



DOCUMENTS DE TRAVAIL DE LA DGTPE

Numéro 2007/12 - Décembre 2007

Méthode d'estimation des taux de change d'équilibre fondamentaux dans un modèle de commerce bouclé

Benjamin Carton, Karine Hervé
et Nadia Terfous

Méthode d'estimation des taux de change d'équilibre fondamentaux dans un modèle de commerce bouclé

Benjamin Carton, Karine Hervé et Nadia Terfous

Ce document de travail n'engage que ses auteurs. L'objet de sa diffusion est de stimuler le débat et d'appeler commentaires et critiques.

Au moment de la rédaction de cet article, Benjamin Carton, Karine Hervé et Nadia Terfous étaient chargés d'études en macroéconomie internationale au bureau MACRO 2 à la DGTPE.

SOMMAIRE

Résumé ; Abstract	3
Synthèse	4
1 – Un modèle de commerce international bouclé	5
1-1 La balance commerciale et l'équilibre en valeur du commerce mondial	5
1-2 Spécification des imports et des exports en volume et l'équilibre en volume du commerce mondial	7
1-2-1 Changement de l'activité d'un pays	7
1-2-2 Changement du taux de change d'un pays	8
1-3 Données disponibles pour construire le modèle de commerce	8
1-3-1 La matrice d'échange de biens et services	9
1-3-2 Les équations d'importations et d'exportations	10
2 – Le modèle de taux de change d'équilibre	11
2-1 Le cadre théorique	11
2-2 Taux de change et balance courantes	12
2-2-1 L'expression de la balance courante	12
2-2-2 Impact des variations de taux de change sur la balance courante	13
2-3 La balance courante sous-jacente	14
2-4 Le problème de la surdétermination du modèle	14
2-4-1 Identification du problème	14
2-4-2 Solution courante : Ignorer l'équilibre d'une des zones	15
2-4-3 Solution plus fine : Répartir sur toutes les zones la non cohérence des cibles entre-elles	16
3 – Taux de change d'équilibre de 19 pays industrialisés et émergents	19
3-1 Elasticités et autres données structurelles	19
3-1-1 Les contraintes posées sur les élasticités des équations du commerce extérieur	
3-1-2 Ouverture et sensibilité de la balance courante aux variations de change	19
3-2 Les taux de change d'équilibre	20
Bibliographie	24

RESUMÉ

La majorité des études relatives aux taux de change d'équilibre retient un petit nombre de pays du G7. Dans le contexte actuel de grands déséquilibres mondiaux, les pays émergents ne peuvent être ignorés. Mais, l'étude simultanée de tous les taux de change est délicate. Premièrement, le modèle de commerce sous-jacent à l'évaluation des taux de change d'équilibre doit être bouclé au niveau mondial. Ce papier propose une méthode permettant d'atteindre de bouclage en volume et en valeur. Deuxièmement, les N-1 taux de change bilatéraux indépendants ne permettent pas aux N zones d'atteindre leur équilibre macroéconomique. Ce document de travail explore les solutions existantes et propose une alternative originale consistant à chercher les taux de change qui minimisent la distance séparant chaque économie de son équilibre.

Ce document de travail applique cette méthode pour évaluer le taux de change d'équilibre de 19 pays industrialisés et émergents en 2004.

ABSTRACT

Many assessments on equilibrium exchange rates dealing with multi-country estimation focus on G7 countries, with other countries being merged in a large "rest of the world". As emerging countries represent a growing part of the world economy and of current global imbalances, we construct a reduced form trade model where the world is divided into 19 industrialised and emerging areas. The model is consistent: the sum of exports equals the sum of imports both in value and volume. The evaluation of equilibrium bilateral real exchange rates is based on a FEER approach where we explicitly treat the N-1 instrument (independent bilateral exchange rates) to achieve N objectives (sustainable current accounts) problem.

According to our estimation, developed countries' currency seem to have moved closer to their equilibrium bilateral values while Asian currencies are still undervalued.

SYNTHESE

Les déséquilibres courants actuels (fort déficit américain, excédents en Asie) sont en général reliés à des niveaux de taux de change inadéquats, « désalignés », et conduisent à s'interroger sur les variations de change nécessaires à leur résorption. Le but de ce document de travail est de construire un modèle de commerce international simple et bouclé servant de cadre analytique à l'évaluation des besoins d'ajustement des changes compatible avec le rétablissement d'un équilibre épargne-investissement plus soutenable pour chacun des pays. Les taux de change compatibles avec un tel équilibre épargne investissement seront appelés "taux de change d'équilibre".

Indépendamment de la définition précise que l'on donne au taux de change d'équilibre, les modèles qui permettent de l'estimer se placent généralement dans le cadre d'une « petite » économie ouverte face à un « grand » reste du monde (RdM). Dans ce cadre, le taux de change de la petite économie vis-à-vis du reste du monde est une variable permettant d'atteindre l'équilibre macroéconomique de la petite économie, entendu que l'équilibre du reste du monde n'est pas un problème. Lorsque que l'on duplique le modèle pour estimer simultanément les taux de change d'équilibre d'un grand nombre de pays représentant la majorité de l'économie mondiale, le RdM ne peut plus être considéré comme à l'équilibre pour tous les niveaux des taux de change et l'on doit prendre en compte sa situation macroéconomique pour estimer les taux de change d'équilibre, c'est-à-dire le modéliser comme les autres économies. Dans le cadre analytique que l'on retient (Fundamental Equilibrium Exchange rate, ou FEER), il faut s'assurer du bouclage du modèle de commerce extérieur ce qui est l'objet de la première partie de ce document de travail.

Dans les modèles FEER, le taux de change d'équilibre est défini comme étant celui qui permet à la balance courante d'une économie d'atteindre, à moyen terme, un niveau "cible". Toutefois, dans un monde à n pays, il n'y a que $n-1$ taux de change bilatéraux indépendants permettant d'atteindre simultanément l'équilibre des n pays. L'objet de la deuxième partie est de dépasser ce problème dit de surdétermination.

Dans la troisième partie, on applique cette méthodologie pour estimer les taux de change d'équilibre en 2004 de 19 pays (ou zones) dont six industrialisés (Etats-Unis, Canada, Zone euro, Royaume-Uni, Australie/Nouvelle-Zélande, Japon), douze émergents (la Chine, l'Inde, la Corée, Taiwan, Singapour, Hong-Kong, la Malaisie, la Thaïlande, les Philippines, l'Indonésie, le Mexique, le Brésil) et le reste du monde, qui représente une zone au même titre que les autres. Dans l'ensemble, les pays industrialisés ont des taux de change effectifs réels surévalués. A l'inverse, les pays émergents, notamment ceux d'Asie, ont des monnaies largement sous-évaluées.

1 - modèle de commerce international bouclé

Les modèles de taux de change d'équilibre FEER (Williamson [1994]) sont construits à partir d'une spécification simple du commerce international (qui ne prend pas en compte les échanges bilatéraux entre les pays) permettant d'évaluer l'impact des taux de change sur les balances courantes. Modéliser tous les pays impose d'écrire que la balance courante mondiale est équilibrée en valeur et en volume. Les spécifications retenues généralement dans la littérature n'assurent pas spontanément cet équilibre. Nous proposons d'imposer des contraintes sur les coefficients du modèle et plus particulièrement sur les définitions du prix d'imports et les élasticités prix et demande à l'import et à l'export. Ces contraintes sont telles qu'elles permettent d'assurer, au premier ordre l'équilibre en volume et en valeur du commerce mondial.

Dans les modèles de taux de change d'équilibre FEER, les imports et les exports de chaque zone sont, en général, dépendants d'un terme de demande et d'un terme de prix relatif. Même si le terme de demande spécifié dans les exports en volume est construit à partir des volumes d'imports des autres pays, rien n'assure que l'équilibre en volume et en valeur du commerce au niveau mondial soit spontanément assuré.

Une solution apportée consiste à ne pas spécifier de forme pour les imports et les exports en volume d'une des zones (généralement le "reste du monde"), ces deux valeurs étant déduites de l'équilibre comptable des balances courantes en valeur et en volume au niveau mondial. Toutefois, cette méthode revient à solder l'équilibre du modèle sur le reste du monde et semble peu appropriée lorsque l'économie du reste du monde n'est pas prépondérante au regard des économies modélisées par ailleurs dans le modèle. Dans ce cas, le lien entre le taux de change effectif du reste du monde et sa demande mondiale d'une part et le niveau de ses importations et de ses exportations (qui soldent celles des autres économies) d'autre part n'est pas contrôlé, les élasticités implicites peuvent alors être inopportunes voire aberrantes.

Dans cette partie, nous proposons le calcul des contraintes sur les élasticités et la définition des prix d'imports qui assurent qu'au premier ordre (au voisinage de l'équilibre) le modèle international est bouclé en volume et en valeur quelles que soient les variations de PIB et de taux de change bilatéraux envisagées pour atteindre l'équilibre interne et externe de moyen terme de chaque économie.

