est socialement indésirable, elle peut avoir d'autres avantages non économiques. Par exemple : des motifs de préservation de ressources, de souveraineté nationale, ou de paix sociale
Dans un premier lieu, on remarque que les prix des biens hors taxe augmentent alors que les prix des sources de revenu des consommateurs(le salaire et l'intérêt) diminuent. Donc, le pouvoir d'achat des consommateurs diminue.

Dans un deuxième lieu, on remarque que le prix du bien 1 augmente moins que celui du bien 2, ce qui mène la consommation à fuir le bien 2 et à la remplacer légèrement par le bien 1. Pour cela la quantité produite de bien 2 baisse alors plus nettement que celle du bien 1. L'explication de cette différence de variation entre le bien 1 et le bien 2 réside dans la part des consommations intermédiaires dans le coût de production total.

A l’état naturel de l’économie, cette part est de (30+10)/(30+10+50+10), soit 40% pour le bien 2 et (10+20)/(10+20+30+60), soit 25% pour le bien 1. Par conséquent, une taxe uniforme sur les consommations intermédiaires va toucher les coûts du bien 2 plus que ceux du bien 1. D’où une augmentation du coût du bien 2 plus intense que pour le bien 1.

Pour le secteur 2, il est procédé pour diminuer son utilisation des consommations

Intermédiaires afin d’essayer de limiter la hausse de ses coûts de production. Il va agir sur le capital et le travail. La baisse de la quantité qu’il produit lui permettre de garantir des productivités supérieures pour le capital et le travail, donc des rémunérations supérieures. Ces facteurs vont donc migrer vers le secteur 2 jusqu’à atteindre l’équilibre intersectoriel des productivités marginales de nouveau.

Finalement, on peut mettre l’accent sur la répartition de la charge de la taxe entre producteurs et consommateurs. Pour le bien 2, si on suppose que les producteurs vendent au même prix hors taxe que dans la situation d’équilibre naturel, la taxe serait payée entièrement par les consommateurs et aurait pour valeur (40% x 20% = 8%) du prix hors taxe. Dans la réalité, les consommateurs subissent une augmentation de prix du bien 2 de 7,33% . On peut dire donc que les consommateurs subissent (7,33/8 = 91,6%) du poids de la taxe. La taxe sera donc presque entièrement répercutée sur les consommateurs.

Pour le secteur 1, la taxe est de 25% x 20% = 5% du prix hors taxe. Les consommateurs subissent une élévation du prix de 3,51%. Donc ils supportent 3,51/5 = 70,2% de la taxe.

Cas3 : τ_{k1} = 20%

La taxe qui agit sur le capital du secteur 1 va obliger le secteur 1 à baisser son niveau de capital à un niveau où l’augmentation de la productivité marginale du capital rattrapera la ponction de la taxe. Le capital se déplace alors vers le secteur 2.

La diminution de l’utilité n’est pas assez importante que dans le cas de la taxe sur la consommation intermédiaire. Par conséquent l’effet de distorsion est moins important.

Le prix du bien 1 s’élève à cause de la taxe, ce qui défavorise la consommation. Les consommateurs compensent par l’achat de bien 2, et font ainsi augmenter son prix jusqu’à atteindre un nouvel équilibre des productivités marginales sectorielles.

Il est clair que cette taxe n’entraine pas le déplacement intersectoriel de main d’œuvre.

Cela signifie, quand le capital termine sa migration du secteur 1 vers le secteur 2, il se trouve que les productivités marginales du travail resteront équilibrées entre les secteurs. Il n’y aura donc pas d’appel de travailleurs d’un secteur à un autre.

CHAPITRE III

Le secteur public

1- Introduction :

Le secteur public désigne la partie de l'économie gérée par l'État, par opposition au secteur privé, son rôle est de fournir un service public aux citoyens et d'agir dans l'équilibre économique.

Le secteur public est articulé sur 3 axes :

Axe des administrations publiques : L'ensemble des services chargés d'assurer le fonctionnement d'un État, d'une collectivité territoriale ou d'un service public, et qui sont financés principalement par des prélèvements fiscaux autorisés par le vote d'un budget.

Axe des institutions publiques : Ce sont les établissements chargés de la Sécurité sociale, les caisses nationales, qui assument la gestion des grandes politiques sociales de la nation. Ils s'appuient d'ailleurs sur des organismes de droit privé à forme mutualiste (les caisses de base). (Sécurité sociale, trésor public...)

Axe des entreprises publiques : Les entreprises dans lesquelles une personne publique détient la majorité du capital (Plus que 51% du capital). Elles étaient traditionnellement considérées comme un élément de la politique économique et sociale du gouvernement, dont les choix pouvaient différer sensiblement de ceux des entreprises privées. Aujourd'hui, toutefois, leur mode de fonctionnement est de plus en plus proche de celui des entreprises privées ;

Le secteur public permet d'offrir un service de qualité et respectueux des besoins des citoyens afin de permettre un accès aux services de base tels l'éducation ou la santé, à un moindre coût.

L'Etat intervient dans l'économie sous les 3 formes d'activité suivantes :

- Le fonctionnement de l'administration centrale :

Les dépenses courantes correspondantes sont les salaires des fonctionnaires des ministères, des forces d'ordre et des services connexes et les consommations intermédiaires liées à ces activités.

Le total de ces dépenses est noté d_{g1} et l'effectif employé à cette tâche sera notél_{g1}. La dimension de l'administration centrale peut être mesurée par $\frac{d_{g1}}{PIB} ou \frac{l_{g1}}{l}$. On peut éventuellement la faire dépendre de l'envergure de la redistribution évaluée par le rapport du total des montants redistribués au PIB. Mais pour commencer, on supposerad_{g1} et l_{g1} constants et donnés. La taille de d_{g1} et l_{g1}est faible en comparaison de l'économie. Pour l_{g1}, elle ne dépasse pas 1 ou 2 % du total des emplois et pour d_{g1} 3-4 % du PIB. On supposera aussi que les achats de l'Etat se font aux prix de marché et que les salariés de l'Etat sont payés selon le marché.

Pour assurer ses services administratifs, l'Etat a aussi besoin d'un capital k_{g1}qu'il maintient et éventuellement accroît grâce à un investissement i_{g1} .

Le capital k_{g1} n'est pas directement productif au sens marchand, ce qui ne veut pas dire qu'il est inutile : Sa taille par rapport au capital national total est aussi modeste. Son utilisation au service de l'administration centrale fait encourir à l'Etat un manque à gagner égal à r.k_{g1} où r est le taux de rémunération du capital sur le marché. Ces dépenses sont financées en partie par les revenus de l'Etat tirés de sa propriété d'une partie du capital national productif et pour le reste, par les taxes levées. Le montant des taxes affectées à couvrir ces dépenses est noté t_1.

- La redistribution et la régulation :

La redistribution consiste à introduire des taxes pour déplacer des revenus d'un groupe d'agents vers un autre groupe d'agents au titre de la lutte contre l'inégalité. La régulation consiste à prélever des taxes et verser des subventions pour des motifs d'efficacité économique tels que les externalités ou la stabilisation d'un marché. Les dépenses correspondantes sont les subventions courantes directes ou indirectes, dont le total est noté d_{g2}. Les subventions à l'investissement seront classées dans la $3^{\text{ième}}$ forme d'intervention de l'Etat dans l'économie : le financement public de l'investissement. Ces dépenses seront couvertes par des taxes directes et indirectes. Le montant des taxes affectées à couvrir ces dépenses de redistribution et de régulation est noté t_2. Le montant total de taxes collectées est donc :$t = t_1 + t_2$.
Il faut noter que k_{g2}ne représente que les subventions apparentes car si un secteur ou un agent économique béneficie d'un service public sans payer sa part du coût de ce service, il s'agit aussi d'une subvention.

- L'investissement public productif :

L'épargne qui reste à l'Etat après le paiement de ses charges courantes d_{g1}et après les opérations de redistribution et régulation, est utilisée aussi bien pour participer au capital privé du pays que pour investir dans des entreprises publiques ou dans le capital administratifk_{g1}. Pour sa participation au secteur privé, l'Etat agit exactement comme un ménage qui possède une part du capital privé. Il en reçoit donc une rémunération annuelle $r.k_{g2}$, où *r* est le taux d'intérêt du marché et k_{g2}. est le capital que détient l'Etat dans le secteur privé. Il peut aussi accorder des subventions à la formation du capital des entreprises privées ou publiques. Dans ce cas, il ne reçoit pas de rémunération sur le capital correspondant.

Enfin, il peut investir dans les entreprises publiques. Ces dernières peuvent se comporter de façon concurrentielle comme des entreprises privées. Ce cas se ramène exactement à l'investissement de l'Etat dans le secteur privé, sauf que dans ce cas l'Etat détient la majorité du capital. Mais le traitement ne diffère pas du cas privé. On ne le distinguera donc pas de celui-ci. Les entreprises publiques peuvent aussi se comporter de manière non concurrentielle en rémunérant leurs salariés plus que la productivité marginale du travail et en rémunérant le capital public qu'elles utilisent moins que sa productivité marginale. Cela est possible car c'est l'Etat qui fournit ce capital qu'il peut constituer à partir de l'épargne forcée gratuite que constituent les taxes. Bien sûr, en termes économiques, cette gratuité n'est qu'apparente puisqu'elle crée un manque à gagner qui pèsera sur le budget et comprimera d'autres emplois. Il faut toutefois tenir compte de ces entreprises publiques car leur existence induit des distorsions dans l'économie qu'il est utile d'analyser. Le capital de l'Etat investit dans ces entreprises publiques, qu'on désignera par « entreprises publiques non concurrentielles », sera noté k_{g3} .On supposera que ce capital n'est pas rémunéré et que, par conséquent, les travailleurs du secteur des entreprises publiques non concurrentielles sont rémunérés selon la productivité moyenne du travail et non sa productivité marginale.

Au total, le capital de l'Etat s'écrit :

$$\boxed{k_g = k_{g1} + k_{g2} + k_{g3}}$$

où $\boldsymbol{k_{g2}}$ rapporte une rémunération $\boldsymbol{r.k_{g2}}$ selon le taux du marché r.

