

Asymétries des marchés du travail et absorption des chocs en Union monétaire: les gouvernements doivent-ils se coaliser?

Cornel Oros*

Labour Market Asymmetries and Shock Absorption in a Monetary Union: Are Government Coalitions Effective?

Summary: Given a monetary Union which is heterogeneous at the level of labour market flexibility, this paper investigates the effects in terms of macroeconomic stabilization of the different degrees of fiscal coordination between governments. We use a static Keynesian model within a closed monetary Union and we introduce an intermediate level of coordination between the national governments, which is the variable geometry coordination between economic clubs consisting of structurally close countries. The distinction between the wide Union's welfare and each country member's individual welfare proves that the effectiveness of a variable geometry fiscal coordination mainly depends on the type of the economic shocks affecting the Union members, the nature of the fiscal spillovers, and the extent of the Union's structural heterogeneity. While this type of game is effective in neutralizing the demand shocks, it doesn't manage to improve the national protection of all the country members against the supply shocks.

Key words: Economic policy, Macroeconomic stabilization, Fiscal coordination, Economic shocks, Structural heterogeneity

JEL: E52, E58, E61, E62, E63

Introduction

La mise en place de l'euro a complètement renouvelé le cadre d'analyse du policy-mix dans l'UEM, les changements étant observables essentiellement à deux niveaux. Premièrement, la monnaie unique a provoqué la perte d'autonomie des deux instruments d'intervention contre les chocs spécifiques qui affectent les pays membres de l'Union, à savoir le taux d'intérêt et les taux de change bilatéraux. Deuxièmement, le jeu des politiques économiques se réalise désormais dans un contexte particulier : la politique monétaire unique et centralisée confiée à une autorité indépendante (la Banque Centrale Européenne) doit s'articuler avec plusieurs politiques budgétaires décentralisées, mises en œuvre par les gou-

* Université de Poitiers, CRIEF: cornel.oros@univ-poitiers.fr Received: 27 March 2008.

vernements nationaux. Ce cadre d'analyse original lance un nouveau débat, celui de l'impact exercé par la coordination des politiques économiques sur les mécanismes de stabilisation des chocs affectant les pays de l'Union.

Une vaste littérature s'est intéressée à cette problématique avec des résultats contradictoires en raison de l'utilisation de cadres théoriques différents. Ainsi, Uhlig (2002) montre que la stabilisation macroéconomique optimale s'obtient à condition que la Banque centrale stabilise les chocs d'offre symétriques tandis que les gouvernements répondent aux chocs de demande nationaux. Une telle spécialisation peut conduire à une exacerbation du conflit entre les autorités publiques (par exemple, surenchère entre des politiques budgétaires expansionnistes et une politique monétaire restrictive) qui aura finalement des conséquences négatives sur les équilibres macroéconomiques de la zone. Pour Uhlig, la solution passe par un durcissement du Pacte de Stabilité de Croissance vu comme une solution de coordination par défaut entre les gouvernements, qui permettrait ainsi de limiter les déficits des pays membres et d'éviter ainsi la mise en place d'une politique monétaire extrêmement contraignante.

Cette spécialisation au niveau de la stabilisation des chocs devient moins évidente dans l'analyse de Catenaro & Tirelli (2000) pour qui la coordination stratégique des politiques budgétaires (entendue comme une concertation au niveau décisionnel entre les gouvernements) permet une amélioration de l'efficacité de la stabilisation des chocs. Les mêmes résultats sont aussi obtenus par Lambertini et Rovelli (2003) qui montrent qu'au-delà de l'intérêt d'une coordination des politiques budgétaires, le pouvoir informationnel est également décisif pour améliorer la stabilisation des chocs. Ils démontrent ainsi qu'une configuration de jeu avec les gouvernements nationaux leaders est la meilleure façon de répondre aux chocs économiques.

En même temps, la coordination des politiques budgétaires peut avoir des effets différenciés en fonction du type de chocs qui affectent l'économie. Ainsi, Beetsma et al. (2001) montrent que la coordination des politiques budgétaires est bénéfique pour la stabilisation des chocs asymétriques, mais qu'elle s'avère inefficace pour stabiliser les chocs symétriques. Laskar (2003) confirme ces résultats et identifie un degré optimal d'asymétrie des chocs à partir duquel la coordination budgétaire en Union monétaire est plus efficace qu'en change flexible. En revanche, Villieu (2003) soutient l'idée contraire selon laquelle dans une Union monétaire qui s'élargit, la coordination budgétaire perd en efficacité si le degré d'asymétrie des chocs augmente.

La limite principale de cette littérature concerne l'hypothèse de la parfaite homogénéité structurelle au sein de l'Union monétaire. Cependant, en réalité, il existe des hétérogénéités structurelles importantes et à plusieurs niveaux entre les pays membres de l'UEM (structures sectorielles diversifiées, hétérogénéités financières et hétérogénéités au niveau de l'organisation des marchés na-

tionaux du travail)¹ qui auront tendance à se renforcer dans la perspective de l'élargissement progressif de la zone euro. Au-delà de l'influence exercée sur les mécanismes de réaction contre les chocs économiques, les hétérogénéités structurelles entre les pays de l'Union peuvent avoir des conséquences en termes institutionnels qui se traduisent par la mise en place d'une coopération budgétaire renforcée entre les gouvernements nationaux.

Ainsi, en supposant que l'hétérogénéité structurelle de l'Union concerne essentiellement l'organisation des marchés du travail, cet article s'interroge sur le degré optimal de coordination entre les politiques budgétaires qui puisse permettre la meilleure stabilisation macroéconomique. Concrètement, on introduit un niveau intermédiaire de coordination entre les gouvernements nationaux – la coordination par *clubs* économiques qui ont comme principale caractéristique le regroupement des pays parfaitement homogènes du point de vue structurel et conjoncturel – et on se propose d'examiner l'intérêt d'une coordination budgétaire partielle réalisable à ce niveau. Dans ce contexte, à travers une distinction entre le bien-être collectif de l'Union et le bien-être national de chaque pays membre, on se posera la question de savoir si un renforcement de la coordination des politiques budgétaires par clubs de pays ne serait pas plus efficace qu'une absence de coordination ou qu'une coordination d'intensité égale entre tous les pays de l'Union.

La première section du papier présente le modèle utilisé qui décrit les équilibres macroéconomiques et les fonctions de réaction des autorités publiques (Banque centrale et gouvernements). Les deux sections suivantes analysent, par le biais d'une distinction entre le niveau collectif et individuel, l'efficacité relative en termes de stabilisation des chocs des trois configurations de jeu susceptibles de se réaliser entre les politiques budgétaires nationales : absence de coordination, coordination par clubs économiques et coordination globale entre toutes les politiques budgétaires de l'Union.

I. Le modèle

On utilise un modèle keynésien statique dans une Union monétaire fermée à quatre pays qui sont regroupés en deux clubs économiques (p , m) formés chacun de deux pays. On suppose une hétérogénéité inter-club (les clubs sont hétérogènes du point de vue structurel mais aussi par rapport aux chocs qui affectent leurs économies) et une homogénéité intra-club (à l'intérieur des clubs les pays sont identiques). Les équilibres macroéconomiques se décrivent par des fonctions de demande et d'offre dans lesquelles le rôle des clubs économiques a été

¹ Pour une revue de la littérature voir : Cadiou et al. (1999), Kaiser (2005), Mojon et Peersman (2001), Penot et al. (2000), Van Els et al. (2001).

spécialement souligné. On suppose que l'hétérogénéité de l'Union se situe au niveau du fonctionnement des marchés du travail. Toutes les variables (à l'exception du taux d'intérêt) sont exprimées en logarithme. Ainsi la fonction de demande sera exprimée par une fonction de type IS standard, largement utilisée dans la littérature :

$$(1) \quad y_{i(p)}^d = a g_{i(p)} + b g_{j(p)} + c \sum_{\substack{k=1 \\ m \neq p}}^2 g_{k(m)} - \delta r + \varepsilon_p^d \quad 0 < a, b < 1; \quad |c| < 1; \quad \delta > 0$$

avec : $y_{i(p)}^d$ et $g_{i(p)}$: respectivement revenu (en écart au produit naturel) et dépenses nettes du pays i situé dans le club p ; $g_{j(p)}$: dépenses nettes de l'autre

pays situé dans le même club que le pays i ; $\sum_{\substack{k=1 \\ m \neq p}}^2 g_{k(m)}$: somme des dépenses

nettes des pays appartenant à l'autre club que le pays i ; r : taux d'intérêt à court terme ; ε^d : choc de demande d'espérance nulle et de variance $\sigma_{\varepsilon^d}^2$.

La demande interne du pays i croît avec les dépenses nettes mais dans une proportion inférieure à l'unité ($a < 1$) compte tenu de l'existence d'effets d'éviction, et décroît avec le taux d'intérêt selon une sensibilité δ . En même temps, le produit du pays i appartenant au club p est déterminé par les dépenses nettes des pays « voisins » (qui font partie du même club que le pays i) dans une proportion b , et par les dépenses nettes des pays appartenant à l'autre club, dans une proportion c . Finalement, le produit est influencé par un choc de demande qui est spécifique à tous les pays appartenant au même club.

En ce qui concerne l'équation d'offre, la production ($y_{i(p)}^o$) est décrite par une fonction à la Lucas augmentée de l'inflation importée (voir Annexe 1.1.). On considère que les anticipations d'inflation sont nulles car on s'intéresse exclusivement à la question de la stabilisation macroéconomique en écartant ainsi les problèmes de crédibilité.

$$(2) \quad y_{i(p)}^o = \mu_{i(p)} \pi_{i(p)} - \mu_{i(p)} s (\pi - \pi_{i(p)}) + \varepsilon_p^o \quad \mu_{i(p)} > 0$$

π et $\pi_{i(p)}$ étant respectivement l'inflation moyenne de l'Union et l'inflation du pays i situé dans le club p , ε^o - un choc d'offre d'espérance nulle et de variance $\sigma_{\varepsilon^o}^2$.

Le coefficient $\mu_{i(p)}$ représente une mesure du degré de flexibilité des marchés du travail [Beetsma et al. (2001), Buti et al. (2001)] et traduit les différences structurelles existantes à ce niveau entre les deux clubs. En notant le de-

gré d'hétérogénéité entre les clubs par k ($0 < k < 1$), on a $\mu_p = (1+k)\mu$ et $\mu_m = (1-k)\mu$ où μ représente le degré moyen de sensibilité du produit offert par rapport aux prix. Si $k = 0$, les clubs seront parfaitement homogènes au niveau de la flexibilité des marchés du travail ($\mu_p = \mu_m$), tandis que, si $k = 1$, l'hétérogénéité entre les deux clubs sera maximale car seule la production des pays du club p sera ajustée (et avec une sensibilité maximale) en fonction de l'évolution des prix ($\mu_p = 2\mu$ et $\mu_m = 0$).

