

Septembre 2007

Ferdy Adam (STATEC)

N° 104

cahier économique

Cahier de variantes Modux

SAVOIR POUR AGIR

statec

LUXEMBOURG

Table des matières

Cahier de variantes Modux.....	1
Préfaces.....	5
Brève histoire de la modélisation	5
État de la modélisation économique au Luxembourg	9
1. Introduction	11
1.1 Introduction générale	11
1.2 Introduction technique	12
2. Une description sommaire des principaux mécanismes de Modux	17
2.1 Détermination du PIB en volume	17
2.2 Demande de facteurs	17
2.3 Prix étrangers et prix domestiques	17
2.4 Offre de travail	17
2.5 PIB potentiel	18
2.6 Le secteur public	18
2.7 Les ménages	18
3. Hausse de la demande mondiale.....	19
3.1 Aspects méthodologiques	19
3.2 Le choc: hausse du PIB de la zone euro de 1%	20
3.3 Principales conclusion et réserves	27
4. Baisse des taux d'intérêt	28
4.1 Aspects méthodologiques	28
4.2 Le choc: baisse des taux d'intérêts de 0.5 point	29
4.3 Principales conclusions et réserves	32
5. Appréciation via les taux de change	33
5.1 Aspects méthodologiques	33
5.2 Le choc: appréciation via baisse des taux de change effectifs nominaux	34
5.3 Principales conclusions et réserves	35
6. Un choc économique favorable dans la Grande Région	37
6.1 Aspects méthodologiques	37
6.2 Le choc: baisse du chômage et hausse des revenus disponibles dans la Grande Région	38
6.3 Principales conclusions et réserves	41
7. Une hausse de la TVA sur la consommation finale des ménages.....	42
7.1 Aspects méthodologiques	42
7.2 Le choc: une hausse du taux de TVA (affectant la consommation finale des ménages résidents) de 1 point de PIB, pas de modification des taux d'intérêts nominaux	45
7.3 Principales conclusions et réserves	51
8. Une baisse des contributions sociales employeurs.....	52
8.1 Aspects méthodologiques	52
8.2 Le choc: une baisse des cotisations sociales employeurs de 1% du PIB	52
8.3 Principales conclusions et réserves	56

9. Modification de l'imposition directe des ménages.....	57
9.1 Aspects méthodologiques	57
9.2 Les résultats d'une baisse du taux d'imposition des ménages d'un point de PIB	58
9.3 Principales conclusions et réserves	59
10. Multiplicateurs des dépenses publiques	61
10.1 Aspects méthodologiques	61
10.2 Les résultats suite à différentes hausses des dépenses publiques	62
10.3 Conclusions et principales réserves	68
11. Hausse du coût salarial.....	69
11.1 Aspects méthodologiques	69
11.2 Les résultats d'une hausse du coût salarial de 2.5%	71
11.3 Principales conclusions et réserves	78
12. Conclusions générales et perspectives	79
Annexe 1: Références bibliographiques	83
Ouvrages consultés pour l'établissement de ce document	83
Bibliographie générale sur la modélisation macro-économétrique	84
Annexe 2: Les recettes et les dépenses publiques dans Modux	85
Annexe 3: Modux (variables et équations).....	90
Listing des équations de Modux	92
Annexe 4: Les fonctions d'importation	105
Annexe 5: Demande mondiale.....	108
1. Demande étrangère	108
2. Prix étrangers	109

Préfaces

Brève histoire de la modélisation

Tout comme les dinosaures, les modèles macro-économétriques ont bien failli disparaître. Leur histoire aurait pu être semblable: de taille de plus en plus grande, ils étaient fondamentalement inadaptés et devaient être remplacés par d'autres espèces, plus évoluées.

La construction d'un modèle macro-économétrique pour l'économie luxembourgeoise reflète bien que cette espèce d'objet économique n'a pas disparu. La méthode mise en œuvre suscite encore de l'intérêt, accroît la connaissance du réel, permet de répondre à différentes questions de l'élaboration de scénarii prospectifs (à court terme comme à moyen terme, que l'on appelle souvent "prévisions") jusqu'à l'évaluation a priori de mesures de politique fiscale ou encore la définition plus précise de concepts utiles à la compréhension de l'état de l'économie comme le taux de chômage d'équilibre ou le potentiel de croissance.

Ces questions ne sont pas l'apanage de la méthode macro-économétrique. D'autres approches ou d'autres outils donnent des résultats parfois complémentaires, parfois contradictoires. On peut examiner les différentes questions posées dans un cadre théorique plus strict, comme l'approche des *Real Business Cycles*, où les comportements d'optimisation d'agents économiques représentatifs, dont la rationalité passe par la maximisation d'une fonction d'utilité, doit fournir non pas une description réaliste de l'économie mais éclairer sur les conséquences de la politique économique dans un cadre extrême mais pertinent. L'objectif est ambitieux, il a occupé pendant quelques années de brillants chercheurs sans que les résultats soient nécessairement en rapport avec les efforts consentis.

De l'autre côté du spectre allant de la théorie vers l'empirisme, le développement de bases de données individuelles et des moyens informatiques et statistiques d'investigation de ces immenses quantités de données a promu une approche micro-statistique des comportements. L'agrégation des comportements individuels est toujours délicate, parfois impossible, parce que les interactions sont alors trop complexes et surtout trop importantes pour être négligées. Là aussi beaucoup d'énergies et de talents se sont investis. Parfois des résultats viennent couronner ces recherches. On a ainsi progressé sur le rendement de l'éducation, sur l'impact du SMIC sur le marché du travail. En pratique cependant, ces connaissances sont rarement strictement quantifiées et donnent plus des

règles floues (l'éducation a un rendement positif, le SMIC n'est pas toujours générateur de sous-emploi) que des recommandations strictes et quantifiées.

L'analyse économique n'échappe pas encore (et ne le pourra probablement jamais) à cette création destructrice permanente. La réduction des décisions communes à un schéma déterministe et alimenté par une approche inspirée du positivisme est un rêve (ou un cauchemar) inaccessible.

Les modèles macro-économétriques sont donc passés de mode lorsque que des méthodes nouvelles ou renouvelées paraissaient plus prometteuses. Ils sont redevenus importants lorsqu'à leur tour ces nouvelles approches ont touché leurs limites, ont révélé leurs insuffisances et leurs arbitraires. Revenons sur cette brève histoire de la modélisation, parce qu'elle nous éclaire sur ce qu'apportent aujourd'hui les modèles dans l'analyse économique.

Au début du XX^{ème} siècle, quelques pionniers (Marcel Lenoir, Henry Moore, Ragnar Frisch pour ne citer que les plus connus) se sont essayés à l'analyse statistique de données économiques dans le but de construire des représentations simplifiées de l'économie. La référence à la mécanique classique, à la thermodynamique et à la chimie est évidente. Déterminisme, lois fondamentales qu'il s'agit de découvrir, approche incrémentale vers un modèle unifié, général sont autant de souhaits.

Quelques décennies plus tard, le choix d'une représentation stochastique sort de l'impasse déterministe les prémisses de la modélisation. La variable aléatoire représente à la fois les erreurs de mesures, les approximations conceptuelles et l'irréductibilité de la réalité. Les ambitions initiales sont donc revues à la baisse (pas de mécanique économique) mais quelques résultats apparaissent. Dans les années 1930, la commission Cowles et la fondation de la revue *Econometrica* (dont le premier numéro est publié en 1933) témoignent de la vigueur de l'approche. Les bases de la modélisation économétrique sont alors lancées et les pionniers se nomment Wald, Koopmans, Marschak et sont rejoints par Tobin et Klein. Quelques grands noms de l'économie gravitent autour de ce noyau, d'autant que la fondation Cowles déménage de Colorado Springs à Chicago à la fin des années 1930. La méthode de la fondation Cowles est organisée autour de l'énoncé d'hypothèses (des équations stochastiques, générale-

ment linéaires au moins en ce qui concerne les paramètres) qui sont ensuite testées (en concurrence avec des hypothèses alternatives) en utilisant des données rétrospectives (qu'elles soient des séries temporelles ou de façon plus embryonnaire des données en panel). La spécification de causalités claires, le respect de contraintes comptables complètent le cadre pour aboutir à un modèle qui permet alors toutes sortes d'expérimentations ou de recommandations.

Cependant, c'est la crise de 1929 qui fournit l'impulsion décisive. La grande crise met à mal la théorie dominante, celle d'un marché autorégulateur, d'une main invisible qui assure l'équilibre et l'optimalité de cet équilibre. Elle frappe également les observateurs par l'impuissance des autorités ou des régulateurs à contredire les enchaînements catastrophiques qui plongent les économies dans la récession. C'est même l'absence d'outils et d'informations pour diagnostiquer ces enchaînements et calibrer des politiques adaptées qui choque. Les réponses apportées semblent gouvernées par de mauvaises intuitions ou par des dogmes rigides et éloignés du réel et accroissent le mal qu'elles prétendent combattre.

De ces constats d'impuissance ou d'impéritie naît la révolution keynésienne. Les méthodes économétriques trouvent alors une légitimité et une âme: connaître le réel, ne pas se laisser aveugler par la théorie et proposer des solutions quantifiées, s'inscrire dans une démarche où l'on peut apprendre de ses erreurs. Ainsi naît une méthode économique plus proche par son empirisme de la médecine que de la physique classique. La révolution keynésienne y fournit un sens: corriger l'économie, prévenir les grandes catastrophes, bref, aider le capitalisme à fonctionner, en réduisant ses nuisances (l'instabilité, le chômage, les inégalités) et en recherchant le plus grand bien être collectif.

L'âge d'or commence après la deuxième guerre mondiale. La reconstruction après les destructions de la guerre, la transition d'une économie de guerre (une allocation des ressources radicale, visant à maximiser la production de biens publics très particuliers: les moyens de destruction de l'adversaire) vers une économie de temps de paix nécessitent une planification. On y développe un système d'information sans égal avec celui d'avant la guerre. La comptabilité nationale et les modèles sont alors les enfants naturels de cet intense effort de reconversion et de reconstruction. Ensuite, lorsque la planification laisse la place à un fonctionnement plus décentralisé de l'économie, le contrôle complet laisse la place à la régulation. Les institutions de Bretton Woods

organisent la coordination des régulations nationales pour amorcer une régulation internationale et en particulier une régulation internationale financière.