	Dépenses	Recettes
Administration centrale **Opérations courantes** **Opérations de capital**	 $d_{g1} = wl_{g1}$ + consommations Intermédiaires i_{g1}	t_1 + $r.k_{g2}$
redistribution et régulation	d_{g2}	t_2
investissement public **Concurrentiel** **Non concurrentiel**	 $i_{g2} + S_{g2}$ $i_{g3} + S_{g3}$	

On fonctionnera dans un premier temps **sans dette**. Ce qui nous donne un solde total du budget, qui est la somme des 3 soldes partiels, nul.

On va étudier les conséquences d'une modification de la taille de l'administration centrale selon le mode de financement choisi tout en maintenant les budgets de redistribution et d'investissement public nuls : par exemple par une taxe sur le revenu des consommateurs, ou bien par une TVA…

2- Etude d'un modèle à 1 seul bien :

On considère une situation où il y a un seul bien et où l'Etat possède uniquement une administration centrale et un capital k_{g2} investit dans le secteur concurrentiel.

On suppose que :

$k_{g1} = k_{g3} = 0$

$i_{g1} = i_{g2} = i_{g3} = 0$

$k, k_{g2}, l, l_{g1}, c_g$ sont des paramètres exogènes.

- La qualité du service de l'administration centrale est mesurée par le rapport : $q_g = \frac{c_g}{l_{g1}}$
- K1 le capital du secteur privé.
- l_1 l'emploi du secteur privé.
- Le capital et l'emploi total sont donnés par :

$$\boxed{\begin{array}{c} k = k_1 + k_{g2} \\ l = l_1 + l_{g1} \end{array}}$$

- La production est supposée Cobb-Douglas de degré 1 :

$$\boxed{y_1 = A_1 {l_1}^{\gamma_{l1}} k^{\gamma k}}$$

- Cette production est consommée par les ménages et l'Etat :

$$\boxed{y_1 = c_1 + c_g}$$

- On note p_1 le prix de marché du bien 1 et *r* la rémunération du capital concurrentiel, on suppose que le capital est rémunéré selon sa productivité marginale :

$$\boxed{\frac{r}{p_1} = \frac{\delta y_1}{\delta k}}$$

- De même, la rémunération du travail dans le secteur concurrentiel est donnée par :

$$\boxed{\frac{w}{p_1} = \frac{\delta y_1}{\delta l_1}}$$

- Le salaire de la fonction publique est maintenu par l'Etat au même niveau que le salaire du secteur concurrentiel.
- L'Etat prélève une taxe *t* forfaitaire sur le revenu des ménages, exprimée en volume. La taxe en valeur est : $p_1 t$

- Le solde budgétaire est :

$$\boxed{S_b = (rk_{g2} + p_1 t) - (wl_{g1} + p_1 c_g)}$$

On supposera que le solde budgétaire est nul.

- Le revenu de l'Etat net des salaires des fonctionnaires est :

$$\boxed{R_g = (rk_{g2} + p_1 t) - wl_{g1}}$$

- Le revenu des ménages est :

$$\boxed{R_m = wl_1 + r_{k1} + wl_{g1} - p_1 t}$$

Avec l'hypothèse $S_b = 0$, on obtient :

$$\boxed{R_m + R_g = wl_1 + r(k_1 + k_{g2}) = wl_1 + r_k}$$

Vu l'homogénéité de degré 1 de la fonction de production, et le fait que l'intérêt et le salaire réels sont égaux aux productivités marginales respectives, on vérifie que la somme des revenus des ménages et de l'Etat hors salaires est bien égale à la valeur totale de la production

$$\boxed{p_1 y_1 = R_m + R_g}$$

L'étude d'un exemple :

Les inputs sont :

$$k = 60\,, l = 30\,, A_1 = 3.3, \gamma_k = \frac{5}{8}\,, \gamma_l = \frac{3}{8}\,, c_g = 2\% y_1, l_{g1} = 1.5\% l$$

On peut déduire :

- **Le nombre d'employés du secteur public** : $l_{g1} = 1.5\%.\,60 = 0.45$

Puisque le capital concurrentiel de l'Etat est investi de la même manière que le capital privé,

- **la valeur totale du capital à utiliser** comme argument de la fonction de production est :

$$k = k_1 + k_{g2} = 60$$

D'où :

- **Production** :$y_1 = A_1 {l_1}^{\gamma_{l_1}} k^{\gamma_k}$=151.82
- **Consommation de l'Etat :** $c_g = 2\%.\,y_1 = 2\%.\,151.82 \approx 3$
- **Qualité du service public :** $q_g = \frac{c_g}{l_{g1}} = \frac{3}{0.45} = 6.7$
- **Consommation privée :** $c_1 = y_1 - c_g = 148.82$

L'équilibre économique est invariant si on multiplie p_1 par un salaire. On normalise p_1 à 1 pour simplifier. D'où :

- **Prix du capital** : $r = \frac{\delta y_1}{\delta k} = 3.3 * \frac{5}{8} * 60^{\frac{5}{8}} * 29.55^{\frac{3}{8}} = 1.58$
- **Prix du travail** : $w = \frac{\delta y_1}{\delta l_1} = 3.3 * \frac{3}{8} * 60^{\frac{5}{8}} * 29.55^{\frac{3}{8}-1} = 1.93$
- **Dépenses courantes de l'Etat** : $d_{g1} = wl_{g1} + p_1 c_g = 1.93 * 0.45 + 3 = 3.87\%$ en PIB.

<u>Interprétations des résultats :</u>

Taxe directe :

Que cette dépense de l'Etat qui soit financée par une taxe directe sur le revenu des ménages ou bien par le revenu du capital concurrentiel de l'Etat, la consommation privée c_1 reste <u>invariable</u>. D'où la stabilité du niveau de bien-être de la production.

Ce résultat signifie que si l'Etat privatise son capital concurrentiel et instaure une taxe directe pour couvrir ses charges, cela ne change rien au bien-être de la population.

Cependant, cette conclusion ne peut être étendue au cas où il y a inégalité au niveau de la propriété du capital répartie sur ; deux classes sociales différentes. En effet, dans ce cas, la classe riche serait avantagée puisque, après la privatisation, elle recevrait l'essentiel du revenu du capital privatisé. Alors que la charge de la nouvelle taxe s'appliquera aux deux classes sociales. Ainsi, on voit que la privatisation se traduit par une redistribution des revenus dans le mauvais sens.

Si on tient compte de plusieurs périodes, il est probable aussi que le mode de financement de l'Etat ne soit pas sans effet sur la trajectoire économique car le changement de la structure de propriété du capital entre Etat et privés risque d'agir sur les comportements d'épargne de chacun.

Enfin, si on introduit deux secteurs productifs au lieu d'un seul, il est possible que la neutralité du mode de financement de l'Etat soit conservée, au moins tant qu'on n'introduit pas de taxes indirectes.

En ce qui concerne la relation entre la taxe et le capital concurrentiel de l'Etat, la contrainte de l'équilibre budgétaire donne : $\boldsymbol{d_{g1} = p_1 t + r k_{g2} = t + 1.58.k_{g2} = 3.87}$ **= 2.5% du PIB**.

Ce qui nous donne une relation linéaire entre la taxe t et k_{g2}. Il s'agit donc d'une droite srictement décroissante visualisée par la graphe ci-dessous.

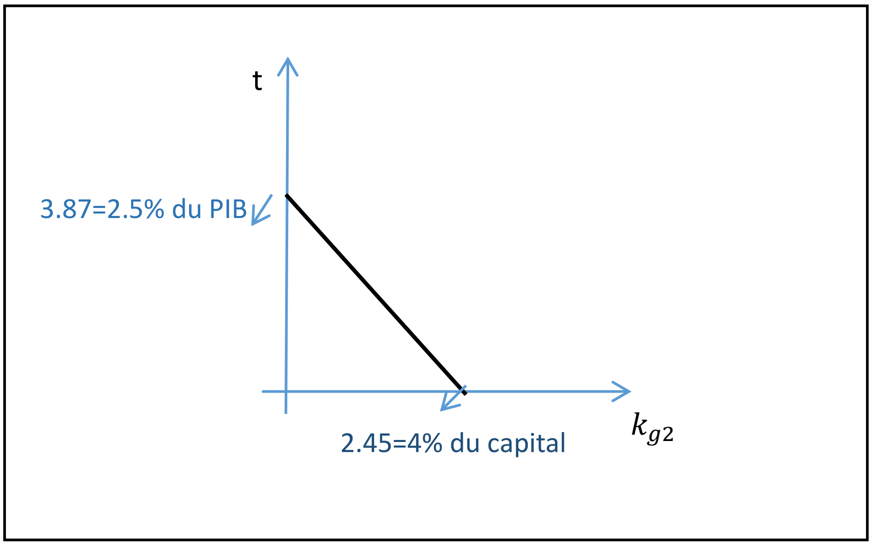


Figure 5 : la relation entre la taxe et le capital concurrentiel de l'Etat

On note aussi si l'Etat augmente légèrement la qualité de l'administration centrale q_g, son mode de financement reste neutre. Autrement dit :

Il y a aucune différence entre un financement de cette élévation par la taxe et un financement par l'augmentation du capital public concurrentiel.

Taxe Indirecte :

Maintenant, on introduit une taxation indirecte sur les facteurs *k* et *l* et sur la production y_1. Soient w', r' le salaire et le taux d'intérêt après taxe payés par le producteur aux propriétaires des facteurs de production (Etat et ménages pour ce qui concerne le capital et ménages en ce qui concerne le travail).

On note p_1' le prix net de taxe encaissé par le producteur pour ses ventes de bien 1. Et puisque le système est homogène en p_1' on peut poser p_1' =1.

Lorsqu'on a un seul bien, tous les facteurs de production seront engagés dans la production de ce bien. Par conséquent, w', r' sont égaux aux valeurs de w, r : $r' = 1.58 \; et \; w' = 1.93$.

Ceci montre que toutes les taxes se trouvent transférées aux fournisseurs de facteurs d'une part (ménages et Etat) pour les taxes sur les facteurs, et d'autre part, aux acheteurs pour ce qui concerne la taxe sur les ventes de bien.

Conclusion :

L'équilibre économique n'est pas modifié par rapport au 1er cas (taxe directe). En effet, Les taxes indirectes donnent le même résultat que la taxe directe.
Pour ce qui concerne le mode de financement de l'Etat, la comparaison entre un financement par taxe indirecte ou par les revenus du capital public concurrentiel, se fait de la même manière qu'au premier cas.