On a également défini pour toute variable x , la partie agrégée par rapport aux clubs, notée $x = \frac{x_p + x_m}{2}$ (la composante symétrique de la variable x)

et la partie en écart, notée $\bar{x} = \frac{x_p - x_m}{2}$ (la composante asymétrique de la variable x).

En ce qui concerne les chocs, on considère ε^φ et $\bar{\varepsilon}^\varphi$ respectivement les composantes symétriques et asymétriques des chocs avec $\varphi = d, o$.

Après la description des équilibres macroéconomiques, on présente les fonctions objectif des autorités publiques². La Banque centrale a comme objectif principal la stabilité des prix (le poids accordé à cet objectif étant β_0), mais elle s'intéresse également à l'évolution de l'activité économique au niveau de l'Union (avec un poids β_1) et au lissage du taux d'intérêt (le poids étant β_2).

$$(3) \quad L^M = \frac{1}{2} [\beta_0 \pi^2 + \beta_1 y^2 + \beta_2 r^2] \quad \beta_0, \beta_1, \beta_2 > 0$$

En ce qui concerne les gouvernements, ils disposent d'une fonction de perte (L_i^G) qui dépend du niveau de l'activité économique (le poids étant α_0) et de l'évolution des dépenses nettes (avec un poids α_1). On considère que les gouvernements ne s'intéressent pas explicitement à la stabilisation des prix. En effet, au sein de la zone euro, la capacité de réaction des gouvernements pour stabiliser l'activité et les prix est fortement contrainte par les dispositions du Pacte de Stabilité et de Croissance, tandis que la maîtrise de l'inflation représente l'objectif primordial de la BCE. Dans ces conditions, on peut supposer que les autorités budgétaires privilégient la stabilité de l'activité au détriment de la stabilité des prix. De plus, on a considéré que l'inflation importée influence l'évolution des prix nationaux (équation 2), ce qui limite encore plus la capacité des gouvernements de préserver la stabilité des prix.

² En l'absence de biais de crédibilité, les valeurs cibles des variables objectifs des autorités publiques sont normalisées à zéro.

$$(4) \quad L_i^G = \frac{1}{2} [\alpha_0 y_i^2 + \alpha_1 g_i^2] \quad \alpha_0, \alpha_1 > 0$$

II. Coordination budgétaire et stabilisation macroéconomique au niveau collectif de l'Union monétaire

La légitimité et la crédibilité d'une Union monétaire résident dans l'existence d'objectifs collectifs, définis pour l'ensemble de l'Union et reconnus d'une manière unanime par tous les pays membres. On construit ainsi une fonction de perte sociale de l'Union (L^S) qui tient compte des variables agrégées du produit et de l'inflation (avec des poids respectivement de α_0^S et α_1^S). Cette fonction nous permettra d'examiner l'efficacité relative au niveau collectif des différents niveaux de coordination entre les politiques budgétaires.

$$(5) \quad L^S = \frac{1}{2} [\alpha_0^S y^2 + \alpha_1^S \pi^2] \quad \alpha_0^S, \alpha_1^S > 0$$

En considérant un jeu à décisions simultanées entre les gouvernements et la Banque centrale (équilibre de Nash), la première étape dans la résolution du modèle consiste dans l'identification des décisions optimales des autorités publiques qui minimisent leurs fonctions de perte. Ainsi, le taux d'intérêt s'écrit de la manière suivante :

$$(6) \quad r = \frac{1}{\delta} \left[z \left((a+b+2c)g + \varepsilon^d \right) - \theta \left[k \left((a+b-2c)\bar{g} + \bar{\varepsilon}^d - \bar{\varepsilon}^o \right) + \varepsilon^o \right] \right]$$

$$\text{avec } z = \frac{\beta_0 \eta^2 + \beta_1}{\beta_0 \eta^2 + \beta_1 + \frac{\beta_2}{\delta^2}} \quad \theta = \frac{\beta_0 \eta^2}{\beta_0 \eta^2 + \beta_1 + \frac{\beta_2}{\delta^2}} \quad \text{et} \quad \eta = \frac{1}{\mu(1-k^2)}$$

La valeur de l'instrument budgétaire sera différente en fonction du type de jeu qui peut se mettre en place entre les gouvernements nationaux.

A. Equilibre non-coopératif

Cette situation correspond à une absence totale de coordination entre les gouvernements ; chacun d'entre eux est donc préoccupé par la minimisation de sa propre fonction de perte. Les composantes agrégées et en écart des dépenses nettes s'écrivent :

$$(7) \quad g^N = \frac{a\alpha_0(\delta r - \varepsilon^d)}{\alpha_1 + a\alpha_0(a+b+2c)} \quad (8) \quad \bar{g}^N = -\frac{a\alpha_0}{\alpha_1 + a\alpha_0(a+b-2c)} \bar{\varepsilon}^d$$

Les relations entre le taux d'intérêt et les dépenses publiques nettes sont positives, ce qui implique l'existence d'une relation de complémentarité straté-

gique entre les instruments d'intervention de la Banque centrale et des gouvernements. Ainsi, la Banque centrale mènera une politique monétaire restrictive suite à un accroissement des dépenses publiques nettes, afin de défendre la stabilité des prix. Il en sera de même pour les gouvernements qui réagissent par une hausse des dépenses nettes afin de soutenir la croissance lors d'un accroissement du taux d'intérêt.

En utilisant les équations (6), (7) et (8), on obtient les valeurs suivantes pour les dépenses nettes et pour le taux d'intérêt d'équilibre :

$$(9) \quad \begin{cases} g^N = -\frac{a\alpha_0}{D^N} \left[(1-z)\varepsilon^d + \theta(\varepsilon^o - k\varepsilon^{\bar{o}}) + \frac{\theta\alpha_1 k^{-d}}{D^N} \varepsilon \right] \\ r^N = \frac{1}{\delta D^N} \left[\alpha_1 z \varepsilon^d - D \left(\theta(\varepsilon^o - k\varepsilon^{\bar{o}}) + \frac{\theta\alpha_1 k^{-d}}{D^N} \varepsilon \right) \right] \end{cases}$$

avec $D^N = \alpha_1 + a\alpha_0(a+b+2c)(1-z)$ et $\bar{D}^N = \alpha_1 + a\alpha_0(a+b-2c)$

$$D = \alpha_1 + a\alpha_0(a+b+2c)$$

Les expressions (9) nous permettent de remarquer la différenciation existant entre les réponses des autorités publiques en fonction de la nature des chocs économiques. Ainsi, pour la stabilisation des chocs de demande symétriques, les efforts de stabilisation des gouvernements et de la Banque centrale sont convergents (de même que les actions budgétaires des pays directement touchés et de la Banque centrale pour les chocs de demande spécifiques). Par exemple, dans le cas d'un choc de demande négatif symétrique associant un effet déflationniste à une détérioration du niveau d'activité, les autorités mèneront des politiques expansives : hausse des dépenses publiques et baisse du taux d'intérêt pour stimuler la demande et relancer l'activité. En revanche, les réactions des autorités contre les chocs d'offre (symétriques et asymétriques) et de demande asymétriques deviennent divergentes. En effet, ces chocs affectent d'une manière directe uniquement l'inflation, et provoquent une réaction de la Banque centrale, la seule explicitement concernée par cet objectif. Cet activisme de la politique monétaire affecte l'évolution du produit national et engendre une réponse divergente de la part des gouvernements soucieux de préserver la stabilité de l'activité économique.

En utilisant l'équation (9), les valeurs d'équilibre du produit et de l'inflation s'écrivent :

$$(10) \quad \begin{cases} y^N = \frac{\alpha_1}{D^N} \left[(1-z)\varepsilon^d + \theta(\varepsilon^o - k\varepsilon^{\bar{o}}) + \frac{\theta\alpha_1 k^{-d}}{D^N} \varepsilon \right] \\ \pi^N = \frac{\eta}{D^N} \left[\alpha_1(1-z)\varepsilon^d - (D^N - \theta\alpha_1) \left((\varepsilon^o - k\varepsilon^{\bar{o}}) + \frac{\alpha_1 k^{-d}}{D^N} \varepsilon \right) \right] \end{cases}$$

B. Coordination au niveau des clubs économiques

Dans ce cas, les gouvernements se coordonnent au niveau des clubs et minimisent une fonction de perte collective. Cette fonction (11) représente la somme des fonctions de perte nationales pour les pays appartenant au même club.

$$(11) \quad L_p^{NC} = \sum_{i=1}^2 L_{i(p)}^G = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^2 (\alpha_0 y_{i(p)}^2 + \alpha_1 g_{i(p)}^2)$$

Les valeurs d'équilibre des dépenses publiques, du produit et de l'inflation s'écrivent :

$$(12) \quad \begin{cases} g^{NC} = -\frac{\alpha_0(a+b)}{D^{NC}} \left[(1-z)\varepsilon^d + \theta(\varepsilon^o - k\varepsilon^{\bar{o}}) + \frac{\theta\alpha_1 k}{D^{NC}} \varepsilon^{-d} \right] \\ y^{NC} = \frac{\alpha_1}{D^{NC}} \left[(1-z)\varepsilon^d + \theta(\varepsilon^o - k\varepsilon^{\bar{o}}) + \frac{\theta\alpha_1 k}{D^{NC}} \varepsilon^{-d} \right] \\ \pi^{NC} = \frac{\eta}{D^{NC}} \left[\alpha_1(1-z)\varepsilon^d - (D^{NC} - \theta\alpha_1) \left((\varepsilon^o - k\varepsilon^{\bar{o}}) + \frac{\alpha_1 k}{D^{NC}} \varepsilon^{-d} \right) \right] \end{cases}$$

avec $D^{NC} = \alpha_1 + \alpha_0(a+b)(a+b+2c)(1-z)$ $\bar{D}^{NC} = \alpha_1 + \alpha_0(a+b)(a+b-2c)$

C. Coordination globale entre les gouvernements

Dans ce cas, tous les gouvernements se coordonnent et la nouvelle fonction de perte collective sera déterminée par la somme de toutes les fonctions de perte nationales.