Les modèles macro-économétriques sont alors au centre de la science économique. L'accumulation de données permet de "découvrir" de nouvelles régularités (par exemple la courbe de Phillips), la construction de modèles permet d'explorer différentes options causales. Et surtout les modèles servent de référence pour élaborer les politiques économiques. Le budget, la politique fiscale, la politique monétaire, les politiques de change, la politique salariale sont évaluées systématiquement à l'aide des modèles. Les différentes administrations se dotent de ces outils et montent des équipes pour les développer et les utiliser. Certaines universités deviennent leaders en matière de modélisation et prospèrent par l'utilisation de ces outils pour fournir des études de politique économique. Le parcours de Lawrence Klein illustre parfaitement cette effervescence, de Chicago (à la fondation Cowles) jusqu'au prix Nobel en 1980, en passant par l'université de Pennsylvanie et la création de *Wharton Econometric Forecast Associates*.

L'intérêt pour la modélisation macro-économétrique dépasse les cercles administratifs et les entreprises du secteur privé consomment alors des prévisions, d'autant qu'elles connaissent des déclinaisons sectorielles. Les modèles intègrent de plus en plus de dimensions: liens entre le secteur financier et l'économie réelle, décomposition sectorielle, relations commerciales au travers d'une modélisation parfois très fine des échanges de produits et de services. Les modèles grandissent, grossissent et deviennent des institutions à part entière, alimentés par leurs équipes, dirigés par leurs gourous. Les grandes institutions internationales produisent quelques uns de ces mastodontes: l'OCDE avec INTERLINK et le FMI avec MULTIMOD.

L'inflation des années 1970 sonne le glas de cet âge d'or. Les assauts de Milton Friedman (qui déjà était un farouche critique des premiers travaux de la commission Cowles), la théorie du chômage naturel (Phelps et Friedman), les anticipations rationnelles de T. Muth, la critique de Lucas conduisent à ressortir des archives la théorie classique selon laquelle le système économique fonctionne d'autant mieux qu'on ne le perturbe pas. Les nouvelles idées théoriques lui donnent une vigueur qu'elle avait perdue après la crise de 1929 et des succès de la régulation macroéconomique. L'incapacité des autorités économiques à remettre de l'ordre dans le dérapage des années 1970 fournit un argument massue. Les préconisations issues de l'utilisation des modèles

macro-économétriques deviennent confuses. La stagflation qui frappe les économies mondiales résiste aux relances ou aux plans de rigueur de la tradition keynésienne. A la fin des années 1970, les remèdes appliqués successivement paraissent responsables de l'accélération de l'inflation, du creusement des déficits et de la montée du chômage. Les économistes sont pointés du doigt, accusés d'imposture, ayant réussi à faire croire que l'on pouvait contrôler et réguler l'économie et n'ayant réussi qu'à engendrer une crise aussi grave et plus durable que celle dont ils prétendaient avoir compris les leçons. La modélisation macroéconomique était une de ces entreprises humaines victime de son arrogance, l'incapacité de l'économie politique.

Des innovations théoriques des années 1970 est né un programme de recherche qui ne laissait pas beaucoup de place à l'approche pragmatique des modèles économétriques. Les paramètres ne se devaient plus d'être simplement identifiables ou stables. Ils devaient être également immunes à la critique de Lucas et donc être «profondément» structurels. A une propension à consommer le revenu (moyenne ou marginale), il fallait préférer un taux de préférence pour le présent et une élasticité de substitution entre le travail et le loisir. En supposant un comportement rationnel, en stipulant précisément l'information disponible, en décrivant le processus de maximisation, en indiquant l'environnement et en particulier la profondeur et la complétude des marchés existants, on pouvait alors répondre à la question: est-ce que la baisse d'impôt sera intégralement, en partie ou pas de tout consommée. On obtient alors une prédiction opposée au résultat issu d'un modèle macro-économétrique. La prise en compte des anticipations et de la clairvoyance des agents modifie radicalement le fonctionnement du modèle. La réalité à approcher est la même, les mécanismes sont opposés, les recommandations sont inverses. Au-delà d'une simple contradiction, les conclusions (partielles) de la nouvelle école classique sont la négation du projet sous-jacent à la modélisation macroéconomique. Négation des prémisses comme des objectifs, des méthodes comme des résultats.

L'unification des approches, la construction d'un cadre formel enveloppant les différentes hypothèses étant impossible, rien ne permet de réconcilier ces approches qui s'opposent quant aux résultats. Au lieu d'accéder à l'idéal d'un scientisme positif où l'accumulation de données, de faits et de travaux permet de découvrir peu à peu une vérité immanente, on se retrouve plongé dans des débats philosophiques sur la perfection de l'équilibre économique et sur le degré de rationalité ou de "computabilité" des agents

économiques. Le coup porté par les théoriciens des années 1970 aura donc été rude et à défaut d'avoir fondé une approche concurrente permettant d'élaborer une meilleure politique économique, ils auront réussi à semer le doute quant à la validité d'instruments aux fondements théoriques discutables, aux résultats économétriques confus et incertains et aux préconisations entachées d'échecs patents.

Si le coup n'a pas été fatal aux modèles, c'est qu'une fois plongées dans le réel, les hypothèses de la nouvelle école classique n'ont pas fait mieux. La victoire contre l'inflation dans les années 1980 aurait pu être une éclatante confirmation de la primauté absolue des anticipations dans la description de l'économie, mais l'arsenal de remèdes anti-inflationnistes (s'apparentant plus à un tapis de bombes qu'à des frappes chirurgicales, provoquant de nombreux dommages collatéraux comme un taux de chômage durablement élevé dans tous les pays développés) a été tellement large que la simplicité de la théorie ne peut y apporter qu'un bout d'explication.

Quant à cette vieille idée selon laquelle moins on perturbe, plus grand est le bien-être, les crises profondes des années 1980, 1990 et 2000 ont montré à quel point elle tient plus de la bravade que de la raison. Le challenge théorique des années 1970 a été quant à lui en partie au moins relevé. A la spécification précise du contexte informationnel et de son utilisation pour anticiper le futur, a été opposé l'asymétrie d'information, qui remplace le calcul rationnel par un jeu entre agents dont l'issue n'est pas si simple. A des marchés parfaits des contraintes de liquidités, à des agents qui optimisent leur utilité des agents dont les motivations ne sont pas axiomatiques mais peuvent découler de l'observation (voir *The Missing Motivation in Macroeconomics* de Georges Akerlof).

Ces éléments théoriques ne restaurent pas l'hégémonie de la macroéconomie structurelle d'après guerre. Ils fournissent cependant suffisamment d'arguments pour accorder du crédit à l'approche empirique et appliquée de la modélisation. Celle-ci n'a d'ailleurs pas manqué d'évoluer. Le cadre d'analyse de la modélisation n'est pas figé à la définition donnée par la commission Cowles ou au modèle ISLM. On peut construire un modèle dont la fonction de consommation donne la part belle à la richesse plutôt qu'au revenu. Les propriétés en sont largement modifiées, mais il reste un modèle. Ainsi, les modèles macro-économétriques ont évolué. Ils sont devenus plus petits, plus souples. Ils reposent sur des mathématiques plus complexes quant il s'agit de simuler les anticipations rationnelles, ils intègrent des

choix théoriques explicites et non estimables sur des données quant à leurs propriétés de long terme. D'un modèle d'équilibre général calculable à générations imbriquées à une maquette de court terme de l'économie mondiale, le spectre est large. Il n'y a plus, à supposer qu'il n'y en ait jamais eu, de modèle canonique, ultime ou central de l'économie. Il y a en revanche une multitude de représentations concurrentes, dont les fondements méthodologiques sont hétérogènes mais qui partagent une obsession: confronter à la réalité une représentation abstraite et réduite de l'économie. C'est cette exigence d'appréhender la réalité qui définit au mieux l'exercice de modélisation. Dans cette confrontation, la modélisation structurelle a retrouvé la légitimité que la crise théorique et économique des années 1970 lui avait fait perdre. Elle a retrouvé une crédibilité face à des approches qui prenaient trop de liberté avec cet impératif de rigueur et qui préconisaient des orientations marquées sans justification autre qu'une intuition théorique.

L'exercice mené au STATEC s'inscrit dans cette lignée. Le travail qui a été réalisé doit être jugé à partir de la modestie que ses auteurs affichent. C'est une exploitation patiente, raisonnée et appliquée des informations disponibles. Ce qui pouvait être essayé et testé au regard des données l'a été. Ce qui reste dans la modélisation est ce qui a passé les cribles de la logique, de la vraisemblance et de l'adéquation aux séries de l'économie luxembourgeoise. C'est assez aujourd'hui pour commencer à répondre à des questions de politique économique. C'est suffisant pour analyser avec finesse la conjoncture économique et les relations entre le Luxembourg et son environnement. Tel qu'il est présenté, ce travail n'est qu'une étape vers une description plus fine. Le modèle changera au cours des années qui viennent. Il intégrera d'autres vues, confronté à de nouvelles expériences, à de nouvelles questions et à de nouvelles données statistiques.

Modux, le modèle présenté par le STATEC, cherche à décrire les spécificités de l'économie luxembourgeoise. Elles sont assez faciles à définir de façon grossière: c'est une petite économie, insérée dans une zone monétaire, spécialisée dans le secteur bancaire et financier. Dans l'élaboration de Modux, il a été recherché d'être au plus près de ce qui est standard dans la modélisation actuelle, afin que le cadre conceptuel profite au mieux de ce que l'on considère aujourd'hui comme pertinent. Il a été également

recherché un typage de la modélisation pour donner toute sa place à une description de ce que l'économie luxembourgeoise a de particulier. Quel est dans une petite économie le sens d'un chômage d'équilibre? Quel est le sens d'un potentiel de croissance? En quoi la spécialisation bancaire et financière modifie-t-elle les causalités ou le poids des influences? Chacune de ces questions est assez simple au premier abord. Leur intégration dans un modèle, de façon cohérente dans le cadre choisi, leur confrontation à un jeu de séries temporelles qu'il faut sélectionner est une tâche autrement plus difficile.