Si on a une économie 2 biens, il pourra y avoir des distorsions entre les deux biens par les taxes. Il est probable alors que le choix du mode de financement par le revenu du capital public concurrentiel provoque moins de distorsions que les taxes indirectes.
On a fait alors une étude sur une économie à 2 biens, dont voilà ci-dessous l'exemple qu'on a traité.

3- Etude d'un modèle à 2 biens :

Dans cette partie, on a travaillé avec les mêmes données exploitées précédemment dans le deuxième chapitre de notre rapport.

$\boldsymbol{\beta} = \begin{bmatrix} 1/12 & 3/10 \\ 1/6 & 1/10 \end{bmatrix}$; $\boldsymbol{\gamma l} = \binom{1/4}{1/2}$;

$\boldsymbol{\gamma k} = \binom{1/2}{1/10}$; $\boldsymbol{\alpha} = \binom{8/15}{7//15}$;

$\boldsymbol{A} = \binom{3.3162987}{3.21646346}$; **k=70; l=80**

Résolution du modèle :

a. La prise en compte d’une taxe directe :

On ajoute à cette économie un Etat avec une composante administrative caractérisée par c_{g1}, c_{g2}, l_{g1} et possédant un capital concurrentiel k_{g2}.

On prend $c_{g1} = 2,\ c_{21} = 1.75\,, l_{g1} = 1.2\,, k_{g2} = 1$

En se référant au chapitre 1, les équations (1), (3), (6), (7) et (8) ne changent pas. Alors que les équations (2) deviennent :

Ressources	Emplois
$\boldsymbol{y_1} =$	$x_{11} + x_{12} + c_1 + c_{g1}$
$\boldsymbol{y_2} =$	$x_{21} + x_{22} + c_2 + c_{g2}$

(2-III)

- T : la valeur monétaire de la taxe directe prélevée sur les revenus des ménages
- G : la dépense de l’Etat hors salaires des fonctionnaires.

$$\boxed{G = p_1 c_{g1} + p_2 c_{g2}}$$

L’équation (4) devient :

$$\boxed{M = w(l_1 + l_2) + r(k_1 + k_2) - T = p_1 c_1 + p_2 c_2}$$

(4-III)

Gardant le solde budgétaire nul, on a :

Recettes de l'Etat	Dépenses de l'Etat
$\mathrm{rk_{g2}} + \mathrm{T} =$	$G + wl_{g1}$

(9-III)

Les équations (5) deviennent :

$l_1 + l_2 + l_{g1} = l$

$k_1 + k_2 + k_{g2} = k$ (5-III)

En comparaison avec le chapitre II, on ajoute une variable : *T*, et une équation : l'équation (9-III). On a donc toujours autant de variables que d'équations.

T étant un montant monétaire. Donc, sa valeur dépend de l'unité monétaire choisie. Si $(\mathrm{p_1, p_2, w, r, T})$ est solution$(\lambda\mathrm{p_1}, \lambda\mathrm{p_2}, \lambda\mathrm{w}, \lambda\mathrm{r}, \lambda\mathrm{T})$ est aussi solution.

Dans le cas où on change la valeur de k_{g2} sans changer la valeur totale du capital *k,* la valeur de *T* va aussi changer. Il est probable que, comme dans la partie précédente, le changement de k_{g2} compensé par un changement de la taxe directe *T* ne modifie pas l'équilibre économique.

- Les inputs :

  $\mathrm{l, k}, l_{g1}, k_{g2}, \mathrm{A_C}, \alpha 1, \alpha 2, \mathrm{A1}, \mathrm{A2}, \beta 11, \beta 21, \beta 12, \beta 22, \gamma 11, \gamma \mathrm{k1}, \gamma 12, \gamma \mathrm{k2}$,,

Il s'agit de déterminer :

- Les outputs :

  $x_{11}, x_{21}, x_{12}, x_{22}, y_1, y_2, c_1, c_2, l_1, l_2, k_1, k_2, p_1, p_2$, w et r,T

On construit les fonctions de déséquilibre, dont les paramètres de notre fonction de minimisation sont :

y_1, y_2, p_1, p_2, w, r et T

En écrivant la nullité de ces fonctions, on retrouve les équations qui mettent en évidence l'équilibre. La méthode de résolution consiste ensuite à trouver l'état qui annule simultanément ces fonctions.

Les fonctions sont alors les suivantes :

- **La fonction de déséquilibre de la demande du bien 1 :**

$$\Delta_1^d = \mathrm{p}_1(\mathrm{x}_{11} + \mathrm{x}_{12} + \mathrm{c}_1 + \mathrm{c}_{\mathrm{g}1}) - p_1 y_1$$

$$\Delta_1 = x_{11} + x_{12} + c_1 + c_{g1} - y_1$$

$$= \frac{p_1\,\beta_{11} y_1}{p_1} + \frac{p_2\,\beta_{12} y_2}{p_1} + \frac{\alpha_1}{p_1}[w(l_1 + l_2) + r(k_1 + k_2) - T] + y_1$$

$$= \frac{p_1\,\beta_{11} y_1}{p_1} + \frac{p_2\,\beta_{12} y_2}{p_1} + \frac{\alpha_1}{p_1}\left[w(l - l_{g1}) + r(k + k_{g2}) - T\right] + y_1$$

- **La fonction de déséquilibre de la demande du bien 2 :**

$$\Delta_2^d = \mathrm{p}_1(\mathrm{x}_{21} + \mathrm{x}_{22} + \mathrm{c}_2 + \mathrm{c}_{\mathrm{g}2}) - p_2 y_2$$

$$\Delta_2 = x_{21} + x_{22} + c_2 + c_{g2} - y_2$$

$$= \frac{p_1\,\beta_{21} y_1}{p_2} + \frac{p_2\,\beta_{22} y_2}{p_2} + \frac{\alpha_2}{p_2}[w(l_1 + l_2) + r(k_1 + k_2) - T] + y_2$$

$$= \frac{p_1\,\beta_{21} y_1}{p_2} + \frac{p_2\,\beta_{22} y_2}{p_2} + \frac{\alpha_2}{p_2}\left[w(l - l_{g1}) + r(k + k_{g2}) - T\right] + y_2$$

- **La fonction de déséquilibre de la demande de travail :**

$$\Delta^l = \frac{p_1 y_1\,\gamma_{l1}}{w} + \frac{p_2 y_2\,\gamma_{l2}}{w} + l_{g1} - l$$

- **La fonction de déséquilibre de la demande d2 capital :**

$$\Delta^{k} = \frac{p_1 y_1\ \gamma_{k1}}{r} + \frac{p_2 y_2\ \gamma_{k2}}{r} - k$$

Où :

$$\begin{cases} k1 = \frac{p_1 y_1\ \gamma_{k1}}{r},\ k2 = \frac{p_2 y_2\ \gamma_{k2}}{r}, \\ k1 = k1public + k1privé \\ K2 = k2public + k2privé \\ K1public + k2public = k_{g2} \end{cases}$$

- **La fonction de déséquilibre du prix du bien 1 par rapport au cout de production :**

$$\Delta_1^{\pi} = 1 - A_1 p_1 [\left(\frac{\beta_{11}}{p_1}\right)^{\beta_{11}} \left(\frac{\beta_{21}}{p_2}\right)^{\beta_{21}} \left(\frac{\gamma_{l1}}{w}\right)^{\gamma_{l1}} \left(\frac{\gamma_{k1}}{r}\right)^{\gamma_{k1}}]$$

- **La fonction de déséquilibre du prix du bien 2 par rapport au cout de production :**

$$\Delta_2^{\pi} = 1 - A_2 p_2 [\left(\frac{\beta_{12}}{p_1}\right)^{\beta_{12}} \left(\frac{\beta_{22}}{p_2}\right)^{\beta_{22}} \left(\frac{\gamma_{l2}}{w}\right)^{\gamma_{l2}} \left(\frac{\gamma_{k2}}{r}\right)^{\gamma_{k2}}]$$

- **Le solde budgétaire est :**

$$S_b = rk_{g2} + T - p_1 c_{g1} - p_2 c_{g2} - wl_{g1}$$

Quelques variations de k_{g2} et interprétations :

	Kg2=1(k1public=0,5 ; k2public=0,5)	Kg2=1(k1public=0 ; k2public=1)	Kg2=1(k1public=1 ; k2public=0)	Kg2=1,5(k1public=0,75 ; k2public=0,75)
p1	0.9985588	0.9985588	0.9985588	0.9985588
p2	1.00165	1.00165	1.00165	1.00165
w	1.004994	1.004994	1.004994	1.004993
r	0.9942728	0.9942728	0.9942728	0.994273
y1	119.64	119.64	119.64	119.6399
y2	98.4073	98.4073	98.4073	98.49072
T	3.961724	3.961724	3.961724	3.464587
c1	77.35461	77.35461	77.35461	77.62013
c2	67.47642	67.47642	67.47642	67.70804
l1	29.71849	29.71849	29.71849	29.71848
l2	49.08151	49.08151	49.08151	49.08152
k1	60	60	60	60
k1privé	59.5	60	59	59.25
k2	10	10	10	10
k2privé	9.5	9	10	9.25
x11	9.969998	9.969998	9.969998	9.969993
x12	29.638678	29.638678	29.638678	29.638673
x21	19.878465	19.878465	19.878465	19.878457
x22	9.849073	9.849073	9.849073	9.849072

Tableau 6 : une répartition du capital concurrentiel de l'Etat k_{g2} entre les secteurs 1 et 2

Interprétations :

Il s'agit en fait d'une répartition du capital concurrentiel de l'Etat k_{g2} entre les secteurs 1 et 2. D'après les résultats dégagés suite à ces variations, on a trouvé que les valeurs des paramètres sont presque les mêmes. Cela signifie que, quelle que soit cette répartition, l'équilibre de l'économie ne varie pas. La raison est que le taux de rendement reçu par l'Etat en échange de k_{g2}est le même quelle que soit la répartition de k_{g2}.

Sauf dans le cas où on a augmenté un peu la valeur de k_{g2} (une augmentation de 0,5), on a observé alors une légère diminution dans la valeur de la taxe. T a en fait passé de 3.961724 pour (k_{g2}= 1) à 3.464587 pour (k_{g2}=1,5) . Ce qui est bien logique. En effet, pour compenser la baisse de financement avec k_{g2}, l'Etat augmente la taxe.

b. Prise en compte des taxes indirectes :

L'introduction de taxes indirectes va perturber l'équilibre économique. Les équations à utiliser sont les suivantes :

Les équations (1), (9), (11) et (12) du chapitre II et les équations (2-III) et (4-III) du chapitre III, restent sans changement.