1-1 La balance commerciale et l'équilibre en valeur du commerce mondial

On considère n pays ou zones. Chaque pays exporte un bien imparfaitement substituable aux biens produits par les autres pays, on suppose la loi du prix unique pour le bien produit par chaque pays (le prix d'export ne dépend pas de la destination des exports). Le volume d'export du pays i vers le pays j est noté X_{ij} . e_i est le taux de change du pays i (quantité de monnaie internationale pour acheter une unité de monnaie nationale), P_{xi} est le prix d'exports du pays i en monnaie domestique¹. La balance courante du pays i en monnaie internationale est alors donnée par :

$$BC_i^* = e_i P_{xi} \sum_{j \neq i} X_{ij} - \sum_{j \neq i} P_{xj} e_j X_{ji} \quad (1)$$

Utiliser l'équation (1) dans un modèle pratique est quasi impossible à cause du manque de données concernant les échanges bilatéraux et plus encore les élasticités prix et demande de ces échanges bilatéraux. On la remplace alors par un modèle plus simple :

$$BC_i^* = e_i P_{xi} X_i - P_{mi}^* M_i \quad (3)$$

¹ On pourrait étendre le modèle avec des comportements de pricing to market, mais on fait ici l'hypothèse que le prix d'export d'un pays ne dépend pas du pays vers lequel il exporte.

où X_i représente les exports ($X_i = \sum_{j \neq i} X_{ij}$) et M_i les imports ($M_i = \sum_{j \neq i} X_{ji}$) du pays i . P_{mi}^* est le

prix d'imports en monnaie internationale du pays i :
$$P_{mi}^* = \frac{\sum_{j \neq i} P_{xj} e_j X_{ji}}{\sum_{j \neq i} X_{ji}}$$

Pour simplifier la modélisation, on transforme cette expression en :

$$P_{mi}^* = \prod_{j \neq i} (P_{xj} e_j)^{\lambda_{ij}} \quad (4)$$

La variation de la balance courante du pays i peut s'écrire en fonction de la variation du volume des imports et des exports ainsi que de la variation des taux de change nominaux.

$$dBC_i^* = e_i P_{xi} X_i (\hat{e}_i + \hat{p}_{xi} + \hat{x}_i) - P_{mi}^* M_i (\hat{p}_{mi}^* + \hat{m}_i) \quad (5)$$

La balance courante mondiale doit nécessairement être nulle pour toute variation des taux de change ou des volumes d'imports et d'exports (à condition que ces variations de volumes soient compatibles avec les équations du commerce). Pour les formes simplifiées retenues des volumes d'importations et d'exportations ainsi que des prix d'imports, il n'est possible d'assurer cet équilibre comptable qu'au premier ordre au voisinage de l'équilibre.

$$\sum_i dBC_i^* = 0 \quad (6)$$

A partir de l'équation (5) cette relation se réécrit :

$$\sum_i dBC_i^* = \sum_i e_i P_{xi} X_i (\hat{e}_i + \hat{p}_{xi} + \hat{x}_i) - \sum_i P_{mi}^* M_i (\hat{p}_{mi}^* + \hat{m}_i) = 0$$

Cette relation s'exprime plus simplement si l'on sépare les variations (dA) dues aux variations des prix et celles (dB) dues aux volumes.

$$\boxed{\sum_i dBC_i^* = \underbrace{\sum_i (e_i P_{xi} X_i (\hat{e}_i + \hat{p}_{xi}) - P_{mi}^* M_i \hat{p}_{mi}^*)}_{dA} + \underbrace{\sum_i (e_i P_{xi} X_i \hat{x}_i - P_{mi}^* M_i \hat{m}_i)}_{dB} = 0}$$

L'équilibre en volume du commerce mondial revient à imposer $dB=0$ pour toute variation des volumes des échanges compatibles avec les équations du commerce². La partie suivante détermine les conditions permettant d'avoir un tel bouclage en volume. Une fois ces conditions remplies, l'équilibre en valeur est équivalent à satisfaire $dA=0$.

On a fait l'hypothèse, dans le reste de ce document de travail, que les prix d'exports sont exogènes (pas de comportements de marge). Dans ce cas particulier et en reprenant la forme simplifiée des prix d'imports, la condition $dA=0$ est équivalente à :

$$dA = \sum_i \left(e_i P_{xi} X_i \hat{e}_i - P_{mi}^* M_i \sum_j \lambda_{ij} \hat{e}_j \right) = \sum_i \left(e_i P_{xi} X_i - \sum_j P_{mj}^* M_j \lambda_{ji} \right) \hat{e}_i$$

Imposer $dA=0$ pour toute variation des change revient à imposer les n relations suivantes :

² Il est naturellement impossible d'avoir $dB=0$ pour toute variation des imports et des exports des pays. On se restreint aux variations des imports et des exports engendrées par des variations du PIB des différentes économies ainsi que des taux de change.

$$\sum_j \frac{e_j P_{mj} M_j}{e_i P_{xi} X_i} \lambda_{ji} = 1 \quad \text{pour } i = 1, \dots, n$$

Une façon naturelle de satisfaire ces premières contraintes est de poser λ_{ij} = la part de j dans les imports en valeur du pays i .

1-2 spécification des imports et des exports en volume et l'équilibre en volume du commerce mondial

Traditionnellement, les imports et les exports en volume d'une économie dépendent d'un terme de demande et d'un terme de prix

$$M_i = M_{i0} Y_i^{\eta_{mi}} \left(\frac{P_{mi}^* / e_i}{P_i} \right)^{-\varepsilon_{mi}} \quad X_i = X_{i0} Y_{ei}^{\eta_{xi}} R_i^{\varepsilon_{xi}}$$

où Y_i est l'activité du pays i , P_i est le niveau des prix intérieurs, Y_{ei} est la demande mondiale adressée au pays i et R_i la compétitivité du pays i . La demande mondiale qui dépend des importations en volume des autres pays.

$$R_i = \frac{\prod_{j \neq i} (P_{xj} e_j)^{\rho_{ij}}}{P_{xi} e_i} \quad (5)$$

$$Y_{ei} = Y_{ei0} \prod_{j \neq i} M_j^{\theta_{ij}} \quad (6)$$

où ρ_{ij} représente la concurrence exercée par j sur les marchés tiers et θ_{ij} la part de j dans les exports de i .

Ecrites en variation, les imports et les exports en volume deviennent :

$$\frac{dM_i}{M_i} = \eta_{mi} \frac{dY_i}{Y_i} - \varepsilon_{mi} \sum_k \lambda_{ik} \frac{de_k}{e_k} \quad \text{avec } \lambda_{ii} = -1$$

$$\frac{dX_i}{X_i} = \eta_{xi} \frac{dY_{ei}}{Y_{ei}} - \varepsilon_{xi} \sum_k \rho_{ik} \frac{de_k}{e_k} \quad \text{avec } \rho_{ii} = -1$$

1-2-1 Changement de l'activité d'un pays

Supposons que l'activité du pays i augmente de dY_i . Les imports des autres pays sont constants mais ceux du pays i augmentent tirée par la demande intérieure :

$$dM_i = \eta_{mi} M_i \frac{dY_i}{Y_i}$$

Les exports du pays i sont constants alors que ceux des autres pays varient en raison de la hausse de la demande mondiale qui leur est adressée :

$$dX_j = \eta_{xj} \theta_{ji} X_j \frac{dM_i}{M_i} = \eta_{xj} \theta_{ji} \eta_{mi} X_j \frac{dY_i}{Y_i}$$

L'équilibre en volume impose les n relations suivantes (contraintes sur les élasticités-demande) :

$$\sum_j \theta_{ji} \frac{X_j}{M_i} \eta_{xj} = 1 \quad \text{pour } i = 1, \dots, n$$

Si toutes les élasticités valent 1, les conditions sont vérifiées. Si certaines zones ont des élasticités plus grandes que 1 (une hausse de 1 % du commerce mondial conduit à une hausse de plus de 1 % de leurs exportations), d'autres zones doivent avoir une élasticité plus faible que 1. En règle générale, exactement n-1 relations sont indépendantes. Ainsi, le respect des conditions de bouclage en volume n'offre qu'un seul degré de liberté à la fixation de ces élasticités.

1-2-2 Changement du taux de change d'un pays

Supposons que le taux de change du pays i augmente de de_i mais que les prix d'exports sont constants en monnaie domestique, c'est-à-dire qu'il n'y a pas de comportement de marge, alors les imports du pays j varient de :

$$\frac{dM_j}{M_j} = -\varepsilon_{mj} \lambda_{ji} \frac{de_i}{e_i}$$

On en déduit la variation de la demande mondiale et des exports :

$$\begin{aligned} \frac{dY_{ej}}{Y_{ej}} &= \sum_k \theta_{jk} \frac{dM_k}{M_k} = -\sum_k \theta_{jk} \varepsilon_{mk} \lambda_{ki} \frac{de_i}{e_i} \\ \frac{dX_j}{X_j} &= \eta_{xj} \frac{dY_{ej}}{Y_{ej}} + \varepsilon_{xj} \frac{dR_j}{R_j} = \left(\varepsilon_{xj} \rho_{ji} - \eta_{xj} \sum_k \theta_{jk} \varepsilon_{mk} \lambda_{ki} \right) \frac{de_i}{e_i} \end{aligned}$$

Si la monnaie de la zone i s'apprécie ($de_i > 0$), le taux de change effectif des autres zones se déprécie et le volume de leurs importations diminue ce qui a un effet négatif sur la demande mondiale adressée au pays i. Ainsi, une appréciation du change du pays i par rapport à toutes les monnaies a un double effet négatif sur le niveau de ses exports ; le premier effet passe par la baisse de sa compétitivité-prix, le deuxième passe par la baisse de la demande mondiale.