La méthode de modélisation a largement évolué depuis les années 1930. Les modèles également, et il faut bien comprendre que les modèles ne sont pas des objets autonomes. Ce ne sont pas des créatures qui échappent à leur concepteur et qui peuvent délivrer des réponses à chaque question simplement. Etre face à un écran, utiliser un programme à l'interface soignée ne permettra jamais d'obtenir par quelques entrées sur un clavier une prévision ou l'évaluation des conséquences d'une baisse des taux d'intérêt. C'est un abus habituel de confondre le modèle avec l'équipe qui non seulement l'a construit, mais également le fait fonctionner, sait le modifier et sait l'interpréter. A chaque question posée, que ce soit une prévision, une évaluation de politique économique, une analyse du passé, on doit se demander si la modélisation déjà construite est adéquate. Invariablement, la modélisation est inadéquate et il faut soit la faire évoluer, soit intégrer dans l'analyse ses faiblesses. Faire entrer la question dans le modèle (ce que l'on appelle faire du "hors modèle") est un exercice qui mobilise beaucoup d'intelligence. Ecarter dans les réponses spontanées qu'offre le modèle, même stimulé avec finesse, ce qui est hors de propos est d'usage courant. La part d'interprétation est grande et le jugement des modélisateurs l'emporte souvent sur un résultat trop brutal pour être vraisemblable. Ceci ne doit pas choquer, car c'est le modélisateur plus que le modèle qui incorpore le travail de modélisation. Le modèle comporte tout ce que l'on a su ou que l'on a pu écrire et formaliser. Le modélisateur sait tout le reste, le non dit et les nuances. Le travail conduit au STATEC n'échappe pas à cette règle et Ferdyn Adam ne voit plus l'économie luxembourgeoise aujourd'hui comme il y a quelques années. C'est ça qui est important et c'est ça la richesse en matière de modélisation du STATEC. Y avoir contribué est source de fierté.

Xavier Timbeau,
Directeur du département analyse et prévision,
OFCE

État de la modélisation économique au Luxembourg

1. Modéliser une petite économie très ouverte et volatile

Fidèle à son engagement de transparence, le STATEC publie les modèles économétriques qui servent à la prévision ou à l'analyse économique. Le présent cahier livre des éléments additionnels concernant le modèle actuel Modux, en particulier des simulations qui illustrent l'utilité du modèle pour la prévision conjoncturelle à court et moyen terme, mais également pour l'examen de certaines questions de politique économique.

En effet, le modèle Modux a déjà trouvé de nombreuses applications: dans la politique budgétaire, la politique de l'emploi ou la stratégie de Lisbonne. Cependant, tout modèle n'est qu'une représentation stylisée d'une réalité complexe. Il a donc des limites dont il faut être conscient. Les modèles macro-économétriques traditionnels, comme Modux, n'échappent pas à la fameuse "critique de Lucas" qui voudrait que les paramètres estimés sur base de coefficients issus de formes réduites soient instables et dépendent des changements de politique économique. De plus, il est difficile de forger autant d'instruments efficaces et politiquement défendables pour atteindre les multiples objectifs fixés par les décideurs.

La modélisation est rendue difficile dans notre pays parce qu'il n'y a que peu de littérature sur les petites économies ouvertes dont l'évolution semble surdéterminée par la demande extérieure, par la compétitivité-prix et surtout non-prix comme l'attractivité (socio-fiscale) du territoire et la qualité de sa gouvernance. Ensuite, le modélisateur doit affronter un problème récurrent de données: des séries de bonne qualité sont encore récentes et trop courtes, victimes des révisions réglementaires des comptes nationaux. Enfin, les séries sont encore trop peu explorées, leurs propriétés statistiques mal connues. Le STATEC était, encore récemment, la seule organisation à faire de la prévision conjoncturelle basée sur un modèle économétrique.

2. Modux

Après plusieurs tentatives infructueuses dans les années soixante-dix, le STATEC a développé le premier modèle macro-économétrique luxembourgeois, appelé mod-L (ALS, 1990). Ce modèle marque le démarrage tardif de l'analyse macro-économique quantitative,

ouvrant la voie à la création d'une expertise spécifique dans le domaine de la modélisation appliquée. Le modèle mod-L, mis au point par SEO/Université d'Amsterdam a cédé la place à une nouvelle version baptisée Modux, née au cours des années '90.

Un modèle est toujours tributaire, souvent implicitement, d'une représentation théorique du fonctionnement d'une économie. Le conjoncturiste est par nature éclectique et instrumentaliste et prêt à se servir de toutes les sources doctrinales dans l'espoir d'arriver à prévoir correctement les grandeurs qui l'intéressent. Signalons qu'il existe un modèle trimestriel de la BCL mais qui n'est pas publié.

3. Les développements actuels

Le modèle annuel, rythmé par la production de comptes nationaux annuels, a encore de beaux jours devant lui et peut servir outre pour la prévision ou l'analyse partielle, de banc d'expérimentation pour l'introduction, d'une part, de certaines spécifications encore frustes, contraintes par la qualité ou la longueur des séries, et d'autre part, de grandeurs classées exogènes ou dont l'impact n'est pas pris en compte de manière satisfaisante. Il en va ainsi du secteur financier, dont l'importance est considérable (près de 30% de la valeur ajoutée) ou de l'évolution du marché du travail dans la Grande Région (fournissant plus d'un tiers de la main d'œuvre).

Depuis que le STATEC produit, en conformité avec la réglementation communautaire, des comptes trimestriels, il va progressivement – dans la mesure où les séries s'allongent et se solidifient – basculer vers un modèle macro-économétrique *trimestriel*.

Une première étape, pragmatique, sur la voie de la trimestrialisation, consiste à utiliser les indicateurs trimestriels pour faire de la prévision à très court terme (1-2 trimestres), grâce à un "*modèle d'indicateurs précurseurs*" dont un prototype est en train d'être mis au point par l'OFCE pour le STATEC.

4. De nouveaux outils en gestation

Ce n'est que très récemment qu'une matrice input-output détaillée a été établie pour le Luxembourg. Les données pour les versions antérieures, au cours des années '80, avaient été assemblées "à la pioche". Les avancées de la comptabilité nationale permettent depuis lors d'envisager la création d'un modèle du

type *équilibre général calculable* (CGEM – *computable general equilibrium model*). La matrice emploi-ressources ("social accounting matrix") est au cœur du CGEM en train d'être développé pour le Luxembourg dans le cadre d'un projet de recherche avec l'ULB. Ce modèle, qui est progressivement élargi à d'autres domaines tels que l'emploi et l'énergie, est réalisé en partenariat avec l'IGSS, le Ministère de l'Environnement et le Ministère de l'Economie et du Commerce Extérieur. Ce type de modèle, qui fonde la spécification des équations sur une application plus rigoureuse de la théorie micro-économique et qui permet l'intervention de multiples acteurs institutionnels, est une technique plus adaptée à la simulation de scénarii de politique sociale et environnementale.

Dans la même lignée, il faut citer le projet de construction d'un modèle DSGE ("dynamic stochastic general equilibrium model") à l'initiative de l'Observatoire de la Compétitivité (Ministère de l'Economie et du Commerce Extérieur). Ce dernier modèle, qui est robuste vis-à-vis de la critique de Lucas, devrait permettre d'évaluer les mesures politiques mises en œuvre dans le cadre de la Stratégie de Lisbonne.

Outre les considérations théoriques, il est souvent utile de s'appuyer également sur des modèles économétriques partiels au niveau individuel et au niveau des branches pour explorer des questions

importantes comme par exemple le lien entre productivité totale, TIC et R&D. Les analyses sur données transversales vont devoir être complétées par des analyses économétriques en panel. L'une et l'autre sont encore méconnues et peu appliquées au Luxembourg.

5. L'avenir de la modélisation au Luxembourg

De nombreux chantiers ont été ouverts, souvent à titre exploratoire. Il importe d'évaluer les potentialités des différents outils et d'investir dans leur développement et leur entretien. La modélisation requiert des démarches d'exploration théorique, d'opérationnalisation, d'estimation et de calibration permanentes.

Il faudra donc consentir au recrutement d'une équipe de statisticiens et d'économètres, établir des bases de données appropriées, investir dans la formation, informer les utilisateurs potentiels dans les administrations et les départements ministériels et faire en sorte que les informations circulent au sein de la petite communauté de chercheurs luxembourgeois concernés.

N'oublions pas que les exigences de la modélisation engendrent un "déchet" intéressant pour les statisticiens: elles détectent les incohérences logiques des données et en stimulent l'amélioration de la qualité.

Dr Serge ALLEGREZZA
Directeur du STATEC

Als Georges: Statistique et études économiques au Luxembourg, Histoire et problèmes, Cahiers économiques du STATEC n° 80, Luxembourg, 1990.

Fève P., Mathéron J., Avoui-Douvi S.: Les modèles DSGE et leur intérêt pour les banques centrales, Bulletin de la Banque de France No 162, mai 2007.

Don H.: How econometric models help policy makers. Theory and practice, CPB Discussion Paper No. 27, février 2004.

Dreger Ch., Artis M., Moreno R., Ramos R. Surinach J.: Study on the feasibility of a tool to measure the macro-economic impact of structural reforms, European Economy, Economic Papers No 272, janvier 2007.

Carnot N., Tissot B.: La prévision économique, Economica, 2002.

1. Introduction

1.1 Introduction générale

Cette publication a la vocation de s'inscrire à la fois dans un contexte très large, qui est celui des *études macro-économiques* relatives à l'économie luxembourgeoise, mais également dans un domaine très circonscrit, à savoir celui de la *modélisation macro-économétrique*.

Si les études macro-économiques générales relatives à l'économie luxembourgeoise ne font, en 2006, plus exception – cf. encart – une approche par les modèles macro-économétriques reste rare au Luxembourg¹. On peut citer les travaux effectués à la CREA² (Cellule de recherche en économie appliquée auprès de l'Université de Luxembourg), les publications du STATEC³ ou celles de la BCL (Guarda 2006).

Le présent cahier constitue la deuxième étape dans le processus de publication des travaux relatifs à **Modux**, le modèle macro-économétrique du STATEC. Le premier document (Adam 2004⁴) s'attachait à mettre en avant les spécificités économiques relatives à l'économie luxembourgeoise dont on doit tenir compte lors de la construction d'un modèle macro-économétrique mais il constituait en même temps la première (et à ce jour la seule) description détaillée de Modux.