L'équation (9-III) doit être modifiée pour tenir compte des recettes provenant des taxes indirectes. T^x, T^c, T^f :

- $\mathbf{T^x = \tau^x_{11} p_1 x_{11} + \tau^x_{21} p_2 x_{21} + \tau^x_{12} p_1 x_{12} + \tau^x_{22} p_2 x_{22}}$
- $\mathbf{T^c = \tau^c_1 p_1 c_1 + \tau^c_2 p_2 c_2}$
- $\mathbf{T^f = \tau_{k1} r k_1 + \tau_{k2} r k_2 + \tau_{l1} w l_1 + \tau_{l2} w l_2}$

L'équation (9-III) devient :

Recettes de l'Etat	Dépenses de l'Etat
$\boldsymbol{rk_{g2} + T + T^{x} + T^{c} + T^{f}}$	$G + wl_{g1}$

(9-III-b)

Les fonctions de production pour les secteurs 1 et 2 sont les suivantes :

- La fonction de production du bien 1 est de la forme Cobb-Douglas :

$$\boxed{y_1 = A_1(x_{11})^{\beta_{11}}(x_{21})^{\beta_{21}}(l_1)^{\gamma_{l1}}(k_1)^{\gamma_{k1}}}$$

- De même la fonction de production du bien 2 est :

$$\boxed{y_2 = A_2(x_{12})^{\beta_{12}}(x_{22})^{\beta_{22}}(l_2)^{\gamma_{l2}}(k_2)^{\gamma_{k2}}}$$

<u>Le programme du consommateur</u> :

Le programme du consommateur devient :

$$\begin{cases} \text{Max } Ac(c_1)^{\alpha_1}(c_2)^{\alpha_2} \\ \text{SC. } (1+\tau_1)p_1c_1 + (1+\tau_2)p_2c_2 \leq M \end{cases}$$

Les conditions d'optimalité :

$$\boxed{\begin{aligned} \alpha_1 &= \frac{(1+\tau_1^c)p_1c_1}{M} \\ \alpha_1 &= \frac{(1+\tau_2^c)p_2c_2}{M} \end{aligned}}$$

Le programme de producteur :

Le programme du secteur 1	Le programme du secteur 2
$\boldsymbol{p_1 \frac{\beta_{11}}{x_{11}} y_1 = p_1(1+\tau_{11}^x)}$ $\boldsymbol{p_1 \frac{\beta_{21}}{x_{21}} y_1 = p_2(1+\tau_{21}^x)}$ $\boldsymbol{p_1 \frac{\gamma_{l1}}{x_{l1}} y_1 = w(1+\tau_{l1})}$ $\boldsymbol{p_1 \frac{\gamma_{k1}}{x_{k1}} y_1 = r(1+\tau_{k1})}$	$\boldsymbol{p_2 \frac{\beta_{12}}{x_{12}} y_2 = p_1(1+\tau_{12}^x)}$ $\boldsymbol{p_2 \frac{\beta_{22}}{x_{22}} y_2 = p_2(1+\tau_{22}^x)}$ $\boldsymbol{p_2 \frac{\gamma_{l2}}{x_{l2}} y_2 = w(1+\tau_{l2})}$ $\boldsymbol{p_2 \frac{\gamma_{k2}}{x_{k2}} y_2 = r(1+\tau_{k2})}$

- **Les fonctions de production des secteurs 1 et 2 :**

$$\boldsymbol{y_1} = x_{11} + x_{12} + c_1 + c_{g1}$$

$$y_2 = x_{21} + x_{22} + c_2 + c_{g2}$$

- **Le revenu du consommateur s'écrit :**

$$M = w(l_1 + l_2) + r(k_1 + k_2) - T = p_1 c_1 + p_2 c_2$$

- $rk_{g2} + T + T^x + T^c + T^f = G + wl_{g1}$

- **Fonction de déséquilibre de la demande du bien 1 :**

$$\Delta_1^d = \mathrm{p}_1(\mathrm{x}_{11} + \mathrm{x}_{12} + \mathrm{c}_1 + \mathrm{c}_{g1}) - p_1 y_1$$

$$\Delta_1^{\mathrm{d}} = \frac{p_1\,\beta_{11} y_1}{1+\tau_{11}^x} + \frac{p_2\,\beta_{12} y_2}{1+\tau_{12}^x} + \frac{M}{1+\tau_1^c} + p_1 c_{g1} - \mathrm{p}_1\mathrm{y}_1$$

Avec $\Delta_1 = x_{11} + x_{12} + c_1 + c_{g1} - y_1$

$$= \frac{p_1\,\beta_{11} y_1}{p_1} + \frac{p_2\,\beta_{12} y_2}{p_1} + \frac{\alpha_1}{p_1}[w(l_1 + l_2) + r(k_1 + k_2) - T] + c_{g1} y_1$$

$$= \frac{p_1\,\beta_{11} y_1}{p_1} + \frac{p_2\,\beta_{12} y_2}{p_1} + \frac{\alpha_1}{p_1}\left[w(l - l_{g1}) + r(k + k_{g2}) - T\right] + c_{g1} y_1$$

- **Fonction de déséquilibre de la demande du bien 2 :**

$$\Delta_2^d = \mathrm{p}_1(\mathrm{x}_{21} + \mathrm{x}_{22} + \mathrm{c}_2 + \mathrm{c}_{g2}) - p_2 y_2$$

$$\Delta_2^{\mathrm{d}} = \frac{p_1\,\beta_{21} y_1}{1+\tau_{21}^x} + \frac{p_2\,\beta_{22} y_2}{1+\tau_{22}^x} + \frac{M}{1+\tau_2^c} + p_2 c_{g2} - \mathrm{p}_2\mathrm{y}_2$$

Avec $\Delta_2 = x_{21} + x_{22} + c_2 + c_{g2} - y_2$

$$= \frac{p_1\,\beta_{21} y_1}{p_2} + \frac{p_2\,\beta_{22} y_2}{p_2} + \frac{\alpha_2}{p_2}[w(l_1 + l_2) + r(k_1 + k_2) - T] + c_{g2} y_2$$

$$= \frac{p_1\,\beta_{21} y_1}{p_2} + \frac{p_2\,\beta_{22} y_2}{p_2} + \frac{\alpha_2}{p_2}\left[w(l - l_{g1}) + r(k + k_{g2}) - T\right] + c_{g2} y_2$$

- **Fonction de déséquilibre de la demande de capital** :

$$\Delta^k = \frac{p_1 y_1\,\gamma_{k1}}{r(1+\tau_{k1})} + \frac{p_2 y_2\,\gamma_{k2}}{r(1+\tau_{k2})} - k$$

- **Fonction de déséquilibre de la demande de travail :**

$$\Delta^l = \frac{p_1 y_1\,\gamma_{l1}}{w(1+\tau_{l1})} + \frac{p_2 y_2\,\gamma_{l2}}{w(1+\tau_{l2})} + l_{g1} - l$$

- **Fonction de déséquilibre du prix du bien 1 par rapport au coût de production :**

$$\Delta_1^{\pi} = 1 - A_1 p_1 [\left(\frac{\beta_{11}}{p_1(1+\tau_{11}^x)}\right)^{\beta_{11}} \left(\frac{\beta_{21}}{p_2(1+\tau_{21}^x)}\right)^{\beta_{21}} \left(\frac{\gamma_{l1}}{w(1+\tau_{l1})}\right)^{\gamma_{l1}} \left(\frac{\gamma_{k1}}{r(1+\tau_{k1})}\right)^{\gamma_{k1}}]$$

- **Fonction de déséquilibre du prix du bien 2 par rapport au coût de production :**

$$\Delta_2^{\pi} = 1 - A_2 p_2 [\left(\frac{\beta_{12}}{p_1(1+\tau_{12}^x)}\right)^{\beta_{12}} \left(\frac{\beta_{22}}{p_2(1+\tau_{22}^x)}\right)^{\beta_{22}} \left(\frac{\gamma_{l2}}{w(1+\tau_{l2})}\right)^{\gamma_{l2}} \left(\frac{\gamma_{k2}}{r(1+\tau_{k2})}\right)^{\gamma_{k2}}]$$

- **Fonction de déséquilibre du revenu par rapport aux dépenses du consommateur :**

$$\Delta^M = w\left(l - l_{g1}\right) + r\left(k - k_{g2}\right) - T(1+\tau_1^c)p_1 c_1 - (1+\tau_2^c)p_2 c_2$$

- **Le solde budgétaire est :**

$$S_b = rk_{g2} + T + T^x + T^c + T^f - G - wl_{g1}$$

$$S_b = rk_{g2} + T + T^x + T^c + T^f - p_1 c_{g1} - p_2 c_{g2} - wl_{g1}$$

Conclusion

Ce projet s ' est révélé très enrichissant dans la mesure où il a consisté en une approche concrète du métier d ' ingénieur . En effet , la prise d ' initiative et le travail en équipe seront des aspects essentiels de notre futur métier.

Il nous a permis également d'établir les aspects théoriques liés à la méthodologie d'élaboration d'un MEGC , qui représente une classe de modèles économiques qui utlisie des données économiques réelles pour voir comment une économie pourrait réagit à des changements de politique, de technologie, de ressources, ou d'autres facteurs externes .

En effet , on a effectué différentes simulations sur un modèle sans taxes et avec taxes et on a pu par la suite appliquer ces théories dans le secteur public tout en examinant l' économie gérée par l'État.

Les MEGC permettent alors d'évaluer l'impact d'un choc , où d'une politique économique donnée . Ils permettent également de faire une combinaison optimale de politique économique en fonction d'objectifs de répartition donnée.

Toutefois , le nombre important d'hypothèses que ces modèles impliquent , le degré de liberté laissé au modélisateur dans la détermination des paramètres , constituent quelques limites de ces modèles . C'est qui justifie le fait que ces MEGC ne peuvent pas être utilisés pour faire des prévisions.