$$(13) \quad L^C = \sum_{i=1}^4 L_{i(p)}^G = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^4 (\alpha_0 y_{i(p)}^2 + \alpha_1 g_{i(p)}^2)$$

Les valeurs agrégées des dépenses publiques, du produit et de l'inflation deviennent :

$$(14) \quad \begin{cases} g^C = -\frac{\alpha_0(a+b+2c)}{D^C} \left[(1-z)\varepsilon^d + \theta(\varepsilon^o - k\varepsilon^{\bar{o}}) + \frac{\theta\alpha_1 k}{D^C} \varepsilon^{-d} \right] \\ y^C = \frac{\alpha_1}{D^C} \left[(1-z)\varepsilon^d + \theta(\varepsilon^o - k\varepsilon^{\bar{o}}) + \frac{\theta\alpha_1 k}{D^C} \varepsilon^{-d} \right] \\ \pi^C = \frac{\eta}{D^C} \left[\alpha_1(1-z)\varepsilon^d - (D^C - \theta\alpha_1) \left((\varepsilon^o - k\varepsilon^{\bar{o}}) + \frac{\alpha_1 k}{D^C} \varepsilon^{-d} \right) \right] \end{cases}$$

avec $D^C = \alpha_1 + \alpha_0(a+b+2c)^2(1-z)$ $\bar{D}^C = \alpha_1 + \alpha_0(a+b-2c)^2$

Les mécanismes de stabilisation macroéconomique sont conditionnés par le niveau de coordination entre les gouvernements. A travers une distinction selon les variables macroéconomiques et selon la nature des chocs, on

s'intéresse aux conditions qui permettent à la coordination par clubs d'améliorer l'efficacité de la stabilisation macroéconomique au niveau de l'Union.

En ce qui concerne les chocs de demande symétriques, la coordination à géométrie variable est toujours plus efficace pour stabiliser le produit et l'inflation par rapport à un jeu non-coopératif (équilibre de Nash) entre les gouvernements. En même temps, cette configuration de jeu garantit la supériorité des résultats (à la fois pour le revenu et pour l'inflation) par rapport à un jeu de coordination budgétaire globale si $c < 0$ (externalités budgétaires négatives entre les clubs) et si la relation entre les sensibilités du produit national aux dépenses nettes est la suivante : $a + b > 2c$. Cette dernière relation implique que les externalités entre les clubs ne peuvent jamais être supérieures à la fois aux externalités intra-clubs et aux effets nationaux des dépenses nettes. Autrement dit si $|c| > b$ et $|c| > a$, la coordination au niveau de clubs ne sera pas plus efficace que la coordination globale entre les gouvernements.

Pour ce qui est des chocs d'offre symétriques et asymétriques, si les conditions ci-dessus sont satisfaites, la coordination par clubs optimise uniquement la qualité de la stabilisation du produit agrégé ; les effets de ces chocs sur l'inflation étant mieux neutralisés par les deux autres configurations de jeu (absence de coordination ou coordination budgétaire globale). On retrouve les mêmes mécanismes de stabilisation dans le cas des chocs de demande asymétriques avec la précision que la coordination par clubs assure une meilleure stabilisation du produit à condition essentiellement que les gouvernements accordent une attention croissante à la stabilisation de l'activité économique (α_0 augmente au détriment de α_1)³.

L'impossibilité pour la coordination budgétaire par clubs de garantir simultanément la stabilisation du produit et de l'inflation contre les chocs d'offre (symétriques et asymétriques) et de demande asymétriques réside dans la divergence des actions menées par les autorités pour la stabilisation de ces types de chocs. En effet, comme on l'a déjà souligné, les efforts de stabilisation déployés par la Banque centrale (ces chocs affectent d'une manière directe uniquement l'inflation, objectif spécifique de la Banque centrale) sont contrecarrés par la réaction des gouvernements, qui répondent aux impulsions monétaires afin de préserver la stabilité de l'activité. La coordination par clubs engendre la réaction budgétaire la plus active ($g^{NC} > g^N$ et $g^{NC} > g^C$) et permet ainsi de mieux

³ La condition permettant une meilleure stabilisation du produit contre les chocs de demande asymétriques dans le cas d'une coordination budgétaire par clubs s'écrit : $4\alpha_0(a + b + 2c)(1 - z)c > \alpha_1$.

neutraliser l'impact de ce type de chocs (transmis par l'intermédiaire de la politique monétaire) sur le produit.

On a pu ainsi identifier les conditions qui font que la coordination par clubs économiques représente la solution optimale pour stabiliser à la fois le produit et l'inflation contre les chocs de demande symétriques, et le produit contre les chocs d'offre (symétriques et asymétriques) et de demande asymétriques. Si l'on raisonne en termes de fonctions de perte, on peut affirmer que, excepté les situations extrêmes et peu réalistes (absence de chocs de demande dans le contexte d'un poids fortement disproportionné accordé par la société en faveur de l'objectif de stabilité des prix), l'équilibre de coordination budgétaire par clubs est censé maximiser le bien-être collectif de l'Union ($E^{NC}(L^S) < E^N(L^S)$ et $E^{NC}(L^S) < E^C(L^S)$).

La robustesse de ces résultats a été confirmée par des simulations numériques (voir section 3.) qui permettent, à travers une distinction selon la nature des chocs (demande et offre), d'évaluer l'efficacité relative au niveau collectif des trois configurations budgétaires envisagées.

En synthétisant les résultats des simulations (Tableau 1), on souligne premièrement que la coordination par clubs économiques assure la minimisation de la perte collective de l'Union dans le cas des chocs de demande, et ce quelle que soit leur origine. Deuxièmement, pour les chocs d'offre, la coordination partielle constitue la solution optimale en termes de bien-être collectif, à condition que la société privilégie largement la stabilité de l'activité par rapport à la stabilité des prix ($\alpha_0^S > 0,7$ et $\alpha_1^S < 0,3$). Dans le cas contraire, la meilleure qualité de la stabilisation des chocs d'offre au niveau collectif est réalisée par l'équilibre non-coopératif (pour b relativement grand) ou par la coordination budgétaire globale. On note également que l'avantage relatif en faveur de l'équilibre de coordination partielle pour la stabilisation des chocs de demande est nettement plus important que le désavantage relatif de cette configuration de jeu pour la stabilisation des chocs d'offre, ce qui renforce l'intérêt d'une coordination budgétaire à géométrie variable comme solution efficace pour améliorer le bien-être collectif de l'Union.

Tableau 1 : Synthèse des résultats au niveau collectif

Nature des chocs	Solution optimale en termes de bien-être
Demande	Coordination par clubs
Offre	Coordination par clubs (α_0^S grand) Equilibre non-coopératif (b grand) Coordination globale (b faible)

III. Coordination budgétaire et stabilisation macroéconomique au niveau de chaque pays de l'Union

Au niveau national, la perte sociale (L_i^S) s'exprime en fonction des variables nationales du produit et de l'inflation (avec les mêmes poids qu'au niveau collectif, respectivement α_0^S et α_1^S).

$$(15) \quad L_i^S = \frac{1}{2} [\alpha_0^S y_i^2 + \alpha_1^S \pi_i^2] \quad \alpha_0^S, \alpha_1^S > 0$$

En notant $\phi = N, NC, C$ les trois configurations de jeu susceptibles de se réaliser entre les gouvernements, respectivement équilibre non-coopératif, coordination par clubs économiques et coordination globale, les expressions d'équilibre du produit et de l'inflation pour les pays des deux clubs s'écrivent (voir Annexe 1.2.) :

$$(16) \quad \begin{cases} y_p^\phi = {}^p A_{yp}^\phi \varepsilon_p^d + {}^p A_{ym}^\phi \varepsilon_m^d + \frac{\theta \alpha_1}{D^\phi} [(1-k)\varepsilon_p^o + (1+k)\varepsilon_m^o] \\ y_m^\phi = {}^m A_{ym}^\phi \varepsilon_m^d + {}^m A_{yp}^\phi \varepsilon_p^d + \frac{\theta \alpha_1}{D^\phi} [(1-k)\varepsilon_p^o + (1+k)\varepsilon_m^o] \\ \pi_p^\phi = {}^p A_{\pi p}^\phi \varepsilon_p^d + {}^p A_{\pi m}^\phi \varepsilon_m^d + {}^p B_{\pi p}^\phi \varepsilon_p^o + {}^p B_{\pi m}^\phi \varepsilon_m^o \\ \pi_m^\phi = {}^m A_{\pi m}^\phi \varepsilon_m^d + {}^m A_{\pi p}^\phi \varepsilon_p^d + {}^m B_{\pi m}^\phi \varepsilon_m^o + {}^m B_{\pi p}^\phi \varepsilon_p^o \end{cases}$$

En s'interrogeant sur l'influence du degré d'hétérogénéité de l'Union sur les mécanismes nationaux de stabilisation, on développe une grille de lecture faisant une double distinction entre la stabilisation du produit et celle de l'inflation d'un côté et entre la nature et l'origine de chocs, de l'autre. En ce qui concerne la stabilisation du produit, on remarque d'abord que la qualité de la stabilisation du produit national des pays appartenant au club m contre leurs propres chocs de demande s'améliore si les différences en termes de flexibilité

des marchés du travail se renforcent ($\left[\frac{\partial y_m^\phi}{\partial k} \right]_{\varepsilon_m^d} < 0$). Ensuite, pour les chocs

d'offre spécifiques au club m , une hausse de k (augmentation de l'hétérogénéité structurelle inter-clubs) engendre un impact croissant de ce type

de chocs sur le produit national de tous les pays de l'Union ($\left[\frac{\partial y_{p,m}^\phi}{\partial k} \right]_{\varepsilon_m^o} > 0$).

L'explication de ces évolutions réside dans l'influence différente exercée par les deux clubs dans la construction de l'inflation moyenne de l'Union. En effet, si k augmente, les marchés du travail des pays du club p deviennent

plus flexibles que ceux des pays du club m , le poids de ces derniers étant alors plus important que celui des premiers dans la fixation de l'inflation agrégée au niveau de l'Union (voir équation 2). Dans ces conditions, la Banque centrale mènera une politique monétaire relativement plus réactive pour stabiliser les chocs spécifiques au club m au détriment de ceux du club p . Ainsi, pour les chocs spécifiques au club m , les effets d'un activisme monétaire renforcé sur la stabilisation du produit sont différents selon la nature des chocs : amélioration, pour les chocs de demande (en vertu de la convergence des actions de stabilisation menées par la Banque centrale et les gouvernements des pays touchés par ces chocs), détérioration, pour les chocs d'offre (ces chocs affectent le produit par le biais de la politique monétaire).