Ce document-ci comporte de nombreuses simulations effectuées avec Modux⁵. Les simulations de chocs ou de scénarii remplacent en quelque sorte les formes réduites des modèles macro-économétriques. On appelle forme réduite d'un modèle macro-économétrique une forme sous laquelle chaque variable endogène (cf. encart page 15) se voit placée sur le côté gauche d'une seule équation, avec toutes les variables exogènes sur le côté droit. Les formes réduites permettent en principe de dériver les *multiplicateurs*⁶, mais, pour les modèles comportant un nombre élevé d'équations, les formes réduites sont trop compliquées à dériver.

Études macro-économiques relatives au Luxembourg: ressources Internet

STATEC (Service central de la statistique et des études économiques): <http://www.statistiques.public.lu/fr/publications/conjoncture/index.html>

BCL (Banque centrale du Luxembourg): http://www.bcl.lu/fr/publications/cahiers_etudes/index.html

CEPS/Instead (Centre d'études de population, de pauvreté et de politiques socio-économiques): <http://www.ceps.lu/ceps/publication.cfm>

CREA (Cellule de recherche en économie appliquée / Université de Luxembourg): http://fdef.uni.lu/index.php/fdef/economie/cellule_de_recherche_en_economie_appliquee/publications

LIS (Luxembourg income study): <http://www.lisproject.org/publications.htm>

¹ A titre de comparaison, sur le site du Bureau du Plan des Pays-Bas (cpb.nl) on peut trouver des références à 25 modèles économiques, qui ne sont pas tous des modèles économétriques estimés, comme Modux. Au Luxembourg, la BCL utilise un modèle macro-économétrique trimestriel (cf. Guarda 2006) tandis que l'IGSS (Inspection générale de la Sécurité sociale) est en train de faire construire un modèle d'équilibre général calculable. Le STATEC dispose de son modèle macro-économétrique annuel "Modux" (description sommaire au chapitre 2) et fait également construire un modèle d'équilibre général.

² www.cu.lu/crea/.

³ Bingen, van Leeuwen et Velthuijsen (1991), Adam (2004).

⁴ Cf. http://www.STATEC.lu/html_fr/statistiques/Modux.pdf et http://www.ecomod.net/conferences/ecomod2004/ecomod2004_papers/800.pdf.

⁵ Modux a évolué par rapport à la version décrite en 2004 mais sa structure et les principales équations sont restées globalement inchangées.

⁶ On appelle multiplicateur, le coefficient par lequel une variable endogène doit être multipliée, suite au changement d'une autre variable, endogène ou exogène.

Remerciements

A cet endroit, l'auteur de cette publication tient à remercier ses deux Directeurs (MM. Weides et Allegrezza) qui ont, à chaque instant donné leur appui à la poursuite du projet "Modux". Les remerciements vont également à MM. Heyer et Timbeau de l'OFCE, pour le savoir-faire qu'ils ont bien voulu partager avec l'auteur, ainsi que l'amabilité et la patience dont ils ont fait preuve tout au long de la très fructueuse collaboration. Merci également aux nombreux collaborateurs du STATEC, pour la mise à disposition de toutes les séries statistiques et les conseils précieux (à cet égard, M. Origer, chef de la Division Comptes nationaux, se doit d'être mentionné particulièrement). Un grand merci également à M. Paolo Guarda de la BCL pour ses nombreuses interventions lors des présentations publiques des projets relatifs à Modux ainsi que pour la lecture approfondie du manuscrit de cette publication.

La structure du cahier est la suivante:

A la suite de cette introduction générale, le lecteur trouvera une introduction plus technique et plus spécifique aux cahiers de variantes. Le chapitre 2 expose, de façon synoptique et non formalisée, les principaux rouages économiques de Modux. Par ailleurs, à l'intérieur des chapitres décrivant les différents chocs, certaines équations importantes sont reprises et expliquées plus en détail. Ainsi, le chapitre 11 s'attarde sur la boucle prix-salaires tandis que les finances publiques sont décrites à l'annexe 2.

Les chapitres 3 à 11 reprennent les résultats des différentes simulations. Ces dernières ont trait à

- l'environnement mondial (demande, taux d'intérêt, taux de change);
- la fiscalité (TVA, cotisations sociales, impôts directs);
- les multiplicateurs des dépenses publiques (consommation, investissement, emploi);
- la boucle prix-salaires.

Les principales conclusions qu'on peut tirer de ces simulations ainsi que les développements futurs potentiels sont exposés à partir de la page 79.

Les annexes sont complétées par un listing intégral des équations de Modux (ainsi que des codes des variables ainsi que des explications y relatives) et une bibliographie circonstanciée. Ce chapitre quant à lui se termine par un exposé introductif plus technique.

1.2 Introduction technique

Qu'est-ce qu'un cahier de variantes? Chocs et scénarii.

D'après Chauvin, Heyer et Timbeau (1999, p. 193), un cahier de variantes met en évidence "les propriétés variantielles⁷ d'un modèle" et révèle des "indications quantitatives sur la transmission des chocs dans l'économie". Ces informations devraient "faciliter la tâche des utilisateurs potentiels des modèles": les simulations devraient fournir "des ordres de grandeur utiles pour l'analyse de la conjoncture et des politiques économiques". Finalement, la publication d'un cahier de variantes répond également à un souci de transparence, dans la mesure où la description d'un modèle à travers ses équations ne suffit généralement pas à en saisir les propriétés, ceci moins encore dans le chef des non-spécialistes.

⁷ Par propriétés variantielles, il y a lieu d'entendre le comportement des variables suite aux chocs induits: la rapidité de la réaction, la diffusion des impulsions entre les différentes variables, les réactions des volumes aux signaux de prix, etc...

Variables endogènes et exogènes.

On appelle variable exogène toute variable qui n'est pas déterminée par d'autres variables figurant dans le modèle. Il s'agit typiquement des variables relatives à l'environnement international (demande étrangère, taux d'intérêt, prix pétroliers) ou des variables de décision du secteur public (formation brute de capital fixe, emploi). A contrario, les variables endogènes sont celles dont l'évolution est déterminée par le modèle, à l'aide d'équations. Ces équations, si elles sont des identités comptables, déterminent la trajectoire des variables "de définition". S'il s'agit d'équations estimées (c.-à-d. si les coefficients sont déterminés par des procédures économétriques) on parle de variables comportementales.

Généralement, on distingue les chocs et les scénarii (cf. CPB 2003, p. 67). Les chocs se caractérisent par le fait qu'une seule variable est modifiée (par l'opérateur, sachant que de nombreuses autres variables en éprouvent les conséquences) tandis que pour les scénarii, un nombre plus élevé de variables est modifié, souvent des variables exogènes, en attendant les réactions sur l'ensemble des variables endogènes du modèle.

A titre d'exemple, un choc serait constitué par une modification de la consommation publique tandis qu'un scénario pourrait correspondre à une hausse des prix pétroliers. En effet, la hausse des prix pétroliers arrive rarement seule: elle entraîne une hausse générale des prix (étrangers) et une baisse de la demande mondiale. Idéalement, pour simuler l'impact d'un tel scénario, il faudrait disposer d'un modèle macro-économétrique multi-national.

Le développement de scénarii, plutôt que de chocs sur des variables isolées, répond surtout à un besoin de réalisme. D'autre part, pour la compréhension des mécanismes économiques inhérents aux modèles, il est souvent utile de connaître l'impact de modifications de variables isolées. C'est l'optique préconisée pour l'établissement de ce cahier de variantes. Mais à un stade plus avancé, où l'utilisation du modèle se fait au quotidien, il est important de pouvoir développer des variantes utiles (c'est-à-dire des scénarii), pouvant servir réellement le conseiller ou le décideur politique.

A quoi sert un cahier de variantes?

Trois utilisations potentielles d'un cahier de variantes sont à relever:

- une fonction analytique;
- une fonction de guidance dans l'analyse conjoncturelle;
- une fonction de guidance dans la prise de décision politique.

La fonction analytique se réfère à la compréhension des mécanismes (économiques) inhérents au modèle. Sachant qu'un modèle macro-économétrique, même petit, peut comprendre plusieurs centaines de variables⁸, il est vite libellé "boîte noire". Afin d'éviter cette détraction injustifiée, il est utile de représenter les propriétés essentielles des modèles.

La fonction analytique a également trait aux propriétés théoriques du modèle, dans son ensemble. A ce stade il semble utile de renvoyer à un autre "avantage" des modèles qui consiste en leur simultanéité et interdépendance entre les différentes variables y figurant. Un modèle macro-économétrique peut illustrer l'ensemble des mécanismes d'une économie (pourvu qu'ils y figurent explicitement). Ainsi, même si toutes les équations, prises de façon isolée, peuvent répondre aux contraintes théoriques, les résultats des simulations peuvent révéler des incohérences ou des dynamiques instables. Ces incohérences peuvent par exemple être dues à des paramètres qui

⁸ Lorsqu'un modèle est petit, c.-à-d. qu'il comporte par exemple moins de 10 équations, il est en principe possible de dériver la forme réduite. Cette dernière correspond à la ré-écriture des équations du modèle de façon à disposer, sur le côté gauche, de toutes les variables endogènes et sur le côté droit, de toutes les exogènes (cf. Pindyck et Rubinfeld, 1998, p. 341). La forme réduite permet une lecture aisée des propriétés du modèle car elle révèle directement les multiplicateurs, c.-à-d. les réactions quantifiées des variables endogènes face aux exogènes.

Ce que Modux est (et ce qu'il n'est pas...)

Modux n'est pas une description précise de tous les mécanismes économiques pouvant avoir lieu dans un système comme l'économie luxembourgeoise. Trop nombreux sont les obstacles pour arriver à cette fin:

- la complexité inhérente des interdépendances économiques et sociales;
- l'impossibilité de tout mesurer et de tout quantifier;
- les erreurs de mesure sur les phénomènes qui sont recensés;
- la nécessité de faire un choix sur les parties du système économique modélisées, c.-à-d. mises en équations, afin de pouvoir suivre et comprendre les interdépendances (contrainte de simplicité relative).

Ainsi, Modux est un modèle macro-économétrique de taille moyenne, comportant environ 500 variables dont une cinquantaine fait l'objet d'une spécification économétrique (celles qu'on appelle variables comportementales).