Bibliographie

- Cours « modèle d'équilibre générale calculable », **M. Mabrouk Mohamed.** Atelier statistique ESSAI 2016/2017.
- http://hermes.hsu-hh.de/doctoralstudy/2016/06/07/computable-general-equilibrium-cge-modelling-and-its-applications-to-policy-impact-analysis-2/
- Debreu, G. (1954), Theory of Value, New York, Wiley.
- https://www.copsmodels.com/pdf/phdflyer.pdf

Annexe

Le code R utilisé dans notre projet :

- **Modèle d'équilibre générale sans taxe :**

```
library(optimx)
## les inputs :
beta=matrix(c(1/12,1/6,3/10,1/10),nrow = 2,ncol = 2)
beta
gammal=matrix(c(1/2,1/2),nrow = 1,ncol = 2)
gammal
gammak=matrix(c(1/4,1/10),nrow = 1,ncol = 2)   ###
gammak
alpha= matrix (c(8/15,7/15),nrow = 1,ncol = 2)
alpha
A=matrix(c(3.3162,3.2164),nrow = 1,ncol = 2)
l=80
k=70
Ac=1
w=NA
r=NA
ip=NA

y=matrix(data=NA,nrow = 1,ncol = 2)
p=matrix(data=NA, nrow=1, ncol = 2)
w=NA
```

```
r=NA

c=matrix(data=NA,nrow = 1,ncol = 2)

x=matrix(data=NA,nrow = 2,ncol = 2)

# f: la fonction à minimiser :


## le vecteur des parametres qu'on cherche à determiner: par=c(p1,p2,y1,y2,r,w)


## Pour trouver des valeurs exactes, Il faut donc fixer le prix d'un bien ou facteur égal à 1 (c'est à dire exclure une variable endogène) ou construire un indice de prix (c'est à dire rajouter une équation). on a donc fixer p1, qui est le prix du bien 1 (p1=1).et puis on a rajouté une nouvelle équation de l'indice de prix

f <- function(par){

  delta1=((beta[1,1]*1*par[2]+beta[1,2]*par[1]*par[3]+alpha[1,1]*(par[4]*l+par[5]*k))/1)-par[2]

  delta2=((beta[2,1]*1*par[2]+beta[2,2]*par[1]*par[3]+alpha[1,2]*(par[4]*l+par[5]*k))/par[1])-par[3]

  deltal=gammal[1,1]*((1*par[2])/par[4])+gammal[1,2]*((par[1]*par[3])/par[4])-l

  deltak=gammak[1,1]*((1*par[2])/par[5])+gammak[1,2]*((par[1]*par[3])/par[5])-k

  deltap1=1-(1*A[1,1]*((beta[1,1]/1)^beta[1,1])*((beta[2,1]/par[1])^beta[2,1])*((gammal[1,1]/par[4])^gammal[1,1])*((gammak[1,1]/par[5])^gammak[1,1]))

  deltap2=1-(par[1]*A[1,2]*((beta[1,2]/1)^beta[1,2])*((beta[2,2]/par[1])^beta[2,2])*((gammal[1,2]/par[4])^gammal[1,2])*((gammak[1,2]/par[5])^gammak[1,2]))


  d1=abs(delta1/par[2])

  d2=abs(delta2/par[3])

  dl=abs(deltal/l)

  dk=abs(deltak/k)

  dp1=abs(deltap1)

  dp2=abs(deltap2)


  d=d1+d2+dl+dk+dp1+dp2

  return(d)

}
```

````
```

```{r}

# la minimisation : optim va nous retourner les valeurs de p1,p2,y1,y2,w,r

## On doit donc trouver une minim (p1,p2,y1,y2,w,r) qui peut en principe annuler le "d" retourné par la fonction f .

#recherche du minimum golbal

#A=matrix(c(3.3162,5.5),nrow = 1,ncol = 2)

library(optimx)

minim <- optim(c(1,1,1,1,1), f , method="Nelder-Mead" ,control = list(maxit=5000 , parscale = c(1,100,100,1,1))
)

for (i in 1:10){

minim <- optim(minim$par, f, method="Nelder-Mead" ,control = list(maxit=5000 , parscale = c(1,100,100,1,1))
)

}

minim

## la minimisation  de delta nous a donc retourné le vecteur des parametres suivant : 1,120,100,1,1

#insertion des resultats dans les variables appropriees

p[1,1]=1

p[1,2]=minim$par[1]

y[1,1]=minim$par[2]

y[1,2]=minim$par[3]

w=minim$par[4]

r=minim$par[5]

## La matrice des comptes sociaux (mcs):

x11=x[1,1]=beta[1,1]*y[1,1]
````

~~~
x21=x[2,1]=beta[2,1]*y[1,1]*p[1,1]/p[1,2]

x12=x[1,2]=beta[1,2]*y[1,2]*p[1,2]/p[1,1]

x22=x[2,2]=beta[2,2]*y[1,2]

x


## les quatités du capital et du travail


l1=gammal[1,1]*y[1,1]*p[1,1]/w

l1

l2=gammal[1,2]*y[1,2]*p[1,2]/w

l2

k1=p[1,1]*gammak[1,1]*y[1,1]/r

k1

k2=p[1,2]*gammak[1,2]*y[1,2]/r

k2

M=w*l+r*k

M

c1=c[1,1]=M*alpha[1,1]/p[1,1]

c1

c2=c[1,2]=M*alpha[1,2]/p[1,2]

c2




```




```{r}

#calcul de la valeur de l'indice de prix

ip=(p[1,1]^alpha[1,1])*(p[1,2]^alpha[1,2])
~~~

```
#calcul des nouvelles valeurs des outputs

p1=p[1,1]=1/ip

p1

p2=p[1,2]=minim$par[1]/ip

p2

y1=y[1,1]=minim$par[2]

y1

y2=y[1,2]=minim$par[3]

y2

w=minim$par[4]/ip

w

r=minim$par[5]/ip

r

## La solution finale est : (p1*,p2*,y1*,y2*,w*,r*)=(1/ip,p2/ip,y1,y2,w/ip,r/ip)


x11=x[1,1]=beta[1,1]*y[1,1]

x11

x21=x[2,1]=(beta[2,1]*y[1,1]*p[1,1])/p[1,2]

x21

x12=x[1,2]=(beta[1,2]*y[1,2]*p[1,2])/p[1,1]

x12

x22=x[2,2]=beta[2,2]*y[1,2]

x22

x

l1=round(gammal[1,1]*y[1,1]*p[1,1]/w)

l1

l2=round(gammal[1,2]*y[1,2]*p[1,2]/w)

l2

k1=round(p[1,1]*gammak[1,1]*y[1,1]/r)

k1

k2=round(p[1,2]*gammak[1,2]*y[1,2]/r)
```

```
k2
M=w*l+r*k
M
C1=c[1,1]=M*alpha[1,1]/p[1,1]
c1
c2=c[1,2]=M*alpha[1,2]/p[1,2]
c2
```