En revanche, en ce qui concerne les chocs spécifiques aux pays du club p , l'effet d'une variation du degré d'hétérogénéité sur l'évolution de la qualité de stabilisation de leur produit national n'est pas nette, car les gouvernements nationaux peuvent compenser, dans une certaine mesure, le désistement de la Banque centrale induit par une hausse du k . En effet, une variation de k provoque un réajustement des mécanismes de mise en place de la politique monétaire, ce qui déclenche une réponse de la part des gouvernements nationaux. Pourtant, si la Banque centrale accorde une attention primordiale à la lutte contre l'inflation (β_0 très grand), les réactions des gouvernements n'arrivent pas à contrebalancer les effets induits par une politique monétaire très active (un β_0 très grand, implique un β_2 proche de zéro ce qui suppose que la Banque centrale est peu contrainte dans la manipulation du taux d'intérêt). Dans ce cas, les chocs spécifiques au club p engendrent des effets opposés sur le produit national par rapport aux chocs spécifiques au club m : une hausse de k provoque une détérioration de la stabilisation du produit national contre les chocs de de-

mande ($\left[\frac{\partial y_p^\phi}{\partial k} \right]_{\varepsilon_p^d} > 0$) d'un côté, et une amélioration de la stabilisation de

l'activité économique pour tous les pays de l'Union contre les chocs d'offre

($\left[\frac{\partial y_{p,m}^\phi}{\partial k} \right]_{\varepsilon_p^o} < 0$), de l'autre.

Dans la même optique, l'incidence de l'évolution du degré d'hétérogénéité sur la stabilisation du produit contre les chocs de demande étrangers est ambiguë, car elle est conditionnée par des mécanismes qui risquent d'avoir des effets opposés : les réactions des gouvernements étrangers directement touchés par les chocs et de la Banque centrale d'un côté, et celles des autorités budgétaires nationales de l'autre.

Le même problème, lié à l'impossibilité d'identifier analytiquement l'impact de l'hétérogénéité structurelle sur les mécanismes de neutralisation des chocs, surgit lorsque l'on s'intéresse à la stabilisation de l'inflation. L'explication réside dans le fait que l'hétérogénéité au niveau de la flexibilité des marchés du travail fait diverger les mécanismes de stabilisation de l'inflation par rapport aux mécanismes de stabilisation du produit. Par exemple, dans le cas des chocs de demande spécifiques aux pays du club m , une hausse de k assure une meilleure stabilisation du produit national mais s'accompagne d'une influence croissante exercée par l'activité économique sur l'inflation nationale. Dans ces conditions, cette transmission plus fluide des variations de l'activité économique sur l'inflation nationale risque de contrebalancer, au niveau de la stabilisation de l'inflation, les meilleurs résultats obtenus pour la stabilisation du produit.

L'absence d'une solution analytique capable d'expliquer l'ensemble des mécanismes de stabilisation des variables macroéconomiques au niveau national contre différents types de chocs, nous oblige de faire appel aux techniques de simulation numérique, les seules qui permettent d'analyser d'une manière pertinente l'efficacité relative des trois niveaux de coordination budgétaire entre les gouvernements.

Les simulations ont été réalisées à partir d'un calibrage numérique des paramètres du modèle (Tableau 2) qui a été effectué dans un souci de réalisme par rapport au contexte européen et en respectant une vaste littérature économétrique (Annexe 1.3.).

Tableau 2 : Paramètres du modèle

a	c	δ	μ	s	β_0	β_1	β_2	α_0	α_1	α_0^S	α_1^S
0,5	-0,2	0,2	3	0,2	0,7	0,2	0,1	0,6	0,4	0,5	0,5

Les simulations évaluent les différences entre les pertes nationales obtenues dans les trois configurations de jeu considérées. L'évolution de ces écarts est exprimée en fonction des deux paramètres clés qui conditionnent l'efficacité relative de la stabilisation macroéconomique, à savoir, les externalités budgétaires intra-clubs (b) et le degré d'hétérogénéité structurelle entre les clubs (k).

Dans l'analyse comparative de l'efficacité macroéconomique au niveau national, on a fait une double distinction selon la nature des chocs économiques, d'un côté et selon l'appartenance des pays à l'un ou l'autre des deux clubs, de l'autre. Les principaux résultats sont synthétisés dans le Tableau 3⁴.

⁴ Les équations qui ont permis la réalisation des simulations, de même que la méthodologie et les résultats détaillés sont disponibles sur requête auprès de l'auteur.

Tableau 3 : Synthèse des résultats au niveau national

Nature des chocs		Solution optimale en termes de bien-être	
		Pays du club p	Pays du club m
Demande	Spécifique au club p	Coordination par clubs (sauf b faible)	Coordination par clubs (b et h grands)
	Spécifique au club m	Coordination par clubs (b et h grands)	Coordination par clubs (sauf b faible)
Offre	Spécifique au club p	Equilibre non-coopératif Coordination globale (b faible)	Coordination par clubs (h grand)
	Spécifique au club m	Coordination par clubs (h grand)	Equilibre non-coopératif Coordination globale (b faible)

En ce qui concerne les chocs de demande (spécifiques au club p ou m), la coordination au niveau des clubs économiques permet d'optimiser la qualité de la stabilisation macroéconomique de l'ensemble des pays de l'Union ($E^{NC}(L^S_{p,m}(\sigma^d_{p,m})) < E^N(L^S_{p,m}(\sigma^d_{p,m}))$ et $E^{NC}(L^S_{p,m}(\sigma^d_{p,m})) < E^C(L^S_{p,m}(\sigma^d_{p,m}))$) essentiellement si les externalités budgétaires intra-clubs et le degré d'hétérogénéité structurelle des pays membres sont élevés ($b > 0,3$ et $k > 0,4$). Dans ces conditions, le recours à un découpage par clubs économiques en matière de politique économique est justifié (cette configuration assure la minimisation de la perte collective de l'Union) à condition que ces entités économiques se dessinent avec clarté (forte interdépendance entre les pays qui en font partie – b grand – et différenciation structurelle nette avec les autres pays de l'Union – k grand).

Pour ce qui est des chocs d'offre spécifiques au club p , la meilleure qualité de la stabilisation exige des configurations de jeu différentes en fonction de l'appartenance des pays aux deux clubs économiques :

- équilibre non-coopératif (pour $b > 0,4$) ou coordination budgétaire globale (pour $b < 0,4$) pour les pays du club p ($E^{N,C}(L^S_{p}(\sigma^o_p)) < E^{C,N}(L^S_{p}(\sigma^o_p))$ et $E^{N,C}(L^S_{p}(\sigma^o_p)) < E^{NC}(L^S_{p}(\sigma^o_p))$).

- coordination budgétaire par clubs économiques pour ses partenaires situés dans le club m ($E^{NC}(L^S_{m}(\sigma^o_p)) < E^N(L^S_{m}(\sigma^o_p))$ et $E^{NC}(L^S_{m}(\sigma^o_p)) < E^C(L^S_{m}(\sigma^o_p))$).

Les mêmes principes de stabilisation se mettent en place dans le cas des chocs d'offre spécifiques au club m : l'absence de coordination ou la coordination globale entre gouvernements assure la meilleure stabilisation pour les pays

de ce club ($E^{N,C}(L^S_{m(\sigma_m^o)}) < E^{C,N}(L^S_{m(\sigma_m^o)})$ et $E^{N,C}(L^S_{m(\sigma_m^o)}) < E^{NC}(L^S_{m(\sigma_m^o)})$), tandis que leurs partenaires du club p préfèrent une coordination budgétaire par clubs économiques ($E^{NC}(L^S_{p(\sigma_m^o)}) < E^N(L^S_{p(\sigma_m^o)})$ et $E^{NC}(L^S_{p(\sigma_m^o)}) < E^C(L^S_{p(\sigma_m^o)})$). On conclut ainsi que la stabilisation des chocs d'offre induit un blocage du système au niveau national car aucune solution n'arrive à optimiser le bien-être de tous les pays de l'Union. Dans ces conditions et si l'on tient compte des résultats obtenus au niveau collectif (optimisation du bien-être par l'équilibre non-coopératif ou par la coordination budgétaire globale, à l'exception d'une prééminence sociale pour la stabilité de l'activité), on assiste à un arbitrage entre le niveau collectif et individuel engendré par l'inexistence d'une solution commune capable d'optimiser le bien-être au niveau à la fois collectif et individuel.

Si l'on croise les résultats obtenus au niveau collectif et individuel, l'efficacité relative d'une coordination budgétaire à « géométrie variable » est conditionnée essentiellement par la nature des chocs économiques et accessoirement par l'ampleur des externalités budgétaires intra-clubs et de l'hétérogénéité structurelle entre les pays de l'Union. Ainsi, pour les chocs de demande, la coordination budgétaire par clubs économiques permet d'optimiser la qualité de la stabilisation à la fois au niveau collectif et individuel à condition qu'une forte interdépendance budgétaire à l'intérieur des clubs s'associe à un degré élevé d'hétérogénéité structurelle inter-clubs. Dans le cas des chocs d'offre, un arbitrage entre le niveau collectif et individuel s'instaure car l'équilibre non-coopératif ou l'équilibre de coordination budgétaire globale améliorent la stabilisation au niveau collectif mais ni l'un ni l'autre n'arrive pas à maximiser le bien-être national de tous les pays de l'Union. Dans ces conditions, l'intérêt relatif d'une coordination budgétaire à géométrie variable pourrait être renforcé si la société accordait une attention primordiale à la stabilité de l'activité. En effet, en l'absence de solution unanimement acceptable au niveau national, la coordination partielle présenterait ainsi l'avantage de pouvoir assurer la meilleure stabilisation macroéconomique au niveau collectif.

Conclusion

En se situant dans une Union monétaire hétérogène au niveau de la flexibilité des marchés du travail, l'objectif de ce papier a été d'analyser l'intérêt en termes de stabilisation macroéconomique d'une coordination budgétaire à « géométrie variable », réalisée au niveau de groupes de pays homogènes. L'évaluation de l'efficacité relative d'un tel système de gouvernance économique a été effectuée

à travers une distinction entre le niveau collectif de l'Union et le niveau national de chaque pays membre.