La variation des exports d'un autre pays après une appréciation du change du pays i se décompose en deux termes. Le premier provient de la hausse des exports vers le pays dont le change s'est apprécié. L'autre terme capture le fait que les pays tiers substituent des biens produits par j aux biens produits par i suite changement du prix relatif de ces deux biens.

L'équilibre en volume impose les n relations suivantes (contraintes sur les élasticités-prix) :

$$\boxed{\sum_j \rho_{ji} X_j \varepsilon_{xj} + \sum_j \left(\lambda_{ji} \sum_k (1 - \eta_{xk}) \theta_{kj} X_k \right) \varepsilon_{mj} = 0} \quad \text{pour } i = 1, \dots, n$$

Lorsque les élasticités-demande des équations d'export sont toutes égales à 1, seules les élasticités-prix des équations d'exports apparaissent dans ces conditions. Génériquement, seules n-1 équations sont indépendantes, choisir une élasticité-prix à l'export fixe celles de tous les autres pays.

1-3 Données disponibles pour construire le modèle de commerce

Le modèle de commerce exige d'avoir les échanges bilatéraux en valeur entre toutes les zones ce qui n'existe en général que pour les échanges de biens (base CHELEM par exemple). La part des services dans les échanges a tendance à croître ; une évaluation des taux de change d'équilibre qui ne prendrait pas en compte les services serait probablement biaisée (le taux d'ouverture en particulier serait sous-estimé). Il n'existe pas

de données bilatérales bouclées pour le commerce de biens et services ce qui empêche de calculer la matrice des échanges de biens et services en valeur.

1-3-1 La matrice d'échange de biens et services

Données d'échange de biens et services

Pour évaluer une matrice des échanges de biens et services on calcule dans un premier temps les importations et exportations bilatérales de biens et services de chaque zone. Deux problèmes se posent :

Comment assurer le bouclage du commerce c'est-à-dire le fait que la somme des importations est égale à la somme des exportations.

Comment avoir ces données pour les zones qui agrègent plusieurs pays (la zone euro, le « reste du monde »).

Concernant le premier point, on sait que les données disponibles (FMI par exemple) sont construites à partir des informations que donnent chaque pays et ne bouclent pas au niveau mondial. On peut répartir l'excès d'exportations mondiales moitié sur les exportations et moitié sur les importations au prorata du PIB de chaque zone. Ainsi, les données d'importations et d'exportations en point de PIB sont le moins déformées.

Pour le second point, on peut faire l'hypothèse que la part de l'intra-zone est la même dans les biens et les services. Par exemple, si les exportations de biens de la zone euro représentent 50% de la somme des exportations de biens des pays qui la compose (la part de l'intra-zone représente le reste) alors ce même ratio est utilisé pour les exportations de service.

Construction de la matrice des échanges de biens et services

Pour construire la matrice des échanges de biens et services, on part de la matrice des échanges de biens que l'on normalise afin que la somme des n^2 coefficients soit égal à 1 (les exportations de i en direction de j est exprimée en part du commerce mondial). Cette matrice est notée $B = (B_{ij})_{1 \leq i, j \leq n}$. On a $\sum_{i,j} B_{ij} = 1$.

On cherche à construire la matrice $BS = (BS_{ij})_{1 \leq i, j \leq n}$ avec $\sum_{i,j} BS_{ij} = 1$ où BS_{ij} représente la part des exportations de biens et services de i en direction de j dont la valeur n'est pas connue. Pour estimer alors une valeur $B\hat{S}_{ij}$ assez proche de la valeur réelle et compatible avec les données d'importations et d'exportations totales de biens et services de chaque zone, on fait l'hypothèse que la structure du commerce de biens et services s'éloigne peu de la structure du commerce de biens.

Le programme est le suivant :

$$\text{Min } \sum_{i,j} (B\hat{S}_{ij} - B_{ij})^2 \text{ sous les contraintes :}$$

$$\text{Pour tout } j, \sum_i B\hat{S}_{ij} = BS_{.j} \text{ et pour tout } i, \sum_j B\hat{S}_{ij} = BS_{i.}$$

où $BS_{i.}$ représente la part des exportations de biens et services de i dans le commerce mondial de biens et services et où $BS_{.j}$ représente la part des importations de biens et services de j dans le commerce mondial de biens et services. Le programme est simple à résoudre, on montre que $B\hat{S}_{ij}$ est de la forme :

$$B\hat{S}_{ij} = B_{ij} + a_i + b_j$$

Les valeurs de a_i et de b_j se calculent à partir des contraintes.

1-3-2 Les équations d'importations et d'exportations

L'équation d'importation

Celle-ci s'écrit~ :

$$M_i = M_{i0} Y_i^{\eta_{mj}} \left(\frac{P_{mi}^* / e_i}{P_i} \right)^{-\epsilon_{mi}} \quad \text{où} \quad P_{mi}^* = \prod_{j \neq i} (P_{xj} e_j)^{\lambda_{ij}}$$

Les poids λ_{ij} sont définis par : λ_{ij} = la part de j dans les imports en valeur du pays i qui est évaluée à partir de la matrice des échanges de biens et services. On fait l'hypothèse simplificatrice que la demande est égale à la production Y et non à la demande finale totale (consommation + investissement + dépenses publiques + exportations + variations des stocks).

L'équation d'exportation

Celle-ci comporte deux termes, une demande mondiale et un terme de compétitivité des exportations~ :

$$Y_{ei} = Y_{ei0} \prod_{j \neq i} M_j^{\theta_{ij}} \quad \text{où} \quad R_i = \frac{\prod_{j \neq i} (P_{xj} e_j)^{\rho_{ij}}}{P_{xi} e_i}$$

Les coefficients θ_{ij} sont calculés à partir de la matrice des échanges, ils représentent la part des importations en valeur de i en provenance de j dans les importations totales de i .

Les coefficients ρ_{ij} sont aussi calculés à partir de la matrice des échanges à partir de la formule dite de double pondération (concurrence sur les marchés tiers) :

$$\rho_{ij} = \sum_{k \neq i, k \neq j} \frac{BS_{ik} BS_{jk}}{BS_{i.} (1 - BS_{ik})}$$

2- Le modèle de taux de change d'équilibre

Une fois le modèle de commerce construit, les taux de change d'équilibre sont ceux qui permettent à chaque zone d'atteindre sa balance courante "cible". Toutefois il n'est pas possible de trouver de tels taux de change : si N économies sont modélisées (y compris le RdM), il n'y a que $N-1$ taux de change bilatéraux indépendants pour atteindre les N cibles de balance courante. Lorsque l'on ne considère qu'une seule petite économie, on suppose que le RdM n'est pas affecté par les mouvements du taux de change. L'hypothèse sous-jacente est que, compte tenu de la taille relative des deux économies, l'épargne nette du RdM, exprimée en points de PIB de la petite économie, est très élastique au taux d'intérêt (supposé identique dans toutes les zones) et que celui-ci peut donc être considéré comme constant. Cette hypothèse n'est plus assurée dans un modèle où le RdM est « petit ». Dans ce cas, le taux d'intérêt mondial devrait être la $N^{\text{ième}}$ variable endogène permettant à chaque économie d'atteindre son équilibre. Si l'on suivait cette direction, il faudrait estimer la sensibilité de la cible de balance courante de chaque économie au taux d'intérêt. La méthode alternative proposée dans cet article, plus simple à mettre en œuvre, mais moins rigoureuse, s'inspire des travaux de Isard et Faruquee [1998] et consiste à approcher au mieux les N cibles de balance courante avec les $N-1$ taux de change bilatéraux indépendants.

Il s'agit de définir une « fonction de perte » qui dépend de l'écart de chaque balance courante à sa cible. Lorsque les balances courantes effectivement atteintes sont très proches des cibles, l'hypothèse de constance du taux d'intérêt mondial est *ex post* légitimée.

2-1 Le cadre théorique

Les modèles de type FEER (Fundamental Equilibrium Exchange Rate, Williamson [1985]) qui s'inspirent de la définition des taux de change réels d'équilibre proposée par Nurkse dès 1945, posent que le taux de change d'équilibre d'une économie est celui qui permet la réalisation simultanée des équilibres interne et externe. A l'origine, l'équilibre interne représente le plein emploi et l'équilibre externe correspond à un solde commercial nul (Nurkse). Depuis, les définitions des équilibres interne et externe ont évolué mais s'inscrivent dans cette logique. Aujourd'hui, les taux de change d'équilibre fondamentaux sont définis comme étant les taux de change générant pour chaque pays un excédent ou un déficit courant égal aux flux de capitaux structurels durant la période, étant acquis que chaque zone a une activité égale à son potentiel et ne prend pas de mesures protectionnistes pour des raisons liées à la balance des paiements (Williamson [1984]).