La première fonction de Modux est de donner une aide à la prévision, c.-à-d. d'ajuster les principales variables macro-économiques sur l'environnement mondial et entre elles. Le terme "ajuster" est à interpréter dans un sens de "rendre cohérent". Les équations comptables (ex.: $\text{PIB} = \text{consommation} + \text{investissement} + \text{exportations} - \text{importations}$) et les équations comportementales (ex.: si les prix intérieurs augmentent, la compétitivité se dégrade et les exportations diminuent) sont les outils essentiels de cet exercice d'ajustement.

sont statistiquement significatifs, entrent dans les fourchettes habituelles mais en fin de compte sont peut être inappropriés⁹.

En dernier lieu, la fonction analytique se doit d'être comparative: il importe de comparer les résultats des simulations du modèle d'un certain pays avec ceux des autres modèles se rapportant à ce pays, respectivement avec ceux pour des modèles d'autres pays. Des déviations substantielles doivent alors être expliquées.

Lorsque, dans l'exercice du métier de conjoncturiste, des situations inattendues se présentent (hausse des prix pétroliers, modifications des impôts, etc...), il y a lieu de considérer en premier lieu les résultats d'un ou de plusieurs modèles. Voilà pourquoi il convient d'avoir un cahier de variantes avec des scénarii les plus réalistes possibles.

Dans le même ordre d'idées, l'Homme politique (ou son Conseiller) devraient pouvoir s'inspirer des résultats d'un tel cahier de variantes, lorsqu'ils s'enquerraient des conséquences d'une modification de la fiscalité, à titre d'exemple, ou d'autres mesures de politique économique quantifiables.

Différents types d'impulsions

Brillet (1994, p. 91) distingue trois types d'impulsions:

- un choc entretenu;
- un choc ponctuel;
- un choc "en escalier".

Les trois chocs sont représentés au graphique 1. Le choc entretenu est le plus usuel, l'écart (exprimé en %) entre le scénario de référence ("baseline"^{10a}) et le choc est constant et peut être exprimé à chaque instant par:

⁹ Ceci était arrivé avec les équations de demande de capital où les élasticités de court terme sur l'activité étaient relativement élevées par rapport au paramètre de correction d'erreur: l'ajustement sur l'équilibre de long terme n'était pas très rapide. Comme l'investissement est la différence première du stock de capital, ces fluctuations y étaient amplifiées, ce qui entraînait un impact sensible sur le PIB. Au final, un choc de demande positif s'auto-renforçait via ce mécanisme et rendait les résultats peu interprétables car dominés par cette dynamique de court terme "activité → demande de capital" probablement excessive.

$$X^C = X^B * (1+p)$$

où l'exposant C représente le choc ou l'impulsion, B le baseline et p l'impulsion donnée, en % (par. ex. 0.10, sur le graphique 1). Tous les chocs implémentés dans Modux et commentés dans cette publication sont des chocs entretenus.

Le choc ponctuel X^P est représenté de la même façon, sauf que l'impulsion est limitée à une seule année. Pour toutes les autres années:

$$X^P = X^B$$

Le choc en escalier ou amplifié correspond à celui où l'écart exprimé en % entre les deux courbes est incrémenté à chaque instant, d'une quantité constante: $X^E = X^B * (1+p)^t$

où t est un indicateur du temps discret (t=0, 1, 2, ...). Dans ce cas, la courbe X^E a une autre pente que la courbe X^B .

A titre d'exemple, il pourrait être utile de tester, d'un point de vue analytique, la réaction du système à un choc représenté par des prix à l'importation accélérant sans cesse. En fait, ce type de choc n'est généralement pas rencontré car dénoué d'intérêt pratique.

Les impulsions, chocs ou scénarii peuvent être implémentés sur un "baseline"¹⁰ correspondant au passé ou au futur. Lorsqu'ils sont implémentés sur le passé, le risque existe que les changements structurels intervenant dans l'économie en diminuent l'intérêt pratique comme Chauvin, Heyer et Timbeau (1999) le montrent avec l'exemple des multiplicateurs des dépenses publiques dans l'économie française. Ils ont étudié les variations du multiplicateur des dépenses publiques selon l'année à laquelle l'impulsion a lieu (op. cit., pp. 206-7). Ils constatent que le multiplicateur diminue de façon régulière au cours du temps, suivant l'année de début de l'impulsion (de 1987 à 1995, dernière année de simulation: 1999). Ils mettent ce résultat sur le compte du taux d'ouverture de l'économie française qui est allé en croissant entre 1987 et 1999 (passant de 22% à 32%). Accessoirement, la légère augmentation du taux de prélèvement sur la même période pourrait avoir joué un rôle¹².

Dans Modux, les chocs sont implémentés sur un baseline prévisionnel allant de 2006 à 2010. Il correspond aux prévisions officielles publiées dans la Note de conjoncture no. 3-06¹³.

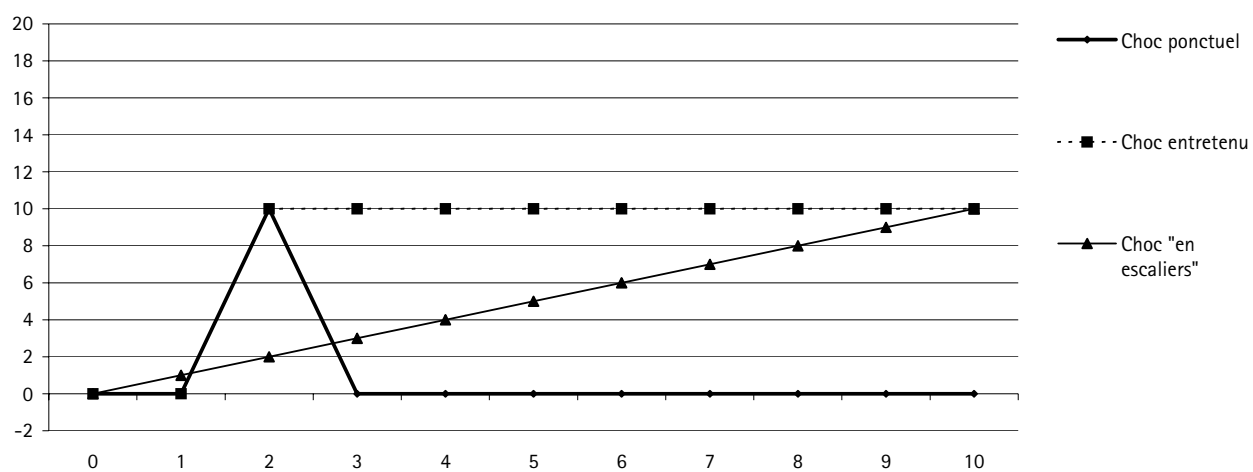
¹⁰ Sur le passé, le terme "baseline" désigne en principe la résolution du modèle avec toutes les exogènes à leur valeur observée, donc en l'absence de chocs. Il s'agit alors de la meilleure représentation de la réalité que le modèle peut fournir. Sur le futur, les exogènes peuvent prendre n'importe quelle valeur, le terme "baseline" est alors interchangeable avec "scénario de référence": il s'agit du scénario par rapport auquel tous les autres (scénarii, chocs) sont comparés. De façon générale, les termes "scénario de référence" et "baseline" sont utilisés comme synonymes dans cette publication.

¹¹ Le "baseline" ou scénario de base correspond à la résolution du modèle avec toutes les variables exogènes à leur valeur observée. C'est la meilleure représentation de la "réalité" que le modèle est susceptible de reproduire.

¹² Le multiplicateur des dépenses publiques est d'autant plus petit que le taux d'ouverture ou le degré de prélèvement sont élevés, cf. pp. 61 à 68.

¹³ http://www.statistiques.public.lu/fr/publications/conjoncture/noteConjoncture/2005/note_conjonct_03_05/note_conjonct_03_05.pdf.

Graphique 1: Types de chocs



2. Une description sommaire des principaux mécanismes de Modux

Les principaux mécanismes représentés dans Modux tels que figurant sur le schéma 1 peuvent être résumés en six points. A chaque fois, il est fait référence aussi bien aux mécanismes représentés sur le schéma ainsi qu'à ceux qui, pour des besoins de clarté, n'y figurent pas mais qui sont présents dans Modux. Aussi le lecteur intéressé est-il renvoyé à l'annexe 3 qui reprend toutes les équations de Modux ainsi que les noms et des explications relatives aux variables.

2.1 Détermination du PIB en volume

Le PIB est essentiellement déterminé par la demande extérieure. Celle-ci influence les exportations qui se décomposent en biens, services non financiers, services financiers et consommation des étrangers au Luxembourg. Chacune de ces variables fait l'objet d'une équation économétrique qui, pour les deux premières, incorpore un terme de compétitivité-prix. La demande intérieure qui se décompose en formation brute de capital fixe et consommation (privée et publique) dépend indirectement de la demande extérieure. La consommation publique est en partie exogène via la FBCF (formation brute de capital fixe) des services non marchands et l'emploi. Les importations dépendent de la demande intérieure et extérieure.

2.2 Demande de facteurs

Connaissant le PIB (ou la valeur ajoutée par branches, VAB) ainsi que les coûts (réels) des facteurs, il est possible de dériver la demande de capital et de travail. Du point de vue théorique, ceci est réalisé sur base d'une fonction de production du type CES (constant elasticity of substitution), pour deux secteurs: financier et autres secteurs privés (agrégés). Le progrès technique est supposé agir sur le travail uniquement, de façon linéaire. Le capital et la FBCF sont liés par une équation traditionnelle décrivant l'accumulation de capital et la dépréciation. Le schéma 1 fait l'impasse sur le mécanisme qui gouverne l'attribution des emplois entre frontaliers et résidents, mécanisme qui se nourrit du différentiel de chômage et de salaires nets entre le Luxembourg les régions frontalières. Ce mécanisme est décrit plus en détail au chapitre 6.

2.3 Prix étrangers et prix domestiques

La boucle prix-salaires fait l'objet d'une explication détaillée et d'une simulation au chapitre 11. Sur ce schéma, les prix étrangers interviennent de façon simplifiée dans la détermination des prix domestiques et des salaires. Les salaires dépendent des prix intérieurs et de la productivité (relation non représentée ici) ainsi que du chômage. Il s'agit là d'un des deux points de connexion entre la sphère réelle et la sphère prix. Le chômage intervient en niveau dans les équations de salaires: il s'agit d'une spécification du type WS-PS ("wage setting – price setting").