Au niveau collectif, la coordination des politiques budgétaires par clubs garantit les meilleures performances en termes de stabilisation macroéconomique essentiellement si les externalités entre les clubs sont négatives. Cette configuration de jeu assure la meilleure neutralisation de l'impact des chocs de demande symétriques sur le produit et sur l'inflation, mais aussi des chocs d'offre et de demande asymétriques sur le produit. L'utilisation des simulations numériques permet de décliner l'intérêt relatif d'une coordination budgétaire partielle selon la nature des chocs économiques : nette amélioration du bien-être collectif pour les chocs de demande et léger désavantage relatif pour les chocs d'offre (ce désavantage est résorbé si la société privilégie la stabilité de l'activité au détriment de celle des prix).

Au niveau individuel, la distinction selon la nature des chocs est réitérée comme facteur clé conditionnant les mécanismes de stabilisation. Ainsi, pour les chocs de demande, la coordination budgétaire par clubs arrive à minimiser les pertes nationales de tous les pays de l'Union à condition que l'hétérogénéité au niveau de la flexibilité des marchés du travail entre les clubs et les externalités budgétaires à l'intérieur des clubs soient fortes. En ce qui concerne la stabilisation des chocs d'offre, elle provoque un blocage du système, car aucune configuration de jeu n'est capable d'optimiser simultanément le bien-être de tous les membres de l'Union.

En articulant les deux niveaux d'analyse, on peut affirmer que la coordination budgétaire à géométrie variable peut constituer une solution viable de régulation conjoncturelle pour la stabilisation des chocs de demande dans une Union monétaire fortement hétérogène en termes de flexibilité des marchés du travail. En revanche, en ce qui concerne les chocs d'offre, une telle configuration de jeu ne garantit pas la maximisation du bien-être individuel des pays de l'Union, même si elle peut assurer – sous réserve d'un objectif social prioritaire lié à la stabilité de l'activité – une stabilisation efficace au niveau collectif. Par conséquent, à moins que l'ampleur des chocs d'offre ne soit plus faible que celle des chocs de demande, l'efficacité macroéconomique d'un tel système de gouvernance économique n'est pas parfaite et appelle la mobilisation d'outils complémentaires de stabilisation des chocs d'offre, à savoir une politique monétaire plus attentive aux évolutions conjoncturelles nationales assortie d'une concertation plus active avec les politiques budgétaires nationales, des politiques structurelles coordonnées, etc.

Références

- Barbier-Gauchard, A. & Blot, C. (2004) Stabilization and fiscal policy coordination in a heterogeneous monetary Union. *Université d'Orléans Document de recherche*, 26.
- Barbier, A. & Villieu, P. (2003) Quelle cible de déficit dans la zone euro? - Les enseignements d'un modèle à deux pays. *Revue Economique*, 54(3), 499-510.
- Beetsma, R., Debrun, X. & Klaassen, F. (2001) Is Fiscal Policy Coordination in EMU Desirable? *CEPR Discussion paper*, 3035.
- Buti, M., Roeger, W. & In't Veld, J. (2001) Stabilising Output and Inflation in EMU: Policy Conflicts and Co-operation under a Stability Pact. *Journal of Common Market Studies*, 39, 801-828.
- Cadiou, L. & Guichard, S. (1999) La diversité des marchés du travail en Europe : quelles conséquences pour l'Union Monétaire (première partie). *CEPII, Document de travail*, 10.
- Cadiou, L., Guichard, S. & Maurel, M. (1999) La diversité des marchés du travail en Europe : quelles conséquences pour l'Union Monétaire (deuxième partie). *CEPII Document de travail*, 11.
- Catenaro, M. & Tirelli, P. (2000) Reconsidering the Pros and Cons of Fiscal Policy Co-ordination in a Monetary Union: Should We Set Public Expenditure Targets? *University of Surrey Discussion papers*, 2.
- Creel, J. (2002) Asymétries budgétaires dans la zone euro, un essai de modélisation du Pacte de stabilité. *Revue française d'économie*, 16(3), 91-127.
- Engwerda, J., Plasmans, J. & Van Aarle, B. (2002) Cooperative and non-cooperative fiscal stabilization policies in the EMU. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 26(3), 451-481.
- Kaiser, M. (2005) Zone euro : la convergence inachevée. *Conjoncture*, BNP Paribas, Septembre.
- Lambertini, L. & Rovelli, R. (2003) Monetary and Fiscal Policy Coordination and Macroeconomic Stabilization: A Theoretical Analysis. *Università di Bologna Working Paper*, 464.
- Laskar, D. (2003) Policy-mix : le besoin de coordination des politiques budgétaires entre pays est-il accru en Union monétaire. *Recherches Economiques de Louvain*, 69(3), 267-291.
- Léonard, J. & Oros, C. (2007) Gouvernance économique et élargissement de la zone euro. Les avantages d'une coordination budgétaire à géométrie variable. *Revue du Marché commun et de l'Union européenne*, 513, 621-627.
- Menguy, S. (2005) Hétérogénéité structurelle des pays membres et conflit d'objectifs entre les autorités économiques dans l'UEM. *Economie et Prévision*, 3(169-171), 41-58.

- Mojon, B. & Peersman, G. (2001) A VAR Description of the Effects of Monetary Policy in the Individual Countries of the Euro Area. *ECB Working Paper*, 92.
- Penot, A. (2002) Appréciations et conséquences possibles de l'hétérogénéité structurelle dans la zone euro. *Revue d'économie financière*, 65, 153-175.
- Penot, A., Pollin, J.-P. & Seltz, V. (2000) Hétérogénéité de la zone euro et politique monétaire unique. *XVII^{èmes} Journées Internationales d'Economie Monétaire et Bancaire*, Lisbonne, 7-9 juin.
- Rogers, J. H. (2001) Price Level Convergence, Relative Prices, and Inflation in Europe. *The Board of Governors of the Federal Reserve System, International Finance Discussion Papers*, 699.
- Uhlig, H. (2002) One Money but Many Fiscal Policies in Europe: What Are the Consequences? *CEPR Discussion Papers*, 3296.
- Van Els, P., Locarno, A., Morgan, J. & Villetelle, J.-P. (2001) Monetary Policy Transmission in the Euro Area: What do Aggregate and National Structural Models Tell Us;? *ECB Working Paper*, 94.
- Villieu, P. (2003) Pacte de stabilité, crédibilité du policy-mix et coordination des politiques budgétaires en Union monétaire. *Revue Economique*, 54 (1), 25-46.

Résumé: En se situant dans une Union monétaire hétérogène en termes de flexibilité des marchés du travail, cet article s'interroge sur les effets en matière de stabilisation conjoncturelle des différents degrés de coordination budgétaire entre les gouvernements nationaux. On utilise un modèle keynésien statique dans une Union monétaire fermée et on développe l'idée d'une coordination budgétaire à géométrie variable réalisée au niveau des clubs économiques regroupant des pays très proches du point de vue structurel. En faisant la distinction entre le niveau collectif de l'Union et le niveau individuel de chaque pays membre, on démontre que l'efficacité macroéconomique d'une coordination budgétaire à géométrie variable est essentiellement influencée par le type des chocs économiques affectant les pays de l'Union, par la nature des externalités budgétaires, de même que par l'ampleur de l'hétérogénéité structurelle de l'Union. Si cette configuration budgétaire est efficace pour neutraliser l'impact des chocs de demande, elle n'arrive pas à améliorer la qualité de la stabilisation macroéconomique de l'ensemble des pays de l'Union contre les chocs d'offre.

Mots clés: politiques économiques, stabilisation macroéconomique, coordination budgétaire, chocs économiques, hétérogénéité structurelle

JEL: E52, E58, E61, E62, E63

ANNEXES

1.1. Détermination de la fonction d'offre

On part d'une fonction classique à la Lucas avec anticipations d'inflation nulles :

$$y_{i(p)}^o = \mu_{i(p)} \pi_{i(p)} + \varepsilon_p^o. \text{ L'inflation nationale s'écrit alors : } \pi_{i(p)} = \frac{y_{i(p)}^o - \varepsilon_p^o}{\mu_{i(p)}}.$$

En considérant que l'inflation au niveau national est influencée par l'inflation importée selon une sensibilité s , on a :

$$\pi_{i(p)} = \frac{y_{i(p)}^o - \varepsilon_p^o}{\mu_{i(p)}} + s(\pi - \pi_{i(p)}). \text{ Après réarrangement, on retrouve l'équation}$$

(2) du texte principal.

1.2. Valeurs d'équilibre du produit et de l'inflation au niveau national

En notant $\phi = N, NC, C$ les trois configurations de jeu susceptibles de se réaliser entre les gouvernements (équilibre non-coopératif, coordination par clubs économiques et coordination globale) on a :

$$\left\{ \begin{array}{l} y_p^\phi = {}^p A_{yp}^\phi \varepsilon_p^d + {}^p A_{ym}^\phi \varepsilon_m^d + \frac{\theta \alpha_1}{D^\phi} [(1-k)\varepsilon_p^o + (1+k)\varepsilon_m^o] \\ y_m^\phi = {}^m A_{ym}^\phi \varepsilon_m^d + {}^m A_{yp}^\phi \varepsilon_p^d + \frac{\theta \alpha_1}{D^\phi} [(1-k)\varepsilon_p^o + (1+k)\varepsilon_m^o] \\ \pi_p^\phi = {}^p A_{\pi p}^\phi \varepsilon_p^d + {}^p A_{\pi m}^\phi \varepsilon_m^d + {}^p B_{\pi p}^\phi \varepsilon_p^o + {}^p B_{\pi m}^\phi \varepsilon_m^o \\ \pi_m^\phi = {}^m A_{\pi m}^\phi \varepsilon_m^d + {}^m A_{\pi p}^\phi \varepsilon_p^d + {}^m B_{\pi m}^\phi \varepsilon_m^o + {}^m B_{\pi p}^\phi \varepsilon_p^o \end{array} \right.$$

avec :

$${}^p A_{yp}^\phi = \frac{\alpha_1(1-z)}{D^\phi} + \frac{\theta \alpha_1^2 k}{D^\phi D^\phi} + \frac{\alpha_1}{D^\phi}$$

$${}^p A_{ym}^\phi = \frac{\alpha_1(1-z)}{D^\phi} - \frac{\theta \alpha_1^2 k}{D^\phi D^\phi} - \frac{\alpha_1}{D^\phi}$$

$${}^m A_{ym}^\phi = \frac{\alpha_1(1-z)}{D^\phi} - \frac{\theta \alpha_1^2 k}{D^\phi D^\phi} + \frac{\alpha_1}{D^\phi} \qquad {}^m A_{yp}^\phi = \frac{\alpha_1(1-z)}{D^\phi} + \frac{\theta \alpha_1^2 k}{D^\phi D^\phi} - \frac{\alpha_1}{D^\phi}$$