- **Modele avec taxes :**

```
#declaration des varia#definition de la fonction de la somme des excès de demandes relatives
x=matrix(data=NA,nrow = 2,ncol = 2)
beta=matrix(c(1/12,1/6,3/10,1/10),nrow = 2,ncol = 2)
gammal=c(1/4,1/2)
gammak=c(1/2,1/10)
alpha=c(8/15,7/15)
A=c(3.3162,3.2164)
y=c(NA,NA)
p=c(NA,NA)
l=c(NA,NA)
k=c(NA,NA)
w=NA
r=NA
ip=NA
c=c(NA,NA)
ktotal=70;
ltotal=80
Ac=1

#definition de la fonction de la somme des excès de demandes relatives
fn<- function(par){
  delta1=(beta[1,1]*par[2]+beta[1,2]*par[1]*par[3]+alpha[1]*(par[4]*ltotal+par[5]*ktotal))-par[2]
  delta2=((beta[2,1]*par[2]+beta[2,2]*par[1]*par[3]+alpha[2]*(par[4]*ltotal+par[5]*ktotal))/par[1])-par[3]
```

```
  deltal=gammal[1]*par[2]/par[4]+gammal[2]*((par[1]*par[3])/par[4])-ltotal

  deltak=gammak[1]*(par[2]/par[5])+gammak[2]*((par[1]*par[3])/par[5])-ktotal

  deltap1=1-
(A[1]*(beta[1,1]^beta[1,1])*((beta[2,1]/par[1])^beta[2,1])*((gammal[1]/par[4])^gammal[1])*((gammak[1]/par[
5])^gammak[1]))

  deltap2=1-
(par[1]*A[2]*(beta[1,2]^beta[1,2])*((beta[2,2]/par[1])^beta[2,2])*((gammal[2]/par[4])^gammal[2])*((gammak
[2]/par[5])^gammak[2]))


  d1=abs(delta1/par[2])

  d2=abs(delta2/par[3])

  dl=abs(deltal/ltotal)

  dk=abs(deltak/ktotal)

  dp1=abs(deltap1)

  dp2=abs(deltap2)


  d=d1+d2+dl+dk+dp1+dp2

  return(d)

}


#recherche du minimum golbal

library(optimx)

solution <- optim(c(1,100,100,1,1), fn , method="Nelder-Mead" ,control = list(maxit=5000 , parscale =
c(1,100,100,1,1)) )

#tourner le programme de minimisation 3 fois, en initialisant à chaque fois avec le résultat de la boucle
précédente

for (i in 1:10){

  solution <- optim(solution$par, fn , method="Nelder-Mead" ,control = list(maxit=5000 , parscale =
c(1,100,100,1,1)) )

}


#insertion des resultats dans les variables appropriees

p[1]=1

p[2]=solution$par[1]
```

```
p[2]
y[1]=solution$par[2]
y[1]
y[2]=solution$par[3]
w=solution$par[4]
w
r=solution$par[5]
r
#calcul de la valeur de l'indice de prix
ip=(p[1]^alpha[1])*(p[2]^alpha[2])

#calcul des nouvelles valeurs des outputs (p1*,p2*,y1*,y2*,w*,r*)=(1/p,p2/p,y1,y2,w/p,r/p)
p[1]=1/ip
p[2]=solution$par[1]/ip
y[1]=solution$par[2]
y[2]=solution$par[3]
w=solution$par[4]/ip
r=solution$par[5]/ip

x[1,1]=beta[1,1]*y[1]
x[2,1]=(beta[2,1]*y[1]*p[1])/p[2]
x[1,2]=(beta[1,2]*y[2]*p[2])/p[1]
x[2,2]=beta[2,2]*y[2]
l[1]=gammal[1]*y[1]*p[1]/w
l[2]=gammal[2]*y[2]*p[2]/w
k[1]=p[1]*gammak[1]*y[1]/r
k[2]=p[2]*gammak[2]*y[2]/r
M=w*ltotal+r*ktotal
c[1]=M*alpha[1]/p[1]
c[2]=M*alpha[2]/p[2]
```

```
#declaration des variables du modele avec taxe

x1=matrix(data=NA,nrow = 2,ncol = 2)

k1=c(NA,NA)

l1=c(NA,NA)

y1=c(NA,NA)

p1=c(NA,NA)

w1=NA

r1=NA

ip1=NA

c1=c(NA,NA)

M=NULL


#definition de la taxe:


tx=matrix(c(0.2,0.2,0.2,0.2),nrow = 2,ncol = 2)

tc=c(0,0)

tl=c(0,0)

tk=c(0,0)




#definition de la fonction de la somme des excès de demandes relatives

fn1<- function(par){

  delta1=(beta[1,1]*par[2])/(1+tx[1,1])+(beta[1,2]*par[1]*par[3])/(1+tx[1,2])+alpha[1]*par[6]/(1+tc[1])-par[2]

  delta2=(beta[2,1]*par[2])/(1+tx[2,1])+(beta[2,2]*par[1]*par[3])/(1+tx[2,2])+alpha[2]*par[6]/(1+tc[1])-
par[1]*par[3]

  deltak=gammak[1]*par[2]/(par[5]*(1+tk[1]))+gammak[2]*par[1]*par[3]/(par[5]*(1+tk[2]))-k[1]-k[2]

  deltal=gammal[1]*par[2]/(par[4]*(1+tl[1]))+gammal[2]*par[1]*par[3]/(par[4]*(1+tl[2]))-l[1]-l[2]

  deltap1=1-
A[1]*((beta[1,1]/(1+tx[1,1]))^beta[1,1])*((beta[2,1]/(par[1]*(1+tx[1,1])))^beta[2,1])*((gammal[1]/(par[4]*(1+tl
[1])))^gammal[1])*((gammak[1]/(par[5]*(1+tk[1])))^gammak[1])
```

```
  deltap2=1-par[1]*A[2]*((beta[1,2]/(1+tx[1,2]))^beta[1,2])*((beta[2,2]/(par[1]*(1+tx[1,2])))^beta[2,2])*((gammal[2]/(par[4]*(1+tl[2])))^gammal[2])*((gammak[2]/(par[5]*(1+tk[2])))^gammak[2])

deltam=par[4]*(l[1]+l[2])+par[5]*(k[1]+k[2])+(beta[1,1]*par[2]*tx[1,1])/(1+tx[1,1])+(beta[1,2]*par[1]*par[3]*tx[1,2])/(1+tx[1,2])+(beta[2,1]*par[2]*tx[2,1])/(1+tx[2,1])+(beta[2,2]*par[1]*par[3]*tx[2,2])/(1+tx[2,2])+par[4]*tl[1]*l[1]+par[4]*tl[2]*l[2]+par[5]*tk[1]*k[1]+par[5]*tk[2]*k[2]-alpha[1]*par[6]/(1+tc[1])-alpha[2]*par[6]/(1+tc[2])


  d1=abs(delta1/par[2])

  d2=abs(delta2/par[3])

  dl=abs(deltal/ltotal)

  dk=abs(deltak/ktotal)

  dp1=abs(deltap1)

  dp2=abs(deltap2)

  dm=abs(deltam)


  d=d1+d2+dl+dk+dp1+dp2+dm

  return(d)

}


#recherche du minimum golbal


library(optimx)

solution1 <- optim(c(solution$par[1],solution$par[2],solution$par[3],solution$par[4],solution$par[5],150), fn1 , method="Nelder-Mead" ,control = list(maxit=6000 , parscale = c(1,10,10,0.1,0.1,1)) )

#tourner le programme de minimisation 3 fois, en initialisant à chaque fois avec le résultat de la boucle précédente

for (i in 1:100){

  solution1 <- optim(solution1$par, fn1 , method="Nelder-Mead" ,control = list(maxit=6000 , parscale = c(1,10,10,0.1,0.1,1)) )

}

solution1


#insertion des resultats dans les variables appropriees
```

```
p1[1]=1
p1[2]=solution1$par[1]
y1[1]=solution1$par[2]
y1[2]=solution1$par[3]
w1=solution1$par[4]
r1=solution1$par[5]
M=solution1$par[6]

#calcul de la valeur de l'indice de prix
ip1=(p1[1]^alpha[1])*(p1[2]^alpha[2])

#calcul des nouvelles valeurs des outputs (p1*,p2*,y1*,y2*,w*,r*)=(1/p,p2/p,y1,y2,w/p,r/p)
p1[1]=1/ip1
p1[2]=solution1$par[1]/ip1
y1[1]=solution1$par[2]
y1[2]=solution1$par[3]
w1=solution1$par[4]/ip1
r1=solution1$par[5]/ip1
M=solution1$par[6]/ip1

x1[1,1]=(beta[1,1]*y1[1]*p1[1])/(p1[1]*(1+tx[1,1]))
x1[2,1]=(beta[2,1]*y1[1]*p1[1])/(p1[2]*(1+tx[2,1]))
x1[1,2]=(beta[1,2]*y1[2]*p1[2])/(p1[1]*(1+tx[1,2]))
x1[2,2]=(beta[2,2]*y1[2]*p1[2])/(p1[1]*(1+tx[2,2]))
l1[1]=gammal[1]*y1[1]*p1[1]/((1+tl[1])*w1)
l1[2]=gammal[2]*y1[2]*p1[2]/((1+tl[2])*w1)
k1[1]=gammak[1]*y1[1]*p1[1]/((1+tk[1])*r1)
k1[2]=gammak[2]*y1[2]*p1[2]/((1+tk[2])*r1)
c1[1]=M*alpha[1]/((1+tc[1])*p1[1])
c1[2]=M*alpha[2]/((1+tc[2])*p1[2])
```

```
Tx=tx[1,1]*p[1]*x[1,1]+tx[2,1]*p[2]*x[2,1]+tx[1,2]*p[1]*x[1,2]+tx[2,2]*p[2]*x[2,2]

Tx

Tc=tc[1]*p[1]*c[1]+tc[2]*p[2]*c[2]

Tc

Tf=tk[1]*r*k[1]+tk[2]*r*k[2]+tl[1]*w*l[1]+tl[2]*w*l[2]



per_w=round(((w1/w)-1)*100,digits=4)

per_w

per_r=round(((r1/r)-1)*100,digits=4)

per_r

per_p=round(((p1/p)-1)*100,digits=4)

per_p

per_c=round(((c1/c)-1)*100,digits=4)

per_c

per_x=round(((x1/x)-1)*100,digits=4)

per_x

per_y=round(((y1/y)-1)*100,digits=4)

per_y

per_l=round(((l1/l)-1)*100,digits=4)

per_l

per_k=round(((k1/k)-1)*100,digits=4)

per_k
```