2.4 Offre de travail

Dans les modèles néo-keynésiens traditionnels, l'offre de travail est en principe exogène car elle est générée par les mouvements démographiques. Au Luxembourg par contre, la croissance de la population résidente et de la population de travail est principalement alimentée par les mouvements migratoires (et non par les mouvements naturels de la population). Ces derniers sont donc endogènes (alors que les mouvements naturels sont exogènes)

et dépendent des différentiels de chômage et de salaire net avec les régions voisines¹⁴. Connaissant l'offre et la demande de travail (cf. demande de facteurs) il est possible de dériver le chômage (national ou résident).

2.5 PIB potentiel

Dans Modux, le PIB potentiel est spécifié suivant une fonction de production Cobb-Douglas, au niveau agrégé (regroupant donc les trois secteurs public, privé financier et privé non financier) mais il est en principe exogène. L'écart de production "PIB observé / PIB potentiel" intervient dans la détermination des prix de valeur ajoutée du secteur privé non financier.

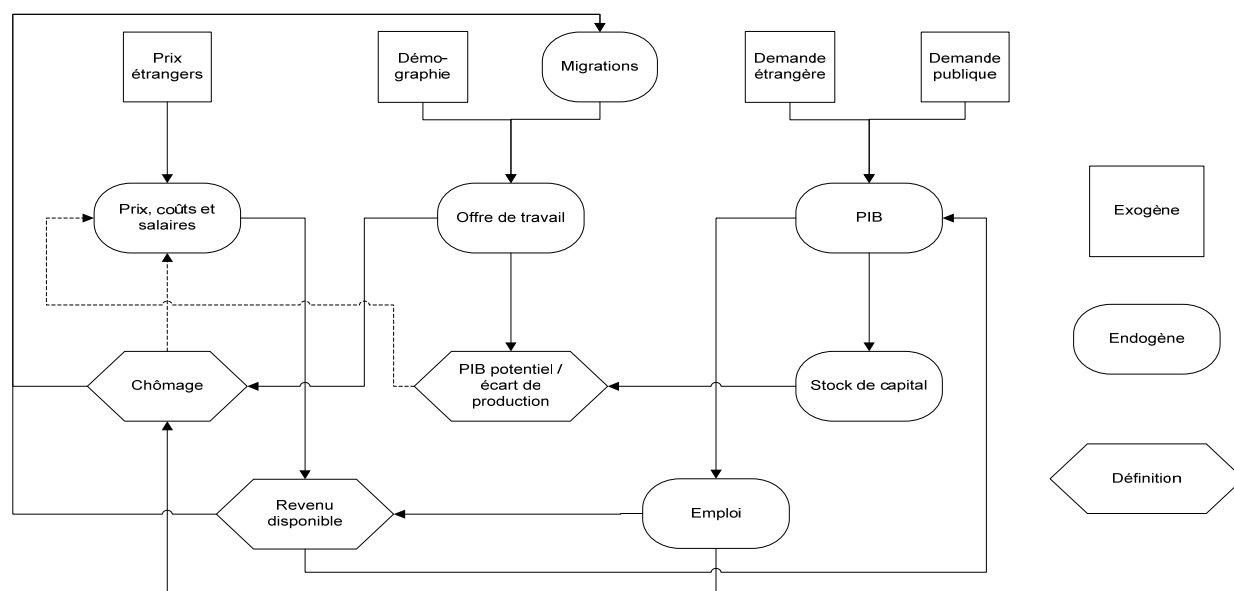
2.6 Le secteur public

Le secteur public (non représenté sur le schéma 1) est décrit dans une annexe séparée (cf. pages 85-89). Son module est construit de façon à avoir un nombre maximal de variables endogènes, à la fois du côté des recettes que de celui des dépenses. Les seules variables importantes exogènes sont, du côté des dépenses, la FBCF et l'emploi. Les recettes sont généralement établies à l'aide d'identités basées sur le principe des taux d'imposition apparents.

2.7 Les ménages

Le secteur des ménages est modélisé de façon peu détaillée dans Modux, faute de données adéquates (absence des comptes sectoriels correspondants). Ainsi, le revenu disponible des ménages n'est pas connu: il est donc construit un proxy représentant ce dernier¹⁵ est donc utilisé. Le comportement d'épargne et de consommation, associé aux transferts nets (prestations perçues moins impôts, taxes et cotisations payés) fait le lien entre le marché du travail, le comportement redistributif du Gouvernement et le PIB.

Schéma 1: Structure MODUX



Source: STATEC

¹⁴ Il s'agit du même mécanisme que celui qui est à la base de l'explication des flux de travailleurs frontaliers.

¹⁵ Le revenu disponible des ménages résidents est approximé par les composantes habituelles connues (masse salariale – impôts et cotisations + transferts) abstraction faite des revenus de la richesse qui sont inconnus.

3. Hausse de la demande mondiale

3.1 Aspects méthodologiques

La simulation d'un choc sur la demande mondiale indique l'impact sur l'économie luxembourgeoise d'une conjoncture plus ou moins forte auprès des principaux partenaires commerciaux.

La demande mondiale affecte l'économie luxembourgeoise à travers les exportations. Dans Modux, une distinction est faite entre les exportations de biens, de services non-financiers, de services financiers ainsi que la consommation des non-résidents sur le territoire.

Les exportations de biens et de services non-financiers dépendent d'un indicateur de demande (cf. tableau 1) et des prix relatifs. Les prix relatifs comprennent les prix étrangers au numérateur et les prix domestiques au dénominateur. Le signe est donc positif: une hausse des prix étrangers ou une baisse des prix domestiques entraîne une hausse des exportations. Les exportations de services non-financiers sont plus sensibles aux prix relatifs que les exportations de biens. Tous les deux ont une élasticité de long terme unitaire sur la demande étrangère.

Pour les biens et les services non-financiers, la demande étrangère constitue la somme des importations respectives de la part des principaux pays clients du Luxembourg: B, F, D, NL, UK, USA, IT, CH. Elle est évaluée à prix et à taux de change constants et elle tient compte de la taille des marchés respectifs. Elle est pondérée par la part des exportations relatives du Luxembourg vers le pays respectif (cf. tableau 4 et annexe 5).

Les exportations de services financiers ne comprennent pas de terme de prix relatif. Elles dépendent (positivement) des indices boursiers et du PIB dans l'Union européenne. A long terme, l'élasticité sur le PIB est plus élevée mais les indices boursiers connaissent un taux de croissance moyen largement supérieur à celui du PIB en volume. La consommation des non-résidents dépend simplement du nombre de travailleurs frontaliers sur le territoire national.

Tableau 1: Équations du commerce extérieur (biens et services non-financiers)*

Variables dépendantes	Variables explicatives					
	Court terme			Long terme		Correction d'erreur
	Demande étrangère	Prix domestique ¹	Prix étranger	Demande étrangère	Prix relatifs ²	
Exportations de biens	0.83	-0.25	0.78	1.00	0.50	-0.80
Exportations de services non-financiers	1.06	-0.98	0.98	1.00	1.40	-0.62

Source: STATEC

* Sauf indications contraires, il s'agit d'élasticités, estimées à partir de variables exprimées en log. naturel

¹ Prix propre ("own price")

² Prix étrangers / prix domestiques

Tableau 2: Équations du commerce extérieur (consommation des étrangers sur le territoire)*

Variable dépendante	Variables explicatives		
	Court terme		Long terme
	Nombre de travailleurs frontaliers		Correction d'erreur
Consommation des étrangers sur le territoire	0.90		0.39
			-0.51

Source: STATEC

* Sauf indications contraires, il s'agit d'élasticités, estimées à partir de variables exprimées en log. naturel

Tableau 3: Équations du commerce extérieur (services financiers)*

Variable dépendante	Variables explicatives			
	Court terme	Long terme		
	Indice boursier européen	PIB UE	Indice boursier européen	Correction d'erreur
Exportations de services financiers	0.21	1.00	0.20	-0.54

Source: STATEC

* Sauf indications contraires, il s'agit d'élasticités, estimées à partir de variables exprimées en log. naturel

Tableau 4: Poids du commerce extérieur (2005)

	D	F	B	NL	I	UK	USA	CH	autres	Total
	En % du total									
Exportations de biens	26.1	19.9	12.0	4.6	6.8	5.0	2.6	...	23.1	100.0
Importations de biens	27.0	13.9	35.8	5.0	2.7	1.6	3.6	...	10.4	100.0
Exportations de services non financiers	20.4	19.3	15.6	7.6	2.4	13.0	4.5	3.4	13.7	100.0
Importations de services non financiers	21.3	21.2	12.8	5.5	4.3	12.0	4.4	3.5	15.1	100.0
Exportations de services financiers	17.9	5.7	10.8	3.2	14.2	7.1	4.9	18.6	17.6	100.0
Importations de services financiers	16.3	6.6	8.6	2.7	13.3	10.9	11.4	14.0	16.1	100.0

Source: STATEC

3.2 Le choc¹⁶: hausse du PIB de la zone euro de 1%

Remarques préliminaires

Le choc, comme en principe tous les chocs, est un choc *entretenu*. La hausse du PIB de 1% est donc permanente. Par opposition au choc *isolé* (sur une année), le choc entretenu permet de suivre les ajustements du modèle à moyen et long terme. Les simulations sont effectuées sur cinq ans, ce qui tient à la périodicité annuelle de Modux¹⁷.

Le PIB de la zone euro (z.e.) apparaît comme variable exogène dans Modux mais uniquement comme déterminant des exportations de services financiers. Or, ce qu'on veut c'est une stimulation de toutes les variables de demande extérieure, agissant sur les exportations de biens et de services non-financiers. Il faut donc établir un lien entre le PIB z.e. et les variables "demande étrangère", connexion qui est réalisée à l'aide de simples estimations bivariées. Ainsi, une équation à correction d'erreur a été estimée entre le PIB z.e. (en vol.) et la demande étrangère pour les biens, telle qu'elle s'adresse au Luxembourg et qu'elle a été élaborée par le STATEC. Les élasticités sont de 2.9 à court terme et de 3.2 à long terme: si le PIB z.e. augmente de 1% en volume, la demande étrangère de biens, adressée au Luxembourg, augmente d'environ 3%. Cette élasticité supérieure à 1 n'est pas spécifique au Luxembourg, elle caractérise un phénomène appelé "mondialisation". L'élasticité entre le PIB z.e. et l'indicateur de demande mondiale pour les services non-financiers est estimée à 1.5 (court terme) et à 2 (long terme).

L'estimation d'une élasticité entre l'indice boursier européen Eurostoxx50 et le PIB européen a été plus laborieuse. La valeur finalement retenue se monte à 5.2. Il s'agit en fait de l'élasticité de court terme, celle de long terme étant plus élevée. Comme cette valeur paraît toujours assez forte, des simulations alternatives avec une élasticité de 2.6 ont été effectuées afin de tester la sensibilité des résultats agrégés à ce paramètre.

¹⁶ A vrai dire, il s'agit d'un scénario car plusieurs variables exogènes sont modifiées. Le terme "choc" est toutefois maintenu car le point de départ est la variation du PIB de la zone Euro.

¹⁷ Dans le cas des modèles trimestriels, il suffit de simuler le choc sur deux ou trois ans, soit sur 8-12 observations, période qui suffit aux équations à correction d'erreur pour parvenir aux solutions d'équilibre de long terme.

Au total, deux simulations ont été effectuées: une première où l'on n'a fait varier que le PIB européen ainsi que la demande pour biens et services non-financiers et une deuxième, où l'on a fait également varier l'indice boursier européen.

1^{ère} simulation: hausse du PIB zone euro et de la demande pour biens et services non-financiers.

Les réactions suite à la hausse de la demande mondiale peuvent être regroupées comme suit¹⁸:

1. une hausse de l'activité, via les exportations, qui se répercute favorablement sur la demande de facteurs de production et entraîne des effets de second tour via la consommation;
2. une baisse du chômage (qui est à nuancer, cf. point 4) due à la hausse de l'emploi;
3. une hausse généralisée des prix, due à la baisse du chômage et la hausse de l'activité, qui affecte négativement la compétitivité-prix (atténue donc les effets favorables sur les exportations);
4. une hausse de l'offre de travail étrangère, en raison de la hausse des salaires et de la baisse du chômage, qui tempère les répercussions favorables sur le chômage résident.

La hausse du PIB z.e. de 1%, sans une hausse concomitante de l'indice boursier européen (cf. 2^e simulation), entraîne une hausse similaire du PIB au Luxembourg: +0.9% sur la première année et +1.1% après 3-4 années. Les exportations augmentent au total de 1.5%¹⁹. L'impact de la hausse des exportations sur le PIB est nuancé du fait de la hausse simultanée et de même ampleur des importations.

On observe ensuite une hausse de l'emploi (intérieur, comprenant les frontaliers) mais l'ajustement est relativement lent. Ceci tient aux valeurs des paramètres estimés, qui reflètent cet ajustement différé entre les données d'emploi d'une part (variable expliquée) et l'activité et le coût du travail de l'autre (cf. également le tableau 9 p. 29, reprenant les équations de demande de facteurs). D'autres effets induits sont à observer au niveau de la demande nationale: la consommation privée s'élève de 0.5% par rapport au baseline et la FBCF de 1.5% après cinq ans.

La hausse des salaires au Luxembourg, comparativement à ceux observés dans la Grande Région, ainsi que la baisse du chômage, entraînent une hausse de l'offre de travail émanant de la Grande Région ce qui fait que l'emploi national progresse moins vite que l'emploi frontalier (+0.6% contre +1.4% après cinq ans). Le même phénomène explique la baisse relativement modeste du chômage, face à la hausse de l'emploi intérieur (-0.2 points contre +1.0 point). Il s'agit là de l'une des caractéristiques marquantes de l'économie luxembourgeoise: une reprise, se traduisant par la création d'emplois intérieurs, n'est pas nécessairement favorable au chômage résident.

La baisse du chômage et la hausse de l'output-gap²⁰ entraînent une hausse des prix intérieurs. Cette dernière joue négativement sur la compétitivité-prix et entraîne une baisse du taux d'intérêt réel (car les taux d'intérêt nominaux sont exogènes donc inchangés). La baisse des taux réels entraîne une baisse du coût d'usage du

¹⁸ Ces mêmes mécanismes se mettent en place lors d'autres chocs sur l'activité. En fonction de la nature du choc, l'intensité des différents phénomènes peut varier.

¹⁹ Spécifions encore une fois que l'indice boursier européen n'a pas été modifié mais que la hausse du PIB européen est supposée avoir un impact sur les exportations de services financiers du Luxembourg, l'idée étant que l'accroissement de l'activité économique entraîne une hausse des liquidités des agents économiques en Europe ce qui entraîne alors une hausse des ventes de titres financiers (fonds, assurances) hors des frontières luxembourgeoises ou une activité accrue au niveau de la question courante des trésoreries.

²⁰ Par output-gap ou écart de production, on entend le rapport entre le PIB observé et le PIB potentiel. Dans l'équation de prix de valeur ajoutée, un point d'output-gap génère 0.15 points de prix de VAB, dans le court terme.

capital, ce qui joue de façon positive sur l'investissement, mais seulement à court terme (cf. p. 28 pour une explication plus détaillée).

Finalement, le choc conjoncturel positif améliore les finances publiques: l'excédent des recettes sur les dépenses augmente à moyen terme de 0.2 points de PIB. Un fait marquant est qu'à côté d'une hausse des recettes (amélioration des bases fiscales), l'on note également une hausse des dépenses. Ceci est dû à la progression des prix et des salaires (la masse des salaires augmente autant que le coût salarial nominal moyen de l'économie entière) et à la progression de l'emploi qui fait augmenter les prestations sociales²¹.

Tableau 5: Hausse de la demande étrangère pour biens et services, pas de hausse des indices boursiers

	<i>Années après le choc</i>				
	0	1	2	3	4
<i>Variables modifiées</i>	<i>Ecart en % par rapport au scénario central (sauf *: en points de %)</i>				
Demande mondiale, biens	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
Demande mondiale, services	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
PIB UE15	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
<i>Principales variables endogènes</i>					
PIB en vol.	0.9	1.1	1.2	1.1	1.1
Emploi total	0.2	0.5	0.7	0.9	1.0
Stock de capital brut, en vol.	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4
Prix à la consommation	0.0	0.1	0.2	0.2	0.3
Coût salarial nominal moyen	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5
Taux de chômage*	-0.1	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2
Capacité/besoin de financement (secteur public)*	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2
<i>Composantes du PIB (vol., dépenses)</i>					
Consommation finale nationale	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
Formation brute cap. fixe	0.9	1.4	1.5	1.6	1.6
Cons. collective	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2
Exportations au total	1.1	1.5	1.5	1.6	1.5
dont biens	2.5	3.0	3.0	3.0	2.9
dont autres services	1.3	1.7	1.8	1.8	1.8
dont services financiers	0.5	0.8	0.9	1.0	1.0
dont consommation des non-résidents	0.2	0.6	0.7	0.8	0.7
Importations au total	0.9	1.2	1.4	1.4	1.5
dont biens	1.4	1.7	1.9	2.1	2.2
dont autres services	1.2	1.6	1.7	1.7	1.7
dont services financiers	0.5	0.7	0.9	0.9	1.0
dont cons. des lux à l'étranger	0.1	0.1	0.2	0.4	0.6
Equilibre extérieur*	0.4	0.5	0.4	0.3	0.2

²¹ A titre d'exemple, les frontaliers bénéficient de la plupart des prestations sociales, comme les allocations familiales, etc...

Tableau 5: Hausse de la demande étrangère, pas de hausse des indices boursiers (suite)

	Années après le choc				
	1	2	3	4	5
<i>Marché du travail et population</i>	<i>Ecart en % par rapport au scénario central (sauf *: en points de %)</i>				
Population totale	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1
Emploi total	0.2	0.5	0.7	0.9	1.0
Frontaliers (entrants)	0.2	0.7	1.1	1.3	1.4
Part des frontaliers dans le stock salarié*	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2
Emploi national	0.1	0.4	0.5	0.6	0.6
Population active	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4
Taux d'activité*	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1
Taux de chômage*	-0.1	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2
	<i>Ecart en nombre de personnes (1000)</i>				
Population totale	0.01	0.07	0.20	0.36	0.54
Solde migratoire	0.01	0.06	0.13	0.16	0.17
Emploi total	0.55	1.73	2.54	3.10	3.47
Frontaliers (entrants)	0.28	0.94	1.47	1.86	2.12
Emploi national	0.27	0.79	1.07	1.24	1.35
Nombre de chômeurs	-0.16	-0.45	-0.54	-0.54	-0.51
Population active	0.11	0.35	0.54	0.70	0.85
<i>Prix et salaires</i>	<i>Ecart en % par rapport au scénario central (sauf *: en points de %)</i>				
Prix à la consommation	0.0	0.1	0.2	0.2	0.3
Déflateur PIB	0.0	0.2	0.3	0.5	0.6
Prix des exportations	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2
dont biens	0.0	0.2	0.3	0.5	0.6
dont autres services	0.0	0.1	0.2	0.3	0.3
Prix des importations	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
dont biens	-0.1	-0.1	0.0	0.0	0.0
dont autres services	0.0	0.1	0.2	0.2	0.3
Coût salarial nominal moyen	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5
Revenu disponible ménages (réel)	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5
Productivité (apparente travail)	0.7	0.6	0.5	0.3	0.2
Part salariale*	-0.2	-0.3	-0.2	-0.2	-0.1
<i>Finances publiques</i>					
Consommation intermédiaire	0.0	0.3	0.5	0.7	0.8
Formation de capital	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2
Rémunération des salariés	0.1	0.2	0.3	0.4	0.4
Prestations sociales	0.1	0.1	0.4	0.7	1.0
Total des dépenses	0.2	0.3	0.5	0.7	0.9
Impôts sur la production et les importations	0.4	0.7	1.0	1.2	1.3
Impôts courants sur le revenu, le patrimoine, etc.	0.6	0.9	1.1	1.3	1.4
Cotisations sociales	0.4	0.8	1.1	1.3	1.5
Total des recettes	0.4	0.8	1.0	1.2	1.4
Capacité/besoin de financement*	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2

Source: STATEC

2^e simulation: hausse du PIB zone euro, de la demande de biens et services non-financiers et de l'indice boursier européen.