$${}^p A_{\pi p}^\phi = \frac{\alpha_1 \eta (1-z)}{D^\phi} - \frac{\alpha_1 \eta k}{D^\phi} \left(1 - \frac{\theta \alpha_1}{D^\phi}\right) + \frac{1}{1+s} \left[\frac{\alpha_1 \eta k (1-z)}{D^\phi} + \frac{\alpha_1 \eta}{D^\phi} \left(1 - \frac{\theta \alpha_1 k^2}{D^\phi}\right) \right]$$

$${}^p A_{\pi m}^\phi = \frac{\alpha_1 \eta (1-z)}{D^\phi} + \frac{\alpha_1 \eta k}{D^\phi} \left(1 - \frac{\theta \alpha_1}{D^\phi}\right) + \frac{1}{1+s} \left[\frac{\alpha_1 \eta k (1-z)}{D^\phi} - \frac{\alpha_1 \eta}{D^\phi} \left(1 - \frac{\theta \alpha_1 k^2}{D^\phi}\right) \right]$$

$$\begin{aligned}
{}^p B_{\pi p}^\phi &= -\eta(1-k) \left(1 - \frac{\theta\alpha_1}{D^\phi}\right) + \frac{1}{1+s} \left[\eta k \left(1 - \frac{\theta\alpha_1}{D^\phi}\right) - \eta \left(1 - \frac{\theta\alpha_1 k^2}{D^\phi}\right) \right] \\
{}^p B_{\pi m}^\phi &= -\eta(1+k) \left(1 - \frac{\theta\alpha_1}{D^\phi}\right) + \frac{1}{1+s} \left[\eta k \left(1 - \frac{\theta\alpha_1}{D^\phi}\right) + \eta \left(1 - \frac{\theta\alpha_1 k^2}{D^\phi}\right) \right] \\
{}^m A_{\pi m}^\phi &= \frac{\alpha_1 \eta (1-z)}{D^\phi} + \frac{\alpha_1 \eta k}{D^\phi} \left(1 - \frac{\theta\alpha_1}{D^\phi}\right) - \frac{1}{1+s} \left[\frac{\alpha_1 \eta k (1-z)}{D^\phi} - \frac{\alpha_1 \eta}{D^\phi} \left(1 - \frac{\theta\alpha_1 k^2}{D^\phi}\right) \right] \\
{}^m A_{\pi p}^\phi &= \frac{\alpha_1 \eta (1-z)}{D^\phi} - \frac{\alpha_1 \eta k}{D^\phi} \left(1 - \frac{\theta\alpha_1}{D^\phi}\right) - \frac{1}{1+s} \left[\frac{\alpha_1 \eta k (1-z)}{D^\phi} + \frac{\alpha_1 \eta}{D^\phi} \left(1 - \frac{\theta\alpha_1 k^2}{D^\phi}\right) \right] \\
{}^m B_{\pi m}^\phi &= -\eta(1+k) \left(1 - \frac{\theta\alpha_1}{D^\phi}\right) - \frac{1}{1+s} \left[\eta k \left(1 - \frac{\theta\alpha_1}{D^\phi}\right) + \eta \left(1 - \frac{\theta\alpha_1 k^2}{D^\phi}\right) \right] \\
{}^m B_{\pi p}^\phi &= -\eta(1-k) \left(1 - \frac{\theta\alpha_1}{D^\phi}\right) - \frac{1}{1+s} \left[\eta k \left(1 - \frac{\theta\alpha_1}{D^\phi}\right) - \eta \left(1 - \frac{\theta\alpha_1 k^2}{D^\phi}\right) \right]
\end{aligned}$$

1.3. Calibrage numérique des paramètres du modèle

Les simulations numériques ont été réalisées en utilisant le logiciel Matlab. Afin de pouvoir analyser la qualité de la stabilisation macroéconomique, on a évalué les écarts entre les fonctions de perte obtenues dans les trois configurations de jeu réalisables entre les gouvernements (absence de coordination, coordination par clubs et coordination globale). Ces écarts relatifs ont été calculés en faisant varier simultanément deux paramètres du modèle, à savoir : les externalités budgétaires intra-clubs (b) et le degré d'hétérogénéité structurelle entre les clubs (k). Pour les autres paramètres du modèle, les valeurs choisies reflètent la moyenne des pays de la zone euro et s'appuient sur une vaste littérature économique.

En ce qui concerne la sensibilité de la demande aux dépenses publiques nationales, on considère un coefficient moyen de 0,5 ($a = 0,5$) (Beetsma et al. (2001), Menguy (2005)). La valeur des externalités budgétaires inter-clubs a été fixée à une valeur de -0,2 ($c = -0,2$), et ce pour une double raison. Premièrement, on a retenu une valeur négative pour ce coefficient afin de respecter la condition permettant à la coordination budgétaire par clubs économiques de garantir les meilleures performances relatives en termes de stabilisation macroéconomique au niveau collectif (meilleure neutralisation de l'impact des chocs de demande sur le produit et sur l'inflation d'un côté, et des chocs d'offre sur le produit, de l'autre). Deuxièmement, par souci de réalisme, on a considéré que

cette externalité ne peut pas excéder, en valeur absolue, la sensibilité nationale de la demande aux dépenses publiques nettes ($a > |c|$).

La sensibilité de la demande au taux d'intérêt est celle identifiée par Mojon et Peersman (2001) et par Van Els et al. (2001) et correspond à une valeur moyenne de 0,2 au niveau de la zone euro ($\delta = 0,2$).

En ce qui concerne la sensibilité de l'offre à l'évolution de l'inflation, la littérature empirique identifie des coefficients situés généralement autour des valeurs 3 et 4 (Engwerda et al. (2002), Rogers (2001)). Ainsi, on a retenu une valeur de 3 pour ce coefficient ($\mu = 3$). La sensibilité de l'inflation nationale à l'inflation étrangère est fixée à 0,2 ($s = 0,2$) telle qu'elle apparaît dans l'étude de Creel (2002).

Dans la fixation des préférences relatives de la Banque centrale, on a tenu compte du fait que dans la zone euro l'objectif primordial de la BCE concerne la stabilité des prix. Par conséquent, le poids de cet objectif ($\beta_0 = 0,7$) est largement supérieur par rapport à l'importance relative accordée respectivement à la stabilité de l'activité ($\beta_1 = 0,2$) et au lissage du taux d'intérêt ($\beta_2 = 0,1$). En ce qui concerne les gouvernements nationaux, ils privilégient légèrement la stabilité de l'activité ($\alpha_0 = 0,6$) par rapport à la stabilité des dépenses publiques ($\alpha_1 = 0,4$). Pour ce qui est des préférences sociales, on a considéré un équilibre parfait entre les objectifs de stabilité de l'activité et des prix ($\alpha_0^s = \alpha_1^s = 0,5$).

ANNEXES TECHNIQUES

1. Pertes nationales pour les pays de l'Union

On note $\phi = N, NC, C$ les trois configurations de jeu susceptibles de se réaliser entre les gouvernements (équilibre non-coopératif, coordination budgétaire par clubs économiques et coordination budgétaire globale). Les fonctions de perte pour les pays appartenant respectivement aux clubs p et m qui permettent la réalisation des simulations numériques s'écrivent :

$$E^\phi(L_p^S) = \left[\alpha_0^S \left({}^p A_{yp}^\phi \right)^2 + \alpha_1^S \left({}^p A_{\pi p}^\phi \right)^2 \right] \sigma_{\varepsilon_p^d}^2 + \left[\alpha_0^S \left({}^p A_{ym}^\phi \right)^2 + \alpha_1^S \left({}^p A_{\pi m}^\phi \right)^2 \right] \sigma_{\varepsilon_m^d}^2 + \left[\alpha_0^S \left(\frac{\theta \alpha_1 (1-k)}{D^\phi} \right)^2 + \alpha_1^S \left({}^p B_{\pi p}^\phi \right)^2 \right] \sigma_{\varepsilon_p^o}^2 + \left[\alpha_0^S \left(\frac{\theta \alpha_1 (1+k)}{D^\phi} \right)^2 + \alpha_1^S \left({}^p B_{\pi m}^\phi \right)^2 \right] \sigma_{\varepsilon_m^o}^2$$

$$E^\phi(L_m^S) = \left[\alpha_0^S \left({}^m A_{ym}^\phi \right)^2 + \alpha_1^S \left({}^m A_{\pi m}^\phi \right)^2 \right] \sigma_{\varepsilon_m^d}^2 + \left[\alpha_0^S \left({}^m A_{yp}^\phi \right)^2 + \alpha_1^S \left({}^m A_{\pi p}^\phi \right)^2 \right] \sigma_{\varepsilon_p^d}^2 + \left[\alpha_0^S \left(\frac{\theta \alpha_1 (1+k)}{D^\phi} \right)^2 + \alpha_1^S \left({}^m B_{\pi m}^\phi \right)^2 \right] \sigma_{\varepsilon_m^o}^2 + \left[\alpha_0^S \left(\frac{\theta \alpha_1 (1-k)}{D^\phi} \right)^2 + \alpha_1^S \left({}^m B_{\pi p}^\phi \right)^2 \right] \sigma_{\varepsilon_p^o}^2$$

où, pour les pays du club p :

$${}^p A_{yp}^\phi = \frac{\alpha_1(1-z)}{D^\phi} + \frac{\theta \alpha_1^2 k}{D^\phi D^\phi} + \frac{\alpha_1}{D^\phi} \qquad {}^p A_{ym}^\phi = \frac{\alpha_1(1-z)}{D^\phi} - \frac{\theta \alpha_1^2 k}{D^\phi D^\phi} - \frac{\alpha_1}{D^\phi}$$

$${}^p A_{\pi p}^\phi = \frac{\alpha_1 \eta (1-z)}{D^\phi} - \frac{\alpha_1 \eta k}{D^\phi} \left(1 - \frac{\theta \alpha_1}{D^\phi} \right) + \frac{1}{1+s} \left[\frac{\alpha_1 \eta k (1-z)}{D^\phi} + \frac{\alpha_1 \eta}{D^\phi} \left(1 - \frac{\theta \alpha_1 k^2}{D^\phi} \right) \right]$$

$${}^p A_{\pi m}^\phi = \frac{\alpha_1 \eta (1-z)}{D^\phi} + \frac{\alpha_1 \eta k}{D^\phi} \left(1 - \frac{\theta \alpha_1}{D^\phi} \right) + \frac{1}{1+s} \left[\frac{\alpha_1 \eta k (1-z)}{D^\phi} - \frac{\alpha_1 \eta}{D^\phi} \left(1 - \frac{\theta \alpha_1 k^2}{D^\phi} \right) \right]$$

$${}^p B_{\pi p}^\phi = -\eta(1-k) \left(1 - \frac{\theta \alpha_1}{D^\phi} \right) + \frac{1}{1+s} \left[\eta k \left(1 - \frac{\theta \alpha_1}{D^\phi} \right) - \eta \left(1 - \frac{\theta \alpha_1 k^2}{D^\phi} \right) \right]$$

$${}^p B_{\pi m}^\phi = -\eta(1+k) \left(1 - \frac{\theta \alpha_1}{D^\phi} \right) + \frac{1}{1+s} \left[\eta k \left(1 - \frac{\theta \alpha_1}{D^\phi} \right) + \eta \left(1 - \frac{\theta \alpha_1 k^2}{D^\phi} \right) \right]$$