Plusieurs approches ont été développées pour définir les flux de capitaux structurels ou balances courantes cibles. La balance courante cible peut être associée à un critère de solvabilité et dans ce cas le ratio dette sur PIB est stabilisé (Joly et *alii* [1996 et 1999]). Le taux de change d'équilibre permet alors de déterminer la dévaluation nécessaire pour qu'un pays qui connaît une crise de la balance des paiements retrouve un niveau de balance courante soutenable. D'autres retiennent un critère plus large de soutenabilité (Williamson [1991, 1994 et 2000], Wren-Lewis et Driver [1998]) en s'appuyant sur les déterminants intérieurs de l'équilibre épargne-investissement, tels que le niveau de développement, la démographie, la fiscalité, etc. Ces définitions différentes de l'équilibre externe ont pu être à l'origine de critiques dans la mesure où la cible est en partie calculée de manière *ad hoc*. Notre travail n'échappe pas à cette limite, mais l'on peut défendre que cette plasticité permet d'adapter l'approche à des problèmes très différents. Nous utilisons les cibles fournies par Wren-Lewis et Driver [1998], qui présentent l'avantage d'être rigoureusement estimées.

Comme la plupart des travaux (Mazier et Couharde [2000], Borowski *et alii* [1998], Bayoumi et Clark [1994]), la méthode utilisée se place dans un cadre de « statique comparative », ce qui signifie qu'elle consiste à examiner, pour chaque année, l'écart des taux de change bilatéraux à leurs valeurs d'équilibre. Il ne s'agit donc pas de décrire la trajectoire, ni les moyens à mettre en œuvre, pour que les taux de change retrouvent leurs niveaux d'équilibre.

2-2 Taux de change et balances courantes

2-2-1 L'expression de la balance courante

Les variations de la balance courante sont identifiées à celles de la balance commerciale³ dont les déterminants (volume des imports et des exports, prix d'imports et prix d'exports) ont des expressions traditionnelles. Pour la zone i , les volumes des imports et des exports dépendent d'un terme de demande (la demande intérieure et la demande mondiale respectivement) et d'un terme de prix (le rapport entre les prix des imports et les prix intérieurs pour les imports et le taux de change effectif réel pour les exports) :

$$M_i = M_{i0} Y_i^{\eta_{mj}} \left(\frac{P_{mi}^* / e_i}{P_i} \right)^{-\varepsilon_{mi}} \quad X_i = X_{i0} Y_e^{\eta_{xi}} R_i^{\varepsilon_{xi}}$$

P_m^* représente le prix d'import en monnaie internationale qui dépend des prix d'export P_x des autres zones, e le taux de change bilatéral de la zone avec la monnaie internationale, P représente les prix intérieurs, Y la demande intérieure, Y_e , la demande étrangère qui dépend du volume des imports des autres zones et R est le taux de change effectif réel (compétitivité à l'exportation).

$$R_i = \frac{\prod_{j \neq i} (P_{xj} e_j)^{\rho_{ij}}}{P_{xi} e_i} \quad \text{et} \quad P_{mi}^* = \prod_{j \neq i} (P_{xj} e_j)^{\lambda_{ij}}$$

La balance commerciale exprimée en monnaie domestique (on enlève l'indice représentant le pays) est égale à :

$$BC = P_x X - P_m M$$

La variation de la balance courante, que l'on identifiera à la variation de la balance commerciale, exprimée en monnaie domestique, s'écrit au premier ordre :

$$dBC = P_x X (\hat{p}_x + \hat{x}) - P_m M (\hat{p}_m + \hat{m})$$

où la variation relative d'une variable est notée avec une lettre minuscule et un chapeau. Exprimée en points de PIB du pays :

$$\frac{dBC}{PY} = \frac{P_x X}{PY} (\hat{p}_x + \hat{x}) - \frac{P_m M}{PY} (\hat{p}_m + \hat{m}) = \mu_x (\hat{p}_x + \hat{x}) - \mu_m (\hat{p}_m + \hat{m})$$

en notant μ_x et μ_m la part des exports et celle des imports dans le PIB en valeur du pays.

Les expressions de $\hat{x}$ et de $\hat{m}$ se calculent simplement à partir des variations de prix relatif et de demande :

$$\hat{x}_i = \eta_{xi} \sum_{k \neq i} \theta_{ik} \hat{m}_k + \varepsilon_{xi} \hat{r}_i \quad \hat{m}_i = \gamma_{mi} \hat{y}_i - \varepsilon_{mi} \hat{p}_{mi}$$

En supposant qu'il n'y a pas de comportement de marge ($\hat{p}_x = 0$) on a :

³ On ignore entre autres les variations du solde des revenus d'intérêt dues aux effets de valorisation comme dans Gourinchas et Rey [2005].

$$\frac{dBC}{PY} = \underbrace{\left[\mu_{xi} \eta_{xi} \sum \theta_{ik} \eta_{mk} \hat{y}_k - \mu_{mi} \eta_{mi} \hat{y}_i \right]}_{\text{output_gap}} + \underbrace{\left[\mu_{xi} \left(\varepsilon_{xi} \hat{r}_i - \sum \theta_{ik} \varepsilon_{mk} \hat{p}_{mk} \right) + \mu_{mi} \varepsilon_{mi} \hat{p}_{mi} \right]}_{\text{effet_volume}} - \underbrace{\mu_m \hat{p}_m}_{\text{effet_prix}}$$

Lorsque l'équilibre interne est obtenu au taux de change courant et que les volumes des échanges se sont ajustés, la balance courante est égale à la balance sous-jacente. Une nouvelle variation des changes modifiera la balance courante. Sa nouvelle valeur, une fois l'équilibre de moyen terme atteint, dépendra de la variation de la compétitivité et des prix d'imports du pays :

$$bc = \overline{bc} + \mu_x \varepsilon_x \hat{r} + \mu_m (\varepsilon_m - 1) \hat{p}_m$$

bc représente la balance courante en points de PIB et $\overline{bc}$ la balance courante sous-jacente.

2-2-2 Impact des variations de taux de change sur la balance courante

Comme $\hat{r}$ et $\hat{p}_m$ dépendent des variations de tous les taux de change ${}^t\hat{E} = (\hat{e}_1, \dots, \hat{e}_n)$, cette équation se réécrit pour le pays i :

$$\Delta bc_i = \frac{1}{\beta_i} \sum_{j \neq i} k_{ij} (\hat{e}_j - \hat{e}_i) = K_i \times \hat{E} \text{ où } \sum_{i \neq j} k_{ij} = 1$$

Les k_{ij} s'interprètent alors comme la part de la monnaie de la zone j dans le taux de change effectif "vrai", celui qui mesure l'effet des variations du change sur la balance courante et pas seulement sur le volume des exports. Ils vérifient $\sum_{j \neq i} k_{ij} = 1$, mais il est possible que certains k_{ij} soient négatifs en particulier lorsque les

biens du pays j sont peu en concurrence avec ceux du pays i mais que la part des importations de i en provenance de j est importante. Une appréciation de la monnaie du pays j augmentera faiblement les exportations du pays i mais alourdira la facture de ses importations d'où un effet négatif sur la balance courante.

$$\beta_i = \frac{1}{\mu_{xi} \varepsilon_{xi} + \mu_{mi} (\varepsilon_{mi} - 1)} > 0 \text{ exprime la condition de Marshall-Lerner (condition qui assure qu'une}$$

dépréciation du change se traduit bien par une amélioration du solde de la balance courante). Le paramètre β_i dépend des caractéristiques structurelles de l'économie (élasticités du commerce extérieur et ouverture à l'import et à l'export). β_i correspond à la dépréciation du taux de change effectif permettant d'améliorer la balance courante de 1 point de PIB.

Une fois neutralisées les variations de la balance courante dues aux facteurs conjoncturels (position dans le cycle, ajustement lent des volumes des échanges), la variation de la balance courante en points de PIB dépend donc des variations des taux de change bilatéraux selon l'équation :

$$\begin{pmatrix} bc_1^* \\ \vdots \\ bc_n^* \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} \overline{bc}_1 \\ \vdots \\ \overline{bc}_n \end{pmatrix} = K \times \begin{pmatrix} \hat{e}_1^{eq} \\ \vdots \\ \hat{e}_n^{eq} \end{pmatrix}$$

2-3 La balance courante sous-jacente

La balance courante sous-jacente d'un pays est la balance courante de ce pays si (i) il atteint l'équilibre interne (son output-gap est nul) ainsi que les autres pays et (ii) les variations passées du change ont entièrement produit leurs effets sur le volume des échanges. A la date t , la balance sous-jacente est construite à partir de la balance observée, de l'output-gap de toutes les zones à cette date et de la dynamique d'ajustement des volumes des échanges aux variations des taux de change. Cette dynamique d'ajustement est fréquemment empruntée aux modèles multinationaux tels que NiGEM (Borowski et Couharde [1999 et 2000]) ou Multimod (Isard et Faruquee [1998]). Quant aux output gaps, ils sont extraits des bases de données telles que celle de l'OCDE ou calculés par les auteurs soit à partir d'une méthode de filtrage, généralement de type Hodrick Prescott, soit d'une fonction de production.

La balance courante sous-jacente correspond à la balance courante observée corrigée des effets des variations de change passées et présentes et de l'output gap du pays ainsi que ceux de ses partenaires commerciaux.

Suivant la simulation réalisée à partir de Multimod (Bayoumi T. et H.Faruquee [1998]) nous supposons qu'à l'année t , la balance courante a entièrement enregistré les effets des variations de change sur les prix d'imports (les prix des exports ne sont pas affectés car les entreprises ne pratiquent pas de comportement de marge).