Par rapport au choc précédent, l'indice boursier européen est également stimulé (+5.2% par rapport au scénario de base) ce qui fait progresser davantage les exportations de services financiers.

Les résultats de cette deuxième simulation ne sont pas qualitativement différents de ceux de la première, mais on observe un accroissement plus fort du PIB. Ce dernier progresse maintenant de 1.5% par rapport au scénario de base, en comparaison au 1.2% noté précédemment. Les réactions des variables endogènes se sont par ailleurs renforcées: il y a plus d'inflation créée, un chômage qui baisse plus et un impact plus favorable sur les finances publiques.

Il convient toutefois de se demander dans quelle mesure le résultat obtenu, qui veut qu'une hausse de 1% du PIB européen entraîne une hausse de 1.5% du PIB du Luxembourg est réaliste? Techniquement, vu la spécification de Modux et les élasticités estimées, l'effet est dû au secteur financier. Sans le canal de transmission "marchés financiers", l'impact ne serait pas plus fort au Luxembourg (cf. première simulation, ci-avant). Une analyse de sensibilité a ainsi été entreprise, avec une élasticité de l'indice boursier européen sur le PIB européen divisée par deux, ce qui en ramène la valeur de 5.2 à 2.6. Dans ce cas, le résultat ne change pas substantiellement: l'impact reste plus fort au Luxembourg que dans l'Union européenne (PIB +1.4% au Luxembourg au maximum).

Tableau 6: Analyse comparative des chocs sur la demande étrangère¹

	Années après le choc				
	0	1	2	3	4
	Ecart en % par rapport au scénario de base				
1. Pas d'incidence sur l'indice boursier européen					
PIB vol.	0.9	1.1	1.2	1.1	1.1
Prix à la consommation	0.0	0.1	0.2	0.2	0.3
2. Avec incidence sur l'indice boursier européen, élasticité ² = 5.2					
PIB vol.	1.1	1.5	1.5	1.5	1.4
Prix à la consommation	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4
3. Avec incidence sur l'indice boursier européen, élasticité ² = 2.6					
PIB vol.	1.0	1.3	1.4	1.3	1.2
Prix à la consommation	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4

Source: STATEC

¹ Hausse du PIB de la zone euro de 1%

² Il s'agit de l'élasticité entre l'indice boursier européen Eurostoxx50 et le PIB européen (zone euro, en vol.)

Tableau 7: Hausse de la demande étrangère, hausse des indices boursiers

	<i>Années après le choc</i>				
	0	1	2	3	4
<i>Variables modifiées</i>	<i>Ecart en % par rapport au scénario central (sauf *: en points de %)</i>				
Demande mondiale, biens	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
Demande mondiale, services	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
PIB UE15	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Indice boursier européen	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2
<i>Principales variables endogènes</i>					
PIB en vol.	1.1	1.5	1.5	1.5	1.4
Emploi total	0.2	0.6	0.9	1.1	1.2
Stock de capital brut, en vol.	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
Prix à la consommation	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4
Coût salarial nominal moyen	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
Taux de chômage*	-0.1	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3
Capacité/besoin de financement (secteur public)*	0.1	0.2	0.3	0.2	0.2
<i>Composantes du PIB (vol., dépenses)</i>					
Consommation finale nationale	0.2	0.4	0.5	0.7	0.8
Formation brute cap. fixe	1.1	1.7	1.9	2.0	2.0
Cons. collective	0.0	0.0	0.1	0.2	0.2
Exportations au total	1.5	1.9	2.1	2.1	2.1
dont biens	2.5	3.0	3.0	2.9	2.9
dont autres services	1.3	1.7	1.7	1.7	1.6
dont services financiers	1.1	1.6	1.9	2.0	2.0
dont consommation des non-résidents	0.3	0.7	0.9	1.0	0.9
Importations au total	1.2	1.6	1.9	2.0	2.1
dont biens	1.5	1.9	2.1	2.3	2.4
dont autres services	1.2	1.6	1.6	1.6	1.6
dont services financiers	1.0	1.5	1.8	1.9	2.0
dont cons. des lux à l'étranger	0.1	0.1	0.3	0.5	0.7
Equilibre extérieur*	0.5	0.6	0.5	0.4	0.3

Tableau 7: Hausse de la demande étrangère, hausse des indices boursiers (suite)

	Années après le choc				
	1	2	3	4	5
<i>Marché du travail et population</i>	<i>Ecart en % par rapport au scénario central (sauf *: en points de %)</i>				
Population totale	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1
Emploi total	0.2	0.6	0.9	1.1	1.2
Frontaliers (entrants)	0.3	0.9	1.3	1.6	1.7
Part des frontaliers dans le stock salarié*	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2
Emploi national	0.2	0.5	0.6	0.7	0.8
Population active	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
Taux d'activité*	0.0	0.1	0.2	0.2	0.2
Taux de chômage*	-0.1	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3
	<i>Ecart en nombre de personnes (1000)</i>				
Population totale	0.02	0.09	0.25	0.45	0.67
Solde migratoire	0.02	0.07	0.16	0.21	0.22
Emploi total	0.67	2.11	3.13	3.85	4.34
Frontaliers (entrants)	0.35	1.14	1.81	2.31	2.66
Emploi national	0.32	0.96	1.32	1.54	1.69
Nombre de chômeurs	-0.19	-0.54	-0.66	-0.67	-0.63
Population active	0.13	0.42	0.66	0.87	1.06
<i>Prix et salaires</i>	<i>Ecart en % par rapport au scénario central (sauf *: en points de %)</i>				
Prix à la consommation	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4
Déflateur PIB	-0.1	0.2	0.4	0.7	0.8
Prix des exportations	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
dont biens	0.0	0.2	0.4	0.6	0.7
dont autres services	0.0	0.2	0.3	0.4	0.4
Prix des importations	0.3	0.5	0.8	0.9	1.1
dont biens	-0.1	-0.1	0.0	0.0	0.0
dont autres services	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4
Coût salarial nominal moyen	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
Revenu disponible ménages (réel)	0.2	0.2	0.3	0.5	0.6
Productivité (apparente travail)	0.9	0.8	0.7	0.5	0.3
Part salariale*	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2	-0.2
<i>Finances publiques</i>					
Consommation intermédiaire	0.1	0.4	0.6	0.9	1.1
Formation de capital	0.0	0.0	0.1	0.2	0.3
Rémunération des salariés	0.2	0.2	0.4	0.5	0.6
Prestations sociales	0.1	0.1	0.5	0.9	1.3
Total des dépenses	0.2	0.4	0.7	1.0	1.2
Impôts sur la production et les importations	0.5	1.0	1.4	1.6	1.8
Impôts courants sur le revenu, le patrimoine, etc.	0.8	1.2	1.5	1.8	2.0
Cotisations sociales	0.5	1.0	1.4	1.7	1.9
Total des recettes	0.6	1.0	1.4	1.6	1.8
Capacité/besoin de financement*	0.1	0.2	0.3	0.2	0.2

Source: STATEC

3.3 Principales conclusion et réserves

Ces simulations ont permis de mettre en évidence les principaux rouages qui se déclenchent en cas de choc favorable sur l'activité:

$\uparrow \text{PIB} \Rightarrow \uparrow \text{emploi} \Rightarrow \downarrow \text{baisse chômage} \Rightarrow \uparrow \text{prix} \Rightarrow \downarrow \text{compétitivité}$
 $\uparrow \text{investissement et stock de capital}$
 $\uparrow \text{finances publiques}$
 $\uparrow \text{offre de travail étrangère}$

Suivant l'origine de la hausse de l'activité, surtout lorsqu'il y a un impact direct sur les prix (relatifs, via les taux de change, par ex., cf. chapitre 5), les différentes réactions seront plus ou moins fortes mais le schéma de transmission restera le même. Il en est de même du mécanisme qui affecte la répartition de l'emploi entre frontaliers et résidents: dès qu'une variable jouant sur l'offre de travail étrangère est touchée (chômage, revenus nets), les frontaliers occuperont plus ou moins que les 2/3 des nouvelles places créées (en net).

Pour ce qui est de l'incertitude entourant l'élasticité entre PIB et indice boursier, il n'y a pas de solution facile. Toujours est-il que dès que les indices boursiers sont touchés, l'impact sur le PIB luxembourgeois est plus ou moins favorable que celui sur la zone Euro.

Simuler une hausse de la seule demande internationale constitue un choc trop simpliste: si la demande à l'importation s'accroît dans les pays étrangers, c'est que la conjoncture générale s'y est renforcée. Ceci devrait avoir des effets sur les autres variables macroéconomiques de ces pays, comme les prix, l'emploi, le chômage, voire même les taux d'intérêt. Ainsi, il faudrait également changer la trajectoire du chômage et des revenus des ménages de la Grande Région, des prix étrangers, des taux d'intérêt, des indices boursiers, etc...

Toutefois, l'établissement d'un tel scénario est délicat car, sans modèle macro-économétrique multipays, on manque généralement de repères pour calibrer les relations entre les différentes variables étrangères.

Il est vrai que simuler les retombées d'une conjoncture internationale plus favorable en faisant varier le plus grand nombre possible de variables est une approche plus réaliste et se justifie dès lors dans le cadre d'un exercice prévisionnel. Simuler des variantes réduites, comme ici, affectant moins de variables, peut se justifier d'un point de vue analytique, car il est plus aisé alors à distinguer les cheminements que prennent les différentes causalités. Aussi, cette publication comporte-t-elle d'autres chocs qui affectent d'autres composantes de l'environnement mondial.

4. Baisse des taux d'intérêt

4.1 Aspects méthodologiques

La baisse des taux d'intérêt joue via deux canaux: une hausse de la FBCF (formation brute de capital fixe) et une hausse de la consommation finale des ménages. Dans l'équation de consommation, les taux d'intérêt jouent de manière directe tandis que dans les équations de demande de capital, ils jouent par l'intermédiaire du coût d'usage du capital. Les équations sont reprises aux tableaux 8 et 9.

La formulation pour le coût d'usage du capital est inspirée de la formule bien connue remontant à Dale W. Jorgensen dont une citation récente est Du Toit et Moolman (2004):

$$C_K = P_K \frac{(