- **le code R de la partie secteur public :**

```
##Equilibe General sans taxe:

#declaration des variables:

x=matrix(data=NA,nrow = 2,ncol = 2)

beta=matrix(c(1/12,1/6,3/10,1/10),nrow = 2,ncol = 2)

gammal=c(1/4,1/2)

gammak=c(1/2,1/10)
```

```
alpha=c(8/15,7/15)

A=c(3.3162,3.2164)

k=c(NA,NA)

l=c(NA,NA)

y=c(NA,NA)

p=c(NA,NA)

w=NA

r=NA

ip=NA

c=c(NA,NA)

k=70;l=80

Ac=1


#definition de la fonction de la somme des excÃ¨s de demandes relatives

fn<- function(par){

  delta1=(beta[1,1]*par[2]+beta[1,2]*par[1]*par[3]+alpha[1]*(par[4]*l+par[5]*k))-par[2]

  delta2=((beta[2,1]*par[2]+beta[2,2]*par[1]*par[3]+alpha[2]*(par[4]*l+par[5]*k))/par[1])-par[3]

  deltal=gammal[1]*par[2]/par[4]+gammal[2]*((par[1]*par[3])/par[4])-l

  deltak=gammak[1]*(par[2]/par[5])+gammak[2]*((par[1]*par[3])/par[5])-k

  deltap1=1-
(A[1]*(beta[1,1]^beta[1,1])*((beta[2,1]/par[1])^beta[2,1])*((gammal[1]/par[4])^gammal[1])*((gammak[1]/par[
5])^gammak[1]))

  deltap2=1-
(par[1]*A[2]*(beta[1,2]^beta[1,2])*((beta[2,2]/par[1])^beta[2,2])*((gammal[2]/par[4])^gammal[2])*((gammak
[2]/par[5])^gammak[2]))


  d1=abs(delta1/par[2])

  d2=abs(delta2/par[3])

  dl=abs(deltal/l)

  dk=abs(deltak/k)

  dp1=abs(deltap1)

  dp2=abs(deltap2)
```

```
  d=d1+d2+dl+dk+dp1+dp2

  return(d)

}


#recherche du minimum golbal

library(optimx)

solution <- optim(c(1,100,100,1,1), fn , method="Nelder-Mead" ,control = list(maxit=5000 , parscale = 
c(1,100,100,1,1)) )

#tourner le programme de minimisation 10 fois, en initialisant Ã  chaque fois avec le rÃ©sultat de la boucle 
prÃ©cÃ©dente

for (i in 1:10){

  solution <- optim(solution$par, fn , method="Nelder-Mead" ,control = list(maxit=5000 , parscale = 
c(1,100,100,1,1)) )

}


#insertion des resultats dans les variables appropriees

p[1]=1

p[2]=solution$par[1]

y[1]=solution$par[2]

y[2]=solution$par[3]

w=solution$par[4]

r=solution$par[5]


#calcul de la valeur de l'indice de prix

ip=(p[1]^alpha[1])*(p[2]^alpha[2])


#calcul des nouvelles valeurs des outputs (p1*,p2*,y1*,y2*,w*,r*)=(1/p,p2/p,y1,y2,w/p,r/p)

p[1]=1/ip

p[2]=solution$par[1]/ip

y[1]=solution$par[2]

y[2]=solution$par[3]
```

```
w=solution$par[4]/ip
r=solution$par[5]/ip
## La matrice des comptes sociaux (mcs):
x[1,1]=beta[1,1]*y[1]
x[2,1]=(beta[2,1]*y[1]*p[1])/p[2]
x[1,2]=(beta[1,2]*y[2]*p[2])/p[1]
x[2,2]=beta[2,2]*y[2]
x
#les quantitÃ©s de travail et de capital
l[1]=gammal[1]*y[1]*p[1]/w
l[2]=gammal[2]*y[2]*p[2]/w
l
k[1]=p[1]*gammak[1]*y[1]/r
k[2]=p[2]*gammak[2]*y[2]/r
k
M=w*ltotal+r*ktotal
M
#Les consommations :
c[1]=M*alpha[1]/p[1]
c[2]=M*alpha[2]/p[2]
c
#affichage des resultats
p
y
w
r


##Equilibre general du systÃ¨me avec taxe:
#declaration des variables du modele avec taxe
x1=matrix(data=NA,nrow = 2,ncol = 2)
```

```
k=c(NA,NA)

l=c(NA,NA)

y1=c(NA,NA)

p1=c(NA,NA)

w1=NA

r1=NA

ip1=NA

c=c(NA,NA)

M=NULL



#definition de la taxe

tx=matrix(c(0,0,0,0),nrow = 2,ncol = 2)

tc=c(0,0)

tl=c(0,0)

tk=c(0,0)

#definition de la fonction de la somme des excÃ¨s de demandes relatives

fn1<- function(par){

  delta1=(beta[1,1]*par[2])/(1+tx[1,1])+(beta[1,2]*par[1]*par[3])/(1+tx[1,2])+alpha[1]*par[6]/(1+tc[1])-par[2]

  delta2=(beta[2,1]*par[2])/(1+tx[2,1])+(beta[2,2]*par[1]*par[3])/(1+tx[2,2])+alpha[2]*par[6]/(1+tc[1])-
par[1]*par[3]

  deltak=gammak[1]*par[2]/(par[5]*(1+tk[1]))+gammak[2]*par[1]*par[3]/(par[5]*(1+tk[2]))-k[1]-k[2]

  deltal=gammal[1]*par[2]/(par[4]*(1+tl[1]))+gammal[2]*par[1]*par[3]/(par[4]*(1+tl[2]))-l[1]-l[2]

  deltap1=1-
A[1]*((beta[1,1]/(1+tx[1,1]))^beta[1,1])*((beta[2,1]/(par[1]*(1+tx[1,1])))^beta[2,1])*((gammal[1]/(par[4]*(1+tl
[1])))^gammal[1])*((gammak[1]/(par[5]*(1+tk[1])))^gammak[1])

  deltap2=1-
par[1]*A[2]*((beta[1,2]/(1+tx[1,2]))^beta[1,2])*((beta[2,2]/(par[1]*(1+tx[1,2])))^beta[2,2])*((gammal[2]/(par[
4]*(1+tl[2])))^gammal[2])*((gammak[2]/(par[5]*(1+tk[2])))^gammak[2])


deltam=par[4]*(l[1]+l[2])+par[5]*(k[1]+k[2])+(beta[1,1]*par[2]*tx[1,1])/(1+tx[1,1])+(beta[1,2]*par[1]*par[3]*t
x[1,2])/(1+tx[1,2])+(beta[2,1]*par[2]*tx[2,1])/(1+tx[2,1])+(beta[2,2]*par[1]*par[3]*tx[2,2])/(1+tx[2,2])+par[4]*
tl[1]*l[1]+par[4]*tl[2]*l[2]+par[5]*tk[1]*k[1]+par[5]*tk[2]*k[2]-alpha[1]*par[6]/(1+tc[1])-
alpha[2]*par[6]/(1+tc[2])
```

```
  d1=abs(delta1/par[2])

  d2=abs(delta2/par[3])

  dl=abs(deltal/ltotal)

  dk=abs(deltak/ktotal)

  dp1=abs(deltap1)

  dp2=abs(deltap2)

  dm=abs(deltam)


  d=d1+d2+dl+dk+dp1+dp2+dm

  return(d)

}


#recherche du minimum golbal


library(optimx)

solution1 <- optim(c(solution$par[1],solution$par[2],solution$par[3],solution$par[4],solution$par[5],150), fn1
, method="Nelder-Mead" ,control = list(maxit=6000 , parscale = c(1,10,10,0.1,0.1,1)) )

#tourner le programme de minimisation 100 fois, en initialisant Ã  chaque fois avec le rÃ©sultat de la boucle
prÃ©cÃ©dente

for (i in 1:100){

  solution1 <- optim(solution1$par, fn1 , method="Nelder-Mead" ,control = list(maxit=6000 , parscale =
c(1,10,10,0.1,0.1,1)) )

}

solution1


#insertion des resultats dans les variables appropriees

p1[1]=1

p1[2]=solution1$par[1]

y1[1]=solution1$par[2]

y1[2]=solution1$par[3]

w1=solution1$par[4]

r1=solution1$par[5]
```

```
M=solution1$par[6]


#calcul de la valeur de l'indice de prix
ip1=(p1[1]^alpha[1])*(p1[2]^alpha[2])


#calcul des nouvelles valeurs des outputs (p1*,p2*,y1*,y2*,w*,r*)=(1/p,p2/p,y1,y2,w/p,r/p)
p1[1]=1/ip1
p1[2]=solution1$par[1]/ip1
y1[1]=solution1$par[2]
y1[2]=solution1$par[3]
w1=solution1$par[4]
r1=solution1$par[5]
M=solution1$par[6]/ip1


## La matrice des comptes sociaux (mcs):
x1[1,1]=(beta[1,1]*y1[1]*p1[1])/(p1[1]*(1+tx[1,1]))
x1[2,1]=(beta[2,1]*y1[1]*p1[1])/(p1[2]*(1+tx[2,1]))
x1[1,2]=(beta[1,2]*y1[2]*p1[2])/(p1[1]*(1+tx[1,2]))
x1[2,2]=(beta[2,2]*y1[2]*p1[2])/(p1[1]*(1+tx[2,2]))
x1
# Les quantitÃ©s de travail et du capital :
l1[1]=gammal[1]*y1[1]*p1[1]/((1+tl[1])*w1)
l1[2]=gammal[2]*y1[2]*p1[2]/((1+tl[2])*w1)
l1
k1[1]=gammak[1]*y1[1]*p1[1]/((1+tk[1])*r1)
k1[2]=gammak[2]*y1[2]*p1[2]/((1+tk[2])*r1)
k1
# Les consommations
c1[1]=M*alpha[1]/((1+tc[1])*p1[1])
c1[2]=M*alpha[2]/((1+tc[2])*p1[2])
c1
```

```
# Les taxes:

Tx=tx[1,1]*p[1]*x[1,1]+tx[2,1]*p[2]*x[2,1]+tx[1,2]*p[1]*x[1,2]+tx[2,2]*p[2]*x[2,2]

Tc=tc[1]*p[1]*c[1]+tc[2]*p[2]*c[2]

Tf=tk[1]*r*k[1]+tk[2]*r*k[2]+tl[1]*w*l[1]+tl[2]*w*l[2]

#affichage des resultats

p

y

w

r

M
```