- pour les pays du club m :

$${}^m A_{ym}^\phi = \frac{\alpha_1(1-z)}{D^\phi} - \frac{\theta \alpha_1^2 k}{D^\phi D^\phi} + \frac{\alpha_1}{D^\phi} \qquad {}^m A_{yp}^\phi = \frac{\alpha_1(1-z)}{D^\phi} + \frac{\theta \alpha_1^2 k}{D^\phi D^\phi} - \frac{\alpha_1}{D^\phi}$$

$${}^m A_{\pi m}^\phi = \frac{\alpha_1 \eta (1-z)}{D^\phi} + \frac{\alpha_1 \eta k}{D^\phi} \left(1 - \frac{\theta \alpha_1}{D^\phi} \right) - \frac{1}{1+s} \left[\frac{\alpha_1 \eta k (1-z)}{D^\phi} - \frac{\alpha_1 \eta}{D^\phi} \left(1 - \frac{\theta \alpha_1 k^2}{D^\phi} \right) \right]$$

$${}^m A_{\pi p}^\phi = \frac{\alpha_1 \eta (1-z)}{D^\phi} - \frac{\alpha_1 \eta k}{D^\phi} \left(1 - \frac{\theta \alpha_1}{D^\phi} \right) - \frac{1}{1+s} \left[\frac{\alpha_1 \eta k (1-z)}{D^\phi} + \frac{\alpha_1 \eta}{D^\phi} \left(1 - \frac{\theta \alpha_1 k^2}{D^\phi} \right) \right]$$

$${}^m B_{\pi m}^\phi = -\eta(1+k) \left(1 - \frac{\theta \alpha_1}{D^\phi} \right) - \frac{1}{1+s} \left[\eta k \left(1 - \frac{\theta \alpha_1}{D^\phi} \right) + \eta \left(1 - \frac{\theta \alpha_1 k^2}{D^\phi} \right) \right]$$

$${}^m B_{\pi p}^{\phi} = -\eta(1-k) \left(1 - \frac{\theta\alpha_1}{D^{\phi}} \right) - \frac{1}{1+s} \left[\eta k \left(1 - \frac{\theta\alpha_1}{D^{\phi}} \right) - \eta \left(1 - \frac{\theta\alpha_1 k^2}{D^{\phi}} \right) \right]$$

$$\begin{aligned} D^N &= \alpha_1 + a\alpha_0(a+b+2c)(1-z) & 'D^N &= \alpha_1 + a\alpha_0(a+b-2c) \\ D^{NC} &= \alpha_1 + \alpha_0(a+b)(a+b+2c)(1-z) & 'D^{NC} &= \alpha_1 + \alpha_0(a+b)(a+b-2c) \\ D^C &= \alpha_1 + \alpha_0(a+b+2c)^2(1-z) & 'D^C &= \alpha_1 + \alpha_0(a+b-2c)^2 \end{aligned}$$

2. Simulations numériques

A travers une double distinction selon la nature et l'origine des chocs économiques, l'analyse comparative de l'efficacité des trois configurations de jeu réalistes entre gouvernements est décrite dans les figures ci-dessous. Techniquement, dans le repère 0xyz, l'axe z correspond à la différence entre les valeurs des fonctions de perte obtenues dans les trois configurations de jeu et selon la nature des chocs économiques ($E^{\mathcal{G}}(L_{R(\sigma_R^{\phi})}^S) - E^{\omega}(L_{R(\sigma_R^{\phi})}^S)$) où $\mathcal{G}, \omega = N, NC, C$ représentent les trois équilibres envisageables entre les gouvernements (équilibre de Nash, coordination par clubs économiques, coordination globale); R – les deux clubs économiques p et m ; ϕ – les chocs de demande ou d'offre.

2.1. L'évolution des écarts relatifs entre les pertes collectives

Figure 1 : Chocs de demande spécifiques au club p – impact relatif sur la perte collective

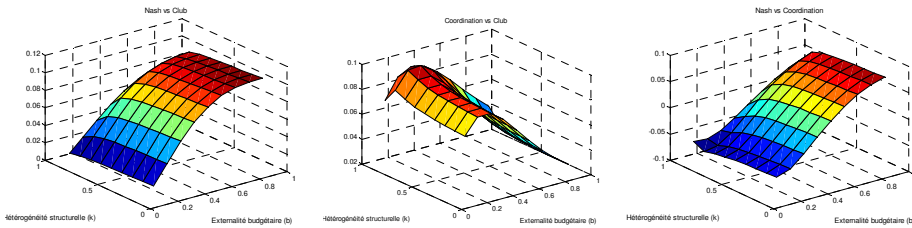
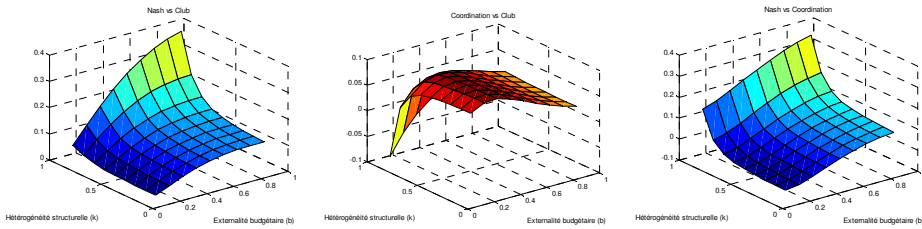
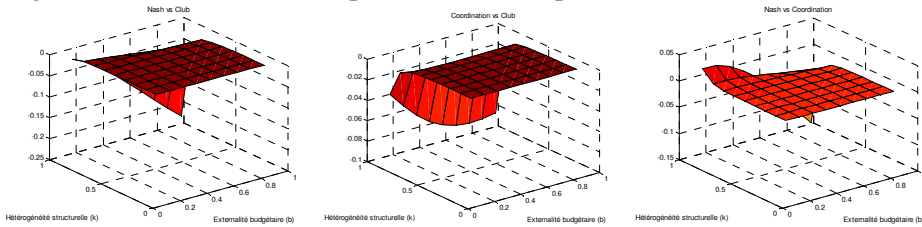


Figure 2 : Chocs de demande spécifiques au club m – impact relatif sur la perte collective



On observe qu’au niveau collectif la coordination budgétaire par clubs économiques permet une meilleure stabilisation des chocs de demande et ce quelle que soit leur origine ($E^{NC}(L_{\sigma_R}^S) < E^N(L_{\sigma_R}^S)$ et $E^{NC}(L_{\sigma_R}^S) < E^C(L_{\sigma_R}^S)$). La seule exception concerne le cas très particulier où $b < 4$ et $h = 0,9$ pour lequel la coordination globale arrive à mieux stabiliser les chocs de demande spécifiques au club m ($E^{NC}(L_{\sigma_m}^S) > E^C(L_{\sigma_m}^S)$).

Figure 3 : Chocs d’offre – impact relatif sur la perte collective



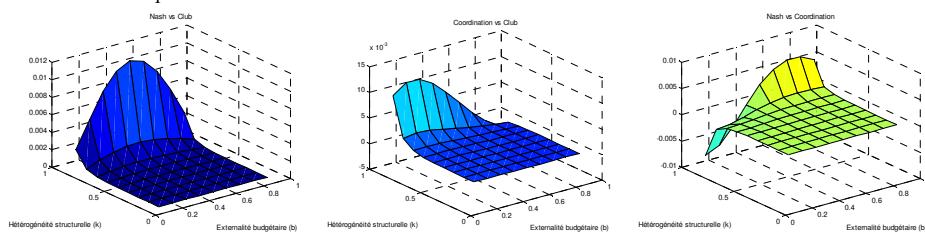
Au niveau collectif, la meilleure stabilisation des chocs d’offre est réalisée soit dans le cas d’un équilibre non-coopératif, si $b > 4$ ($E^N(L_{\sigma_R}^S) < E^{NC}(L_{\sigma_R}^S)$ et $E^N(L_{\sigma_R}^S) < E^C(L_{\sigma_R}^S)$) soit dans le cas d’une coordination budgétaire globale, si $b < 4$ ($E^C(L_{\sigma_R}^S) < E^N(L_{\sigma_R}^S)$ et $E^C(L_{\sigma_R}^S) < E^{NC}(L_{\sigma_R}^S)$).

On s’aperçoit que les écarts relatifs en faveur de l’équilibre de coordination par clubs dans le cas de la stabilisation des chocs de demande sont nettement plus importants que les différences relatives en défaveur de cette configuration de jeu pour la stabilisation des chocs d’offre. Autrement dit, l’avantage relatif d’une coordination budgétaire à géométrie variable pour stabiliser les

chocs de demande excède largement son désavantage relatif pour la stabilisation des chocs d'offre ce qui fait de cette configuration budgétaire une solution efficace pour améliorer le bien-être collectif de l'Union.

En même temps, la coordination par clubs peut optimiser la stabilisation collective même pour les chocs d'offre, à condition que l'objectif primordial de la société concerne la stabilité de l'activité économique (α_0^S très grand). Par exemple, pour $\alpha_0^S = 0,9$ et $\alpha_1^S = 0,1$, la coordination budgétaire partielle minimise la perte collective de l'Union ($E^{NC}(L_{\sigma_R^o}^S) < E^N(L_{\sigma_R^o}^S)$ et $E^{NC}(L_{\sigma_R^o}^S) < E^C(L_{\sigma_R^o}^S)$) si $b < 0,8$ (Figure 4).