En revanche, les volumes d'échanges s'ajustent plus graduellement. A l'année t , l'impact sur les volumes des variations de change de l'année $t-2$ a été totalement comptabilisé, celui de l'année $t-1$ à 85% et celui de l'année courante à 60%. Autrement dit, à l'année t , il reste 15% ($\Delta R_{i,t-1}$) de la variation de l'année précédente à prendre en compte et 40% de la variation de l'année en cours ($\Delta R_{i,t}$).

Avec les hypothèses retenues, nous obtenons :

$$bc_{i,t} = \alpha_{i,t} - [(\mu_{xi} * \varepsilon_{xi})(0.4\Delta R_{i,t} + 0.15\Delta R_{i,t-1})] - [(\mu_{mi} * \varepsilon_{mi})(0.4\Delta p_{m,i,t} + 0.15\Delta p_{m,i,t-1})]$$

Les pays pour lesquels l'écart entre la balance courante sous-jacente et sa cible est positif sont ceux dont le change va devoir s'apprécier (et inversement). L'étude de la matrice des coefficients de pondérations des taux de change effectifs réels, représentant la concurrence exercée sur les marchés tiers, est importante car elle renseigne sur les monnaies qui permettront à la monnaie concernée de retrouver son niveau d'équilibre.

2-4 Le problème de la surdétermination du modèle

2-4-1 Identification du problème

Les taux de change bilatéraux d'équilibre sont ceux susceptibles de générer des excédents ou des déficits courants égaux aux flux de capitaux structurels étant donné que les pays ont atteint l'équilibre interne. Les modèles FEER reposent sur une modélisation du commerce international qui relie les désalignements des taux de change bilatéraux des pays aux déséquilibres de leur balance courante (l'écart entre la balance courante sous-jacente et la balance cible).

Cependant, comme il n'y a que $N-1$ taux de change bilatéraux indépendants, toutes les cibles ne peuvent être atteintes simultanément. Le problème a pour origine la détermination indépendante des cibles de chacune des zones, évaluée à partir de valeurs d'équilibre de l'épargne et de l'investissement intérieurs. Ainsi la compatibilité des cibles entre elles (le fait que l'épargne nette du monde soit nulle) n'est pas automatique. La variable qui équilibre l'épargne et l'investissement au niveau mondial lorsque l'activité est à son potentiel est le taux d'intérêt mondial. Expliciter la dépendance des cibles de balance courante au niveau du taux d'intérêt permet de boucler entièrement le modèle (il y a N équations et N variables endogènes), mais ce n'est pas la voie choisie ici ni dans les autres travaux sur le taux de change d'équilibre. Les alternatives proposées, qui ont un objectif d'équilibre approché, choisissent soit de faire l'impasse sur l'équilibre d'une des zones soit de s'approcher au mieux toutes les cibles.

Cette partie propose de faire l'inventaire des méthodes utilisées pour calculer les taux de change d'équilibre malgré le problème de surdétermination. On peut les classer selon deux types : celles qui ignorent l'équilibre du RdM, et celles (dont la nôtre) qui prennent en compte toutes les zones pour définir l'équilibre, mais ne l'atteint pas tout à fait. A titre illustratif, on considère un modèle à trois zones numérotées 1, 2 et 3.

2-4-2 Solution courante : Ignorer l'équilibre d'une des zones

Dans la littérature, la zone ignorée est souvent le "RdM" qui ici est la zone numéro 3. Dans cette méthode, la relation entre le taux de change effectif réel du RdM et le niveau de sa balance courante n'est pas utilisée pour déterminer les taux de change bilatéraux d'équilibre. Formellement, les taux de change sont déterminés à partir des équations de désalignement des deux premières zones :

$$bc_1^* = \overline{bc}_1 + K_1 \times \hat{E} \quad \text{et} \quad bc_2^* = \overline{bc}_2 + K_2 \times \hat{E}$$

Comme la valeur de la monnaie internationale n'est pas définie, on peut faire l'hypothèse que le désalignement du taux de change bilatéral de la zone 1 est nul ce qui revient à prendre la monnaie de la zone 1 comme numéraire ($\hat{e}_1 = 0$). Le choix du numéraire n'a aucune influence sur l'équilibre. Les deux équations se réécrivent :

$$\begin{pmatrix} k_{1,2} & k_{1,3} \\ k_{2,2} & k_{2,3} \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} \hat{e}_2 \\ \hat{e}_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \beta_1(bc_1^* - \overline{bc}_1) \\ \beta_2(bc_2^* - \overline{bc}_2) \end{pmatrix}$$

Les deux inconnues sont les désalignements des taux de change bilatéraux des zones 2 et 3 par rapport à la monnaie de la zone 1. La relation ci-dessus étant inversible, les taux de change bilatéraux d'équilibre sont définis de façon unique. Seuls les déséquilibres courants des zones 1 et 2 interviennent dans le calcul des taux de change d'équilibre, le déséquilibre courant de la zone 3 est ignoré. Cette méthode connaît deux raffinements permettant d'interpréter l'équilibre ainsi défini.

Absence de cible du reste du monde

Si le commerce du RdM est modélisé, la méthode permet de calculer de façon endogène la balance courante cible du RdM qui est alors définie comme la balance courante cohérente avec le désalignement effectif d'équilibre du RdM :

$$bc_3^* = \overline{bc}_3 + K_3 \times \hat{E}_{eq}$$

Le déséquilibre du RdM, c'est-à-dire l'écart entre sa balance courante sous-jacente et sa balance courante "cible", est simplement l'inverse du déséquilibre des autres zones : le modèle « solde » sur le RdM (Barrel et Wren-Lewis [1989], Borowski *et alii* [1998], Borowski et Couharde [1999 et 2000], Coudert et Couharde [2005]). En fait, l'information apportée par la situation présente du RdM (structure du commerce, balance courante sous-jacente, fondamentaux de l'économie) n'est pas exploitée pour évaluer les taux de change d'équilibre.

Absence de spécification du volume des imports et des exports du reste du monde

A partir des taux de change d'équilibre calculés ci-dessus, certains auteurs (Jeong et Mazier [2003]) assurent le bouclage en valeur et en volume des échanges mondiaux en ajustant le volume des imports et des exports du RdM. Plus précisément, les imports et exports en volume du RdM sont définis à partir des deux équations :

$$\sum_i P_{mi} M_i = \sum_i P_{xi} X_i \quad \text{et} \quad \sum_i M_i = \sum_i X_i$$

Ils ne dérivent donc pas d'une spécification du volume du commerce du RdM en fonction de son taux de change effectif. Comme le taux de change effectif réel du RdM et la variation du volume de ses imports et de

ses exports sont déterminés indépendamment, la relation implicite entre le taux de change effectif réel du RdM et le volume des imports et des exports (les élasticités-prix implicites) risque d'être peu vraisemblable, et ce d'autant plus que le RdM est « petit ».

2-4-3 Solution plus fine : Répartir sur toutes les zones la non cohérence des cibles entre-elles

Le réajustement des désalignements

Isard et Faruquee (FMI, [1998]) proposent une méthode permettant de traiter symétriquement toutes les zones du modèle. Ils partent de l'équation reliant l'écart entre la balance courante sous-jacente et sa cible au désalignement du taux de change effectif réel :

$$bc_i^* = \overline{bc_i} + \frac{1}{\beta_i} \times \hat{r}_i$$

où $\hat{r}_i$, le désalignement du taux de change effectif réel, s'écrit en fonction du désalignement des taux de change bilatéraux : $\hat{r}_i = \Gamma_i \times \hat{E}$ (le terme de Γ_i correspondant au taux de change du pays i est égal à -1) et β_i est la dépréciation du taux de change réel permettant d'améliorer à terme la balance courante du pays i de 1 point de PIB.

Sous forme matricielle, ces n équations se réécrivent :

$$\begin{pmatrix} \beta_1(bc_1^* - \overline{bc_1}) \\ \beta_2(bc_2^* - \overline{bc_2}) \\ \beta_3(bc_3^* - \overline{bc_3}) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} k_{1,1} & k_{1,2} & k_{1,3} \\ k_{2,1} & k_{2,2} & k_{2,3} \\ k_{3,1} & k_{3,2} & k_{3,3} \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} \hat{e}_1 \\ \hat{e}_2 \\ \hat{e}_3 \end{pmatrix}$$

Les auteurs remarquent que le modèle est sur-spécifié : il y a 2 taux de change bilatéraux pour atteindre 3 cibles de balance courante indépendantes ou, cela revient au même, 3 désalignements des taux de change effectifs. Cela se traduit par le fait que la matrice $(k_{ij})_{1 \leq i, j \leq 3}$ est de rang 2.

Ne pouvant générer, par des mouvements de taux de change bilatéraux, les 3 désalignements de taux de change effectifs, ils proposent de ne pas atteindre les désalignements de taux de change effectifs *ex ante* mais des désalignements effectifs calculés *ex post* assez proches des premiers et compatibles avec des mouvements de taux de change bilatéraux.

Les auteurs commencent par trouver les désalignements effectifs admissibles (c'est-à-dire compatibles avec des mouvements des taux de change bilatéraux) qui forment un sous-espace de dimension 2 de l'espace des désalignements effectifs (qui est de dimension 3). Dès lors, il suffit de projeter les désalignements *ex ante* sur l'espace des désalignements admissibles. Les auteurs font un choix de projection particulier en ajoutant au désalignement *ex ante* de chaque zone une même valeur z qui sera ajustée afin que les désalignements *ex post* soient effectivement dans l'espace des désalignements admissibles.

Plus précisément, les désalignements *ex ante* sont définis par :

$$\hat{r}_i^{ex-ante} = \beta_i(bc_i^* - \overline{bc_i}),$$

et les désalignements *ex post* sont définis par

$$\hat{r}_i^{ex-post} = \hat{r}_i^{ex-ante} + z = \beta_i(bc_i^* - \overline{bc_i}) + z$$

Ces désalignements *ex post* doivent dériver de désalignements bilatéraux :

$$\hat{r}_i^{ex-post} = \Gamma \times \hat{E}$$

L'équation définissant l'équilibre devient donc :

$$\begin{pmatrix} \beta_1(bc_1^* - \overline{bc}_1) \\ \beta_2(bc_2^* - \overline{bc}_2) \\ \beta_3(bc_3^* - \overline{bc}_3) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} k_{1,1} & k_{1,2} & k_{1,3} \\ k_{2,1} & k_{2,2} & k_{2,3} \\ k_{3,1} & k_{3,2} & k_{3,3} \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} \hat{e}_1 \\ \hat{e}_2 \\ \hat{e}_3 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} z \\ z \\ z \end{pmatrix}$$

En prenant comme numéraire la monnaie de la zone 1 (le choix du numéraire ne change pas l'équilibre), cette équation se réécrit :

$$\begin{pmatrix} \beta_1(bc_1^* - \overline{bc}_1) \\ \beta_2(bc_2^* - \overline{bc}_2) \\ \beta_3(bc_3^* - \overline{bc}_3) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} k_{1,2} & k_{1,3} & -1 \\ k_{2,2} & k_{2,3} & -1 \\ k_{3,2} & k_{3,3} & -1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} \hat{e}_2 \\ \hat{e}_3 \\ z \end{pmatrix}$$

soit

$$\begin{pmatrix} \hat{e}_2 \\ \hat{e}_3 \\ z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} k_{1,2} & k_{1,3} & -1 \\ k_{2,2} & k_{2,3} & -1 \\ k_{3,2} & k_{3,3} & -1 \end{pmatrix}^{-1} \times \begin{pmatrix} \beta_1(bc_1^* - \overline{bc}_1) \\ \beta_2(bc_2^* - \overline{bc}_2) \\ \beta_3(bc_3^* - \overline{bc}_3) \end{pmatrix}$$

Cette équation donne le désalignement des taux de change bilatéraux des zones 2 et 3 dans la monnaie de la zone 1 et un "écart de désalignement" z , dont la valeur représente l'écart entre les taux de change effectifs d'équilibre *ex post* approchés et ceux permettant d'atteindre exactement toutes les cibles.

Cette méthode présente l'avantage de tenir compte de l'ensemble des pays ou zones étudiés mais aboutit à des résultats peu satisfaisants dans la mesure où les cibles atteintes *ex post* s'écartent, parfois considérablement, des cibles fixées *ex ante* (Hervé [2004]). Cette méthode d'ajustement ne correspond in fine à aucun critère économique ou mathématique. En fait, au lieu de chercher à s'approcher des taux de change effectifs calculés *ex ante*, il paraît plus judicieux d'essayer de s'approcher directement des cibles de balance courante.

Minimisation de l'écart aux cibles

La méthode de Isard et Faruquee permet d'approcher les désalignements effectifs *ex ante* sans toutefois se soucier des cibles de balance courante effectivement atteintes. Nous proposons une alternative qui revient à approcher au mieux les cibles de balance courante elles-mêmes au lieu des désalignements effectifs (Hervé [2004]). Réécrite sous une forme un peu différente, la méthode du FMI revient à corriger les cibles de toutes les zones afin d'obtenir des cibles admissibles (compatibles avec des mouvements de taux de change bilatéraux). La correction des cibles de balance courante est opérée en spécifiant une forme particulière :

$$bc_i^{*ex-post} = bc_i^{*ex-ante} + \frac{1}{\beta_i} z$$

Nous proposons de ne pas spécifier de forme particulière à la correction des balances courantes cibles :

$$bc_i^{*ex-post} = bc_i^{*ex-ante} + z_i$$

Ce faisant, il y a plusieurs corrections possibles des cibles *ex ante* permettant d'atteindre des cibles admissibles. Par exemple, en supposant que la correction est nulle pour toutes les zones sauf le RdM, on retrouve la méthode "ignorer l'équilibre du RdM". En supposant que la correction est inversement proportionnelle au β de la zone, on retrouve la méthode du FMI.

Le but de la méthode que nous proposons est de trouver les taux de change bilatéraux qui permettent d'approcher au mieux les cibles de balance courante *ex ante* par les cibles *ex post*. On définit alors une

distance entre les balances courantes *ex post* ($bc_i^{*ex-post}$) et les balances courantes cibles *ex ante* ($bc_i^{*ex-ante}$) :

$$d^2 = \sum_j \alpha_i (bc_i^{*ex-post} - bc_i^{*ex-ante})^2$$

Le poids α_i donné à chaque zone n'a pas de valeur *a priori*, on propose de le faire dépendre du PIB en PPA de la zone : $\alpha_i = Y_i^{0,5}$, d'autres spécifications sont possibles⁴.

Le programme s'écrit alors :

$$\text{Minimiser } d^2 = \sum_{i=1}^3 \alpha_i (bc_i - bc_i^*)^2 \text{ sous la contrainte } \begin{pmatrix} bc_1 - \overline{bc}_1 \\ bc_2 - \overline{bc}_2 \\ bc_3 - \overline{bc}_3 \end{pmatrix} = K \times \begin{pmatrix} \hat{e}_1 \\ \hat{e}_2 \\ \hat{e}_3 \end{pmatrix}$$

Ce programme définit un unique vecteur de taux de change bilatéraux d'équilibre. Cette méthode permet la plupart du temps de bien approcher toutes les cibles de balance courante.

Dans le cas où il n'est pas possible de le faire, une piste consiste à réintroduire le taux d'intérêt mondial dans le modèle, ce qui s'obtient en estimant la relation entre le taux d'intérêt R et la cible de balance courante de chaque zone.

$$bc_i^* = bc_i^{*0} + \tau_i R$$

Dès lors, la relation qui relie les désalignements des taux de change aux écarts entre balance courante sous-jacente et balance courante cible comporte autant d'inconnus que d'équation et permet d'atteindre toutes les cibles simultanément.

⁴ La valeur de l'exposant (0,5) a été choisie de manière à équilibrer les écarts entre les cibles et les valeurs effectivement atteintes pour l'ensemble des pays.

3-Taux de change d'équilibre de 19 pays industrialisés et émergents

3-1 Elasticités et autres données structurelles

3-1-1 Les contraintes posées sur les élasticités des équations du commerce extérieur

Le taux de change d'équilibre est très sensible au niveau des élasticités des équations du commerce extérieur et plus particulièrement aux élasticités prix. Or, comme le montrent différentes études sur les estimations des élasticités des équations du commerce extérieur (Hooper et *alii.* [1998], Bayoumi [1999], Hervé [2001] et Murata et *alii.* [2000]), leur niveau varie considérablement en fonction des méthodes économétriques retenues, des champs sur lesquels portent les flux d'imports et d'exports (produits manufacturés, ensemble des biens, biens et services), etc.

Dans le modèle, l'élasticité des exports à la demande étrangère est fixée à l'unité puisque la demande étrangère est une somme pondérée des imports des pays partenaires. L'élasticité des imports à la demande intérieure est également unitaire ce qui semble justifié à moyen terme, mais cette hypothèse peut être relâchée pour l'estimation de la balance courante sous-jacente⁵. Les élasticités pour les prix d'imports sont issues du modèle Multimod du FMI et sont estimées pour deux groupes de pays : les pays industrialisés, d'une part et les pays émergents, d'autre part. Les élasticités de prix d'exports sont contraintes par la condition de bouclage en volume (cas de variation du taux de change d'un pays), qui ne laisse qu'un seul degré de liberté. Le choix s'est fait de manière à ce que les élasticités des pays développés s'approchent de celles fournies par le modèle Multimod. Les élasticités sont plus fortes pour les pays émergents que pour les pays industrialisés.

3-1-2 Ouverture et sensibilité de la balance courante aux variations de change

Les pays industrialisés sont, dans l'ensemble, relativement peu ouverts, présentant un taux d'ouverture moyen à l'export et à l'import inférieur à 20% (à l'exception du Canada). En raison de leur taille, c'est également le cas du Brésil et de l'Inde. A l'inverse, Singapour, Hong Kong et la Malaisie sont extrêmement ouverts avec des taux supérieurs à 100%, ce qui permet de penser qu'une plus faible correction de leur taux de change est nécessaire pour revenir vers leur valeur d'équilibre. La Chine, la Corée et l'Indonésie ont des taux d'ouverture proches des pays industrialisés, légèrement supérieurs toutefois, de l'ordre de 25 à 30%. Les autres pays se situent à des niveaux d'ouverture intermédiaires.

La sensibilité de la balance courante aux taux de change est résumée par le terme bêta, qui représente le pourcentage de dépréciation du taux de change réel nécessaire pour améliorer la balance courante d'un pays d'1 point de PIB. Les pays avec un bêta faible ont une forte sensibilité de leurs balances courantes aux variations de change. Aussi, pour ces pays, une petite correction des changes est nécessaire pour ramener la balance courante vers sa cible de moyen terme. C'est le cas de la plupart des pays asiatiques retenus dans l'échantillon. En revanche, les Etats-Unis, ont besoin d'une variation importante de leur taux de change pour retrouver l'équilibre.

⁵ Au cours du cycle économique, les importations sont en général très élastiques à la demande finale. Voir note Prev1-2006-095
« Relecture des contributions à la croissance : imputer les importations aux postes de demande qui les ont générées »

Tableau 1

paramètres structurels (en 2004)

	ouverture à l'import	ouverture à l'export	élasticité-prix à l'import	élasticité-prix à l'export	Bêta
Etats-Unis	12%	7%	0.92	0.67	15.3
Canada	27%	32%	0.92	0.72	3.7
zone euro	14%	16%	0.92	0.53	7.6
Royaume-Uni	21%	16%	0.92	0.90	6.3
Australie - Nouvelle Zélande	17%	14%	0.92	0.91	7.8
Japon	9%	12%	0.92	0.79	9.2
Chine	33%	36%	0.69	0.82	3.4
Inde	14%	12%	0.69	0.96	9.2
Corée	33%	38%	0.69	0.87	3.3
Taiwan	55%	57%	0.69	0.85	2.4
Singapour	153%	169%	0.69	0.83	1.4
Hong-Kong	166%	159%	0.69	0.85	1.6
Malaisie	89%	108%	0.69	0.86	1.5
Thaïlande	58%	60%	0.69	0.90	2.3
Philippines	51%	47%	0.69	0.89	2.9
Indonésie	18%	27%	0.69	0.88	4.3
Mexique	29%	28%	0.69	0.79	4.5
Brésil	10%	16%	0.69	0.99	6.3
reste monde	21%	24%	0.69	0.63	4.9

Source : Datastream pour les taux d'ouverture (calculés à partir des échanges de biens et de services) ; Multimod pour les élasticités prix à l'import ; condition de bouclage du modèle en volume pour les élasticités prix à l'export. L'élasticité prix à l'export du modèle Multimod est 0,71 pour les pays industrialisés et 0,53 pour les autres pays.

3-2 Les taux de change d'équilibre

La comparaison rapide entre les cibles et les balances courantes sous-jacentes permet d'avoir une première idée sur les désalignements des monnaies. Ainsi, l'écart est particulièrement marqué pour les pays asiatiques.

Tableau 2

balance courante observée et sous-jacente (2004)

	observée	sous-jacente	cible	écart
Etats-Unis	-5.4%	-4.7%	-3.0%	1.7%
Canada	2.9%	1.0%	-1.9%	-2.9%
zone euro	0.7%	-0.1%	1.2%	1.3%
Royaume-Uni	-1.9%	-1.7%	-0.2%	1.5%
Australie - Nouvelle Zélande	-6.1%	-7.9%	-3.7%	4.2%
Japon	3.9%	4.2%	1.9%	-2.3%
Chine	4.3%	5.9%	-2.8%	-8.7%
Inde	-0.3%	0.0%	-2.1%	-2.1%
Corée	4.3%	3.8%	-0.2%	-4.0%
Taiwan	6.5%	8.7%	3.1%	-5.6%
Singapour	28.7%	32.1%	4.2%	-27.9%
Hong-Kong	10.1%	22.9%	3.7%	-19.2%
Malaisie	12.8%	17.7%	-2.8%	-20.5%
Thaïlande	4.5%	6.5%	-4.2%	-10.7%
Philippines	2.7%	5.8%	-4.1%	-9.9%
Indonésie	1.4%	0.7%	-4.1%	-4.8%
Mexique	-1.0%	0.9%	-3.0%	-3.9%
Brésil	2.2%	3.1%	-3.0%	-6.1%
reste monde	4.5%	3.2%	2.0%	-1.2%

La balance courante observée est corrigée des erreurs statistiques au prorata de la part du pays dans le PIB mondial.

Dans cette partie, les taux de change d'équilibre sont calculés en faisant l'hypothèse que les monnaies sont parfaitement flexibles. Les tableaux fournissent les pourcentages de désalignements.

Au regard des taux de change effectifs réels (TCER) d'équilibre, les monnaies des pays industrialisés (le dollar, le dollar canadien, l'euro, la livre et le dollar australien) apparaissent surévaluées en 2004. Le yen, en raison d'une forte dépréciation entre 2000 et 2002, est sous-évalué en 2004. Les monnaies des pays émergents d'Asie sont également sous-évaluées en 2004.

En dépit d'un écart relativement faible entre la balance courante sous-jacente et sa cible de moyen terme (-1,5%), la surévaluation du dollar apparaît importante, conséquence d'un bêta élevé (indiquant que la balance courante américaine est peu sensible aux variations du change).

Tableau 3

désalignements des taux de change effectifs réels (%)

	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Etats-Unis	2	16	20	27	26	25
Canada	-7	-15	-14	-17	-11	-11
zone euro	6	3	-2	2	10	10
Royaume-Uni	21	18	10	4	8	9
Australie - Nouvelle Zélande	3	-0	-14	-2	32	32
Japon	-5	2	-5	-22	-24	-22
Chine	-20	-23	-18	-24	-34	-30
Inde	-16	-14	-24	-36	-21	-19
Corée	-29	2	-4	-14	-15	-13
Taiwan	-10	-3	-3	-20	-14	-14
Singapour	-27	-34	-19	-21	-38	-40
Hong-Kong	16	-21	-8	-4	-29	-31
Malaisie	-35	-17	-10	-10	-30	-31
Thaïlande	-33	-18	-22	-27	-24	-24
Philippines	-39	-26	-23	-32	-28	-28
Indonésie	-50	-1	-30	-35	-20	-21
Mexique	5	1	4	1	-19	-18
Brésil	26	10	15	-11	-42	-37
reste monde	-2	-15	-11	-7	-6	-6

(-) sous-évaluation

Nos résultats sont relativement proches de ceux obtenus par Bénassy et *alii.* [2004 et 2005] en dépit des fortes différences méthodologiques. Toutefois, l'ampleur des désalignements peut varier substantiellement dans certains cas, par exemple pour l'euro en 2001. Nos résultats sont plus proches de ceux de Coudert et Couharde [2005], qui utilisent également une méthodologie de type FEER.

Tableau 4

Comparaison des résultats des désalignements estimés

	Taux de change effectif réel				Parités bilatérales vis-à-vis du dollar			
	Année 2001		Année 2003		Année 2001		Année 2003	
	Carton et alii.	Bénassy-Quéré et alii.	Carton et alii.	Coudert et Couharde	Carton et alii.	Bénassy-Quéré et alii.	Carton et alii.	Coudert et Couharde
Etats-Unis	20	14	26	29	-17	-19		
Canada	-14	-15			-17	-30	-11	-22
Zone euro	-2	-17	10	-7	-20	-30		
Royaume-Uni	10	17			-10	-9		
Australie – Nouvelle Zélande	-14	2			-37	-21		
Japon	-5	-1	-24	-18	-24	-22	-50	-33
Chine	-18	-16	-34	-23	-35	-44	-55	-44
Inde	-24	-16			-43	-38		
Corée	-4	-28	-15	-15	-24	-48	-45	-35
Indonésie	-30	-31			-52	-55		
Mexique	4	26			1	22		
Brésil	15	-2			-3	-19		

(-) sous-évaluation

Depuis 2002, année où le dollar a atteint un pic de plus de 30% de surévaluation, les monnaies des pays industrialisés se sont en partie ajustées et ont résorbé une partie non négligeable de leur déséquilibre par rapport au dollar. La parité euro-dollar s'est fortement rapprochée de son niveau d'équilibre, qui s'établit à 1,33. En 2004, elle n'est plus sous-évaluée que de 7%. La livre sterling et le dollar australien semblent avoir atteint leur parité d'équilibre dès 2003. Le dollar canadien demeure sous-évalué d'un peu plus de 10% par rapport au dollar en 2004. Le yen reste encore éloigné de sa parité d'équilibre malgré son appréciation de près de 25% depuis 2002. Les monnaies asiatiques dans leur ensemble apparaissent largement sous-évaluées par rapport au dollar (près de 50%). Leur parité bilatérale a en effet très peu évolué au cours de la période du fait des interventions de change que ces pays ont réalisées pour maintenir leur compétitivité. Cette sous-évaluation peut paraître élevée pour chaque monnaie considérée séparément. Mais, en supposant que tous les pays s'ajustent de façon coordonnée, une appréciation de 50% par rapport au dollar correspond en fait à un désalignement effectif de moindre ampleur, d'environ 20%. Le besoin d'ajustement est donc aujourd'hui concentré sur les monnaies asiatiques.

Tableau 5

désalignements des taux de change bilatéraux vis-à-vis du dollar (%)

	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Etats-Unis	-	-	-	-	-	-
Canada	-7	-18	-17	-21	-14	-13
zone euro	9	-11	-20	-22	-11	-11
Royaume-Uni	24	4	-10	-19	-8	-7
Australie - Nouvelle Zélande	-2	-18	-37	-35	-2	-1
Japon	-9	-14	-24	-46	-50	-48
Chine	-22	-35	-35	-47	-55	-50
Inde	-15	-29	-43	-60	-43	-40
Corée	-33	-15	-24	-42	-45	-43
Taiwan	-11	-21	-23	-47	-46	-44
Singapour	-29	-52	-40	-50	-69	-70
Hong-Kong	15	-34	-24	-24	-45	-42
Malaisie	-39	-32	-30	-37	-59	-59
Thaïlande	-37	-34	-41	-54	-52	-52
Philippines	-43	-40	-41	-59	-58	-59
Indonésie	-56	-20	-52	-68	-54	-54
Mexique	5	-3	1	-3	-21	-19
Brésil	27	-3	-3	-33	-61	-57
reste monde	2	-26	-28	-31	-25	-25

(-) sous-évaluation

Nous avons justifié le choix de notre approche par le fait que celle du FMI conduisait à des cibles *ex post* qui s'éloignaient parfois considérablement de celles fixées *ex ante*. Qu'en est-il de notre approche ? Il existe quelques écarts mais ceux-ci sont marginaux et concentrés notamment sur les pays industrialisés et le reste du monde. En général, l'écart observé ne dépasse pas les 0.2 point de PIB, sauf pour les Etats-Unis où il atteint 0.4 point de PIB en 1999 et 2001.

Tableau 6

écart entre les cibles fixées *ex ante* et les cibles atteintes (point de PIB)

	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Etats-Unis	-0.34	-0.39	-0.41	-0.13	0.13	0.09
Canada	-0.07	-0.08	-0.08	-0.02	0.03	0.02
zone euro	-0.19	-0.19	-0.19	-0.06	0.06	0.05
Royaume-Uni	-0.11	-0.11	-0.11	-0.04	0.04	0.03
Australie - Nouvelle Zélande	-0.08	-0.08	-0.07	-0.03	0.03	0.02
Japon	-0.15	-0.17	-0.17	-0.04	0.04	0.03
Chine	-0.02	-0.03	-0.03	-0.01	0.01	0.01
Inde	-0.02	-0.02	-0.02	-0.01	0.01	0.00
Corée	-0.03	-0.04	-0.04	-0.01	0.01	0.01
Taiwan	-0.02	-0.03	-0.02	-0.01	0.01	0.00
Singapour	-0.02	-0.03	-0.03	-0.01	0.01	0.01
Hong-Kong	-0.04	-0.05	-0.04	-0.01	0.01	0.01
Malaisie	-0.01	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.00
Thaïlande	-0.01	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.00
Philippines	-0.01	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.00
Indonésie	-0.01	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.00
Mexique	-0.05	-0.06	-0.07	-0.02	0.02	0.01
Brésil	-0.04	-0.04	-0.03	-0.01	0.01	0.00
reste monde	-0.08	-0.08	-0.08	-0.02	0.02	0.02

BIBLIOGRAPHIE

- BARREL R. et WREN-LEWIS S. (1989), « Fundamental Equilibrium Exchange Rates for the G7 », Discussion Paper n° 323, *CEPR* ;
- BAYOUMIT T., P. CLARK, S.SYMANSKY et TAYLOR M. (1994) «The Robustness of Equilibrium Exchange Rate Calculations to Alternative Assumptions and Methodologies», *IMF Working Paper* 94/77
- BAYOUMIT T., L. BARTOLINI, P. CLARK et S.SYMANSKY (1994), « Exchange Rates and Economic Fundamentals : A Framework for Analysis » *IMF Occasional Paper* n° 115
- BAYOUMIT T. (1999), «Estimating Trade Equations from Aggregate Bilateral Data», *IMF Working Paper* 99/74
- BENASSY-QUERE A., A. LAHRECHE-REUIL et F. LEMOINE (2003), « Le yuan doit-il être réévalué? », *La Lettre du CEPII* n°227.
- BÉNASSY-QUÉRÉ A., A. LAHRÈCHE-RÉUIL et V. MIGNON (2004), « Burden Sharing and Exchange Rate Misalignments Within the group of Twenty », in *Dollar Adjustment : How Far ? Against What ?* Institute of International Economics, Washington
- BENASSY-QUERE A., A. LAHRECHE-REUIL et V. MIGNON (2005), « Le yuan et le G20 », *Revue d'Economie Financière* n°77.
- BOROWSKI D. et C. COUHARDE et F. THIBAUT (1998) « Sensibilités des taux de change d'équilibre aux output gaps et aux cibles de balance courante : méthodologie et estimations pour les grands pays industrialisés », *Economie et Prévision*, n° 134.
- BOROWSKI D. et C. COUHARDE et F. THIBAUT (1998) « Les taux de change d'équilibre fondamentaux : de l'approche théorique à l'évaluation empirique », *Revue française d'économie*, vol. 13, n°3
- BOROWSKI D. et C. COUHARDE (1998) « Quelle parité d'équilibre pour l'euro ? » *Economie Internationale*, 77, 1^{er} trimestre
- BOROWSKI D. et C. COUHARDE (2000), « Euro, dollar, yen: pour une approche multilatérale des taux de change d'équilibre », *Revue Économique*, Mai.
- COUDERT V. (1999), « Comment définir un taux de change d'équilibre pour les pays émergents », *Économie Internationale*, n°77 1er trimestre.
- COUDERT V. et C. COUHARDE (2005), « Real Equilibrium Exchange Rate in China », *Working Paper du Cepii* n°2005-01.
- COUHARDE C et J. MAZIER (2000) « La détermination des taux de change d'équilibre fondamentaux : une approche simplifiée » *Economie appliquée*, 53 (3)
- FARUQEE H. et P. ISARD (1998), « Exchange Rate Assessment – Extensions of the Macroeconomic Balance Approach », *IMF Occasional Paper* n°167.
- GOURINCHAS P. O. et H. REY (2005) « International Financial Adjustment », *NBER Working Paper 11155*, National Bureau of Economic Research, February 2005.
- HERVE K. (2001) « Estimations des élasticités du commerce extérieur sur l'ensemble des biens et services pour un panel de 17 pays », *Economie et Prévision*, n° 147.
- HERVE K. (2004) « Une nouvelle approche du taux de change d'équilibre à partir des équations du commerce extérieur : une application aux grands pays industrialisés et aux nouveaux états membres de l'Union européenne » Thèse de Doctorat de Sciences Economiques, Paris, Université Paris XIII.
- JEONG S. E. et J. MAZIER (2003), « Exchange Rate Regimes and Equilibrium Exchange Rates in East Asia », *Revue Économique*, Vol 54 n°5.

- JOLY H., C. PRIGENT et N. SOBCZAK (1999) « Le taux de change réel d'équilibre : une introduction », *Economie et Prévision*, n° 123-124.
- JOLY H., C. PRIGENT, A. QUINET et N. SOBCZAK (1999) « Une estimation du taux de change réel d'équilibre pour l'économie française » *Economie Internationale*, n° 77
- MACDONALD R.(2000), « Concepts to Calculate Equilibrium Exchange Rates : An Overview », *Economic Research Group of the Deutsche Bundesbank*, Discussion paper n°3.
- MURATA K. D. TURNER, D. RAE et L. LE FOULER (2000) « Modelling Manufacturing Export Volumes Equations : A System Estimation Approach », OCDE *Working Paper* n° 235.
- NURSKE R. (1995) « Conditions of International Monetary Equilibrium » *Essays in International Finance*, Princeton, International Finance Section, Princeton University . Repris dans *Readings in the Theory of International Trade*, Philadelphie, Blackinton, 1949.
- OBSTFELD M. et K. ROGOFF (2004), « The Unsustainable US Current Account Position Revisited », *NBER, Working Paper* n°10869.
- OBSTFELD M. et K. ROGOFF (2005), « Global Current Account Imbalances and Exchange Rate Adjustments », *Forthcoming (with revisions) in W.Brainard and G.Perry (eds.)*.
- O'NEILL J., A. ADES et H. CHOSKY (2005), « Merging GSDEER and GSDEEMER : A Global Approach to Equilibrium - Exchange Rate Modelling », *Goldman Sachs*, mai.
- WILLIAMSON J. (1985) « The Exchange Rate » *Institute for International Economics*, Washington.
- WILLIAMSON J. (1991) « FEERs and the ERM » *National Institute Economic Review*, n° 137.
- WILLIAMSON J. (1994), « Estimating Equilibrium Exchange Rates », *Institute for International Economics*, Washington.
- WILLIAMSON J. (2000), « Exchange rate regimes for emerging markets: reviving the intermediate option », *Policy Analysis in International Economics* 60, *Institute for International Economics*, Washington.
- WILLIAMSON J. et M. MAHAR (1998), « Current Account Targets », *Policy Analysis in International Economics* 54, *Institute for International Economics*, Washington.
- WREN-LEWIS S. et R. L. DRIVER (1998), « Real Exchange Rates for the Year 2000 », *Institute for International Economics*, Washington.