- **<u>Partie bien public : modèle à 2 biens avec l'application d'une taxe indirecte :</u>**

```
library(optimx)

### Partie taxe directe :

## Declaration des variables :


beta=matrix(c(1/12,1/6,3/10,1/10),nrow = 2,ncol = 2)

beta

gammal=matrix(c(1/4,1/2),nrow = 1,ncol = 2)

gammal

gammak=matrix(c(1/2,1/10),nrow = 1,ncol = 2)

gammak

alpha= matrix (c(8/15,7/15),nrow = 1,ncol = 2)

alpha

cg=matrix(c(2,1.75),nrow = 1,ncol = 2)

cg

lg1=1.2

kg2=1.2

k1public=0.6

k2public=0.6  #kg2=k1public+k2public

A=matrix(c(3.3162,3.21646346),nrow = 1,ncol = 2)
```

```
l=80

k=70

Ac=1

w=NA

r=NA

ip=NA

y=matrix(data=NA,nrow = 1,ncol = 2)

p=matrix(data=NA, nrow=1, ncol = 2)

x=matrix(data=NA,nrow = 2,ncol = 2)

t=NA


c=matrix(data=NA,nrow = 1,ncol = 2)

#definition de la fonction de la somme des excÃ¨s de demandes relatives

f <- function(par){

  delta1=((beta[1,1]*1*par[2]+beta[1,2]*par[1]*par[3]+alpha[1,1]*(par[4]*(l-lg1)+par[5]*(k-kg2)-
par[6]))/1)+cg[1,1]-par[2]

  delta2=((beta[2,1]*1*par[2]+beta[2,2]*par[1]*par[3]+alpha[1,2]*(par[4]*(l-lg1)+par[5]*(k-kg2)-
par[6]))/par[1])+cg[1,2]-par[3]

  deltal=gammal[1,1]*((1*par[2])/par[4])+gammal[1,2]*((par[1]*par[3])/par[4])+lg1-l

  deltak=gammak[1,1]*((1*par[2])/par[5])+gammak[1,2]*((par[1]*par[3])/par[5])-k

  deltap1=1-
(1*A[1,1]*((beta[1,1]/1)^beta[1,1])*((beta[2,1]/par[1])^beta[2,1])*((gammal[1,1]/par[4])^gammal[1,1])*((gam
mak[1,1]/par[5])^gammak[1,1]))

  deltap2=1-
(par[1]*A[1,2]*((beta[1,2]/1)^beta[1,2])*((beta[2,2]/par[1])^beta[2,2])*((gammal[1,2]/par[4])^gammal[1,2])*(
(gammak[1,2]/par[5])^gammak[1,2]))

  SB=par[5]*kg2+par[6]-(cg[1,1]+par[1]*cg[1,2]+par[4]*lg1)

  d1=abs(delta1/par[2])

  d2=abs(delta2/par[3])

  dl=abs(deltal/l)

  dk=abs(deltak/k)

  dp1=abs(deltap1)

  dp2=abs(deltap2)
```

```
 SB1=abs(SB/(cg[1,1]+par[1]*cg[1,2]+par[4]*lg1))
 d=d1+d2+dl+dk+dp1+dp2+SB1
 return(d)
}

#recherche du minimum golbal

library(optimx)

minim <- optim(c(1,1,1,1,1,1), f , method="Nelder-Mead" ,control = list(maxit=5000 , parscale = c(1,100,100,1,1,1)) )
minim
#tourner le programme de minimisation 100 fois, en initialisant Ã  chaque fois avec le rÃ©sultat de la boucle prÃ©cÃ©dente
for (i in 1:100){
 minim <- optim(minim$par, f, method="Nelder-Mead" ,control = list(maxit=5000 , parscale = c(1,100,100,1,1,1)) )

}
minim
#insertion des resultats dans les variables appropriees

p[1,1]=1
p2=p[1,2]=minim$par[1]
p2
y1=y[1,1]=minim$par[2]
y1
y2=y[1,2]=minim$par[3]
y2
w=minim$par[4]
w
```

```
r=minim$par[5]
r
t=minim$par[6]
t


## La matrice des comptes sociaux (mcs):

x11=x[1,1]=beta[1,1]*y[1,1]
x21=x[2,1]=beta[2,1]*y[1,1]*p[1,1]/p[1,2]
x12=x[1,2]=beta[1,2]*y[1,2]*p[1,2]/p[1,1]
x22=x[2,2]=beta[2,2]*y[1,2]
x

## les quantitÃ©s du capital et du travail

l1=gammal[1,1]*y[1,1]*p[1,1]/w
l1
l2=gammal[1,2]*y[1,2]*p[1,2]/w
l2
k1=p[1,1]*gammak[1,1]*y[1,1]/r
k1
k1privé=k1-k1public
k1privé
k2=p[1,2]*gammak[1,2]*y[1,2]/r
k2
k2privé=k2-k2public
k2privé
M=w*(l1+l2)+r*(k1+k2)-t
M
c1=c[1,1]=M*alpha[1,1]/p[1,1]
```

```
c1
c2=c[1,2]=M*alpha[1,2]/p[1,2]
c2
#calcul de la valeur de l'indice de prix
ip=(p[1,1]^alpha[1,1])*(p[1,2]^alpha[1,2])

#calcul des nouvelles valeurs des outputs
p[1,1]=1/ip
p[1,2]=minim$par[1]/ip
y[1,1]=minim$par[2]
y[1,2]=minim$par[3]
w=minim$par[4]/ip
r=minim$par[5]/ip
t=minim$par[6]/ip
## La solution finale est : (p1*,p2*,y1*,y2*,w*,r*,t*)=(1/ip,p2/ip,y1,y2,w/ip,r/ip,t/ip)

x[1,1]=beta[1,1]*y[1,1]
x[2,1]=(beta[2,1]*y[1,1]*p[1,1])/p[1,2]
x[1,2]=(beta[1,2]*y[1,2]*p[1,2])/p[1,1]
x[2,2]=beta[2,2]*y[1,2]
x
l1=gammal[1,1]*y[1,1]*p[1,1]/w
l1
l2=gammal[1,2]*y[1,2]*p[1,2]/w
l2
k1=round(p[1,1]*gammak[1,1]*y[1,1]/r)
k1
k1privé=k1-k1public
k1privé
k2=round(p[1,2]*gammak[1,2]*y[1,2]/r)
k2
```

```
k2privé=k2-k2public
k2privé
M=w*(l1+l2)+r*(k1+k2)-t
M
c1=c[1,1]=M*alpha[1,1]/p[1,1]
c1
c2=c[1,2]=M*alpha[1,2]/p[1,2]
c2

#affichage des resultats
p
y
l
k
w
r
c
t


###Partie taxe indirecte:
#### Declaration des variables :

x=matrix(data=NA,nrow = 2,ncol = 2)
beta=matrix(c(1/12,1/6,3/10,1/10),nrow = 2,ncol = 2)
beta
gammal=matrix(c(1/4,1/2),nrow = 1,ncol = 2)
gammak=matrix(c(1/2,1/10),nrow = 1,ncol = 2)
alpha=matrix(c(8/15,7/15),nrow = 1,ncol = 2)
A=matrix(c(3.3162,3.2164),nrow = 1,ncol = 2) #3.3162
k=matrix(data=NA,nrow = 1,ncol = 2)
```

```
l=matrix(data=NA,nrow = 1,ncol = 2)

y=matrix(data=NA,nrow = 1,ncol = 2)

p=matrix(data=NA, nrow=1, ncol = 2)

w=NA

r=NA

ip1=NA

c=matrix(data=NA,nrow = 1,ncol = 2)

k=70

l=80

Ac=1

cg1=2

cg2=1.75

lg1=1.2

kg2=1


#definition de la taxe

tx=matrix(c(0,0,0,0),nrow = 2,ncol = 2)

tc=c(0,0)

tl=c(0,0)

tk=c(0,0)


#definition de la fonction de la somme des excÃ¨s de demandes relatives

fn1<- function(par){

  delta1=(beta[1,1]*par[2])/(1+tx[1,1])+(beta[1,2]*par[1]*par[3])/(1+tx[1,2])+alpha[1]*par[6]/(1+tc[1])+cg1-
par[2]


delta2=(beta[2,1]*par[2])/(1+tx[2,1])+(beta[2,2]*par[1]*par[3])/(1+tx[2,2])+alpha[2]*par[6]/(1+tc[1])+par[1]*c
g2-par[1]*par[3]

  deltak=gammak[1]*par[2]/(par[5]*(1+tk[1]))+gammak[2]*par[1]*par[3]/(par[5]*(1+tk[2]))+kg2-k

  deltal=gammal[1]*par[2]/(par[4]*(1+tl[1]))+gammal[2]*par[1]*par[3]/(par[4]*(1+tl[2]))+lg1-l

  deltap1=1-
A[1]*((beta[1,1]/(1+tx[1,1]))^beta[1,1])*((beta[2,1]/(par[1]*(1+tx[1,1])))^beta[2,1])*((gammal[1]/(par[4]*(1+tl
[1])))^gammal[1])*((gammak[1]/(par[5]*(1+tk[1])))^gammak[1])
```

```
  deltap2=1-
par[1]*A[2]*((beta[1,2]/(1+tx[1,2]))^beta[1,2])*((beta[2,2]/(par[1]*(1+tx[1,2])))^beta[2,2])*((gammal[2]/(par[
4]*(1+tl[2])))^gammal[2])*((gammak[2]/(par[5]*(1+tk[2])))^gammak[2])

  deltam=par[5]*(l-lg1)+par[4]*(k-kg2)-par[7]-alpha[1]*par[6]/(1+tc[1])-alpha[2]*par[6]/(1+tc[2])

SB=par[4]*kg2+par[7]+(beta[1,1]*par[2]*tx[1,1])/(1+tx[1,1])+(beta[1,2]*par[1]*par[3]*tx[1,2])/(1+tx[1,2])+(be
ta[2,1]*par[2]*tx[2,1])/(1+tx[2,1])+(beta[2,2]*par[1]*par[3]*tx[2,2])/(1+tx[2,2])+par[4]*tl[1]*l1+par[4]*tl[2]*l2
+par[5]*tk[1]*k1+par[5]*tk[2]*k2-cg1-par[1]*cg2-par[4]*lg1

  d1=abs(delta1/par[2])

  d2=abs(delta2/par[3])

  dl=abs(deltal/l)

  dk=abs(deltak/k)

  dp1=abs(deltap1)

  dp2=abs(deltap2)

  dm=abs(deltam)

  SB1=abs(SB/(cg1+par[1]*cg2+par[4]*lg1))

  d=d1+d2+dl+dk+dp1+dp2+dm+SB1

  return(d)

}

#recherche du minimum golbal

library(optimx)

solution1 <- optim(c(1,100,100,1,1,150,1), fn1 , method="Nelder-Mead" ,control = list(maxit=6000 , parscale =
c(1,10,10,0.1,0.1,1,1)) )

solution1

#tourner le programme de minimisation 100 fois, en initialisant Ã  chaque fois avec le rÃ©sultat de la boucle
prÃ©cÃ©dente

for (i in 1:100){

  solution1 <- optim(c(1,100,100,1,1,150,1), fn1 , method="Nelder-Mead" ,control = list(maxit=6000 , parscale
= c(1,10,10,0.1,0.1,1,1)) )

}

solution1
```

```
#insertion des resultats dans les variables appropriees
p[1]=1
p[2]=solution1$par[1]
y[1]=solution1$par[2]
y[2]=solution1$par[3]
w=solution1$par[4]
r=solution1$par[5]
M=solution1$par[6]
t=solution$par[7]
#calcul de la valeur de l'indice de prix
ip1=(p[1]^alpha[1])*(p[2]^alpha[2])

#calcul des nouvelles valeurs des outputs (p1*,p2*,y1*,y2*,w*,r*,M*,t*)=(1/p,p2/p,y1,y2,w/p,r/p,M/p,t/p)
p[1]=1/ip1
p[2]=solution1$par[1]/ip1
p
y[1]=solution1$par[2]
y[2]=solution1$par[3]
y
w=solution1$par[4]
w
r=solution1$par[5]
r
M=solution1$par[6]/ip1
M
t=solution1$par[7]/ip1
t
## La matrice des comptes sociaux (mcs):

x[1,1]=(beta[1,1]*y[1]*p[1])/(p[1]*(1+tx[1,1]))
x[2,1]=(beta[2,1]*y[1]*p[1])/(p[2]*(1+tx[2,1]))
```

```
x[1,2]=(beta[1,2]*y[2]*p[2])/(p[1]*(1+tx[1,2]))

x[2,2]=(beta[2,2]*y[2]*p[2])/(p[1]*(1+tx[2,2]))

x


## les quantitÃ©s du capital et du travail :

l[1]=gammal[1]*y[1]*p[1]/((1+tl[1])*w)

l[2]=gammal[2]*y[2]*p[2]/((1+tl[2])*w)

l

k[1]=gammak[1]*y[1]*p[1]/((1+tk[1])*r)

k[2]=gammak[2]*y[2]*p[2]/((1+tk[2])*r)

k


##Les consommations:

c[1]=M*alpha[1]/((1+tc[1])*p[1])

c[2]=M*alpha[2]/((1+tc[2])*p[2])

c


## les taxes appliquées :

Tx=tx[1,1]*p[1]*x[1,1]+tx[2,1]*p[2]*x[2,1]+tx[1,2]*p[1]*x[1,2]+tx[2,2]*p[2]*x[2,2]

Tx

Tc=tc[1]*p[1]*c[1]+tc[2]*p[2]*c[2]

Tc

Tf=tk[1]*r*k[1]+tk[2]*r*k[2]+tl[1]*w*l[1]+tl[2]*w*l[2]

Tf
```