Figure 4 : Chocs d'offre – impact relatif sur la perte collective ($\alpha_0^S = 0,9$ et $\alpha_1^S = 0,1$)



2.2. L'évolution des écarts relatifs entre les pertes nationales

Figure 5 : Chocs de demande spécifiques au club p – impact relatif sur le bien-être des pays de ce club

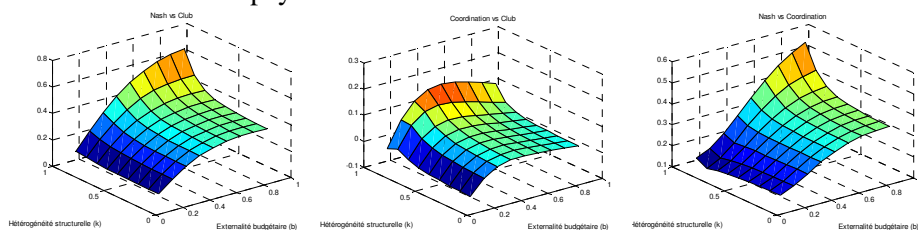
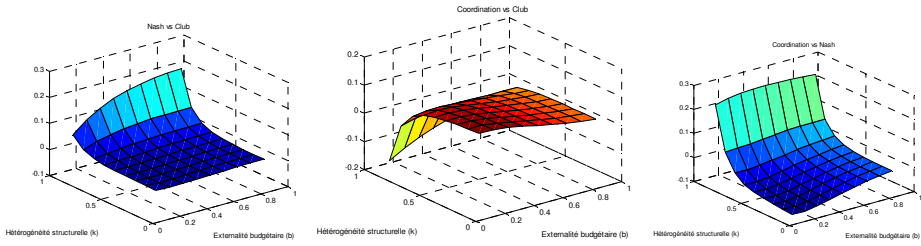


Figure 6 : Chocs de demande spécifiques au club p – impact relatif sur le bien-être des pays du club m



Dans le cas des chocs de demande spécifiques au club p , la coordination budgétaire partielle assure la meilleure stabilisation pour les pays de ce club à condition que $b > 0,2$ ($E^{NC}(L^S_{p(\sigma^d_p)}) < E^N(L^S_{p(\sigma^d_p)})$ et $E^{NC}(L^S_{p(\sigma^d_p)}) < E^C(L^S_{p(\sigma^d_p)})$). En revanche, les pays du club m préfèrent ce type de configuration de jeu ($E^{NC}(L^S_{m(\sigma^d_p)}) < E^N(L^S_{m(\sigma^d_p)})$ et $E^{NC}(L^S_{m(\sigma^d_p)}) < E^C(L^S_{m(\sigma^d_p)})$) si b et k sont relativement grands ($b > 0,3$ $k > 0,5$).

Figure 7 : Chocs de demande spécifiques au club m – impact relatif sur le bien-être des pays du club p

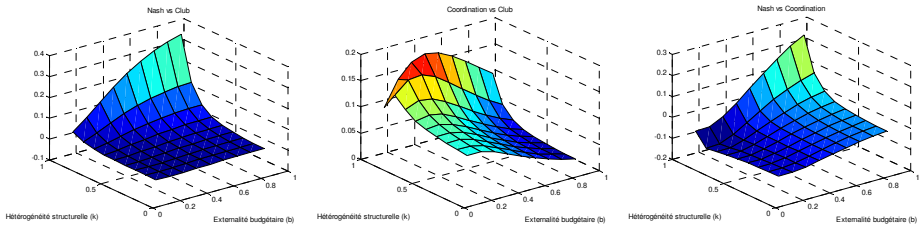
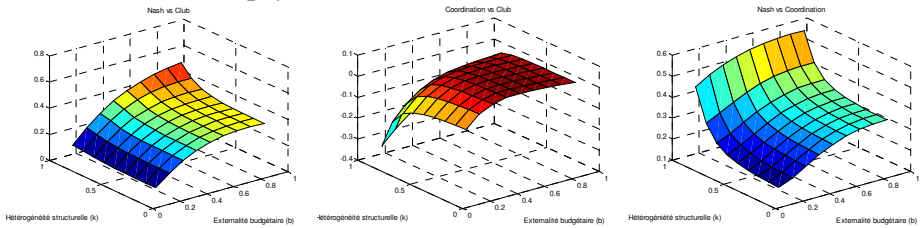


Figure 8 : Chocs de demande spécifiques au club m – impact relatif sur le bien-être des pays de ce club



Dans le cas des chocs de demande spécifiques aux club m , les mêmes mécanismes de stabilisation se mettent en place : la coordination par clubs as-

sure la meilleure stabilisation pour les pays de ce club si $b > 0,3$ et $k < 0,9$ ($E^{NC}(L^S_{m(\sigma_m^d)}) < E^N(L^S_{m(\sigma_m^d)})$ et $E^{NC}(L^S_{m(\sigma_m^d)}) < E^C(L^S_{m(\sigma_m^d)})$), tandis que pour leurs voisins du club p cet équilibre de jeu est efficace essentiellement si $b > 0,3$ et $k > 0,5$ ($E^{NC}(L^S_{p(\sigma_m^d)}) < E^N(L^S_{p(\sigma_m^d)})$ et $E^{NC}(L^S_{p(\sigma_m^d)}) < E^C(L^S_{p(\sigma_m^d)})$).

Figure 9 : Chocs d'offre spécifiques au club p – impact relatif sur le bien-être des pays de ce club

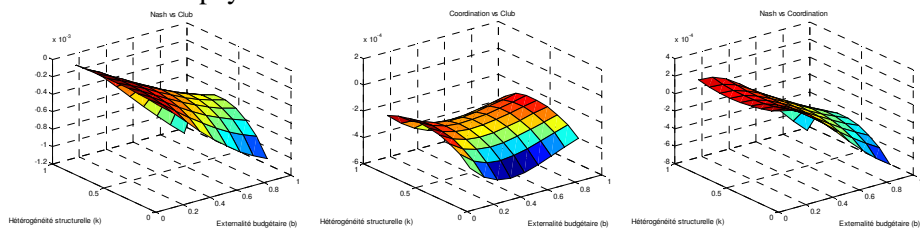
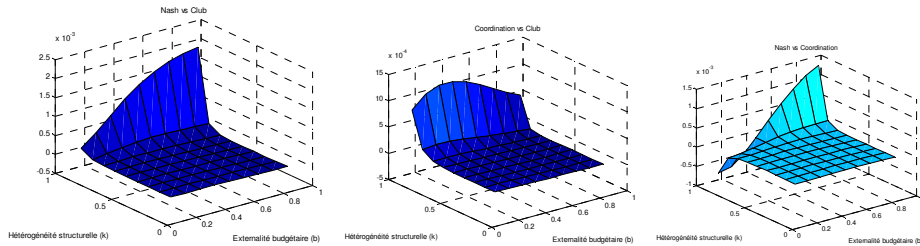


Figure 10 : Chocs d'offre spécifiques au club p – impact relatif sur le bien-être des pays du club m



Dans le cas de la stabilisation des chocs d'offre spécifiques au club p , l'absence de coordination ou la coordination globale arrivent à maximiser l'utilité des pays de ce club ($(E^{N,C}(L^S_{p(\sigma_p^o)}) < E^{C,N}(L^S_{p(\sigma_p^o)})$) et $E^{N,C}(L^S_{p(\sigma_p^o)}) < E^{NC}(L^S_{p(\sigma_p^o)})$) en fonction de l'évolution du paramètre b : absence de coordination pour $b > 0,4$ et coordination globale pour $b < 0,4$. Pour les pays du club m la meilleure neutralisation de ces chocs exigent une coordination budgétaire par clubs essentiellement si $k > 0,7$ ($E^{NC}(L^S_{m(\sigma_p^o)}) < E^N(L^S_{m(\sigma_p^o)})$ et $E^{NC}(L^S_{m(\sigma_p^o)}) < E^C(L^S_{m(\sigma_p^o)})$); pour $k < 0,7$, il n'y a pas de discrimination nette entre les trois configurations de jeu.

Figure 11 : Chocs d'offre spécifiques au club m – impact relatif sur le bien-être des pays du club p

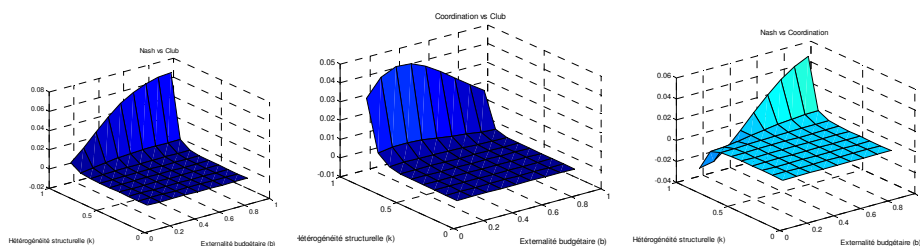
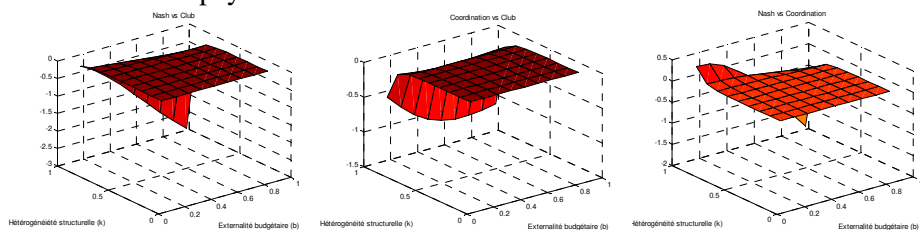


Figure 12 : Chocs d'offre spécifiques au club m – impact relatif sur le bien-être des pays de ce club



On retrouve les mêmes principes de stabilisation que dans le cas des chocs d'offre spécifiques au club p , l'équilibre non-coopératif (la coordination globale) permet d'optimiser la qualité de la stabilisation pour les pays de ce club ($(E^{N,C}(L^S_{m(\sigma_m^o)}) < E^{C,N}(L^S_{m(\sigma_m^o)})$ et $E^{N,C}(L^S_{m(\sigma_m^o)}) < E^{NC}(L^S_{m(\sigma_m^o)})$) pour $b > 0,4$ ($b < 0,4$), tandis que les pays du club p minimisent leurs fonctions de perte dans le cas d'une coordination budgétaire par clubs économiques ($E^{NC}(L^S_{p(\sigma_m^o)}) < E^N(L^S_{p(\sigma_m^o)})$ et $E^{NC}(L^S_{p(\sigma_m^o)}) < E^C(L^S_{p(\sigma_m^o)})$) notamment pour $k > 0,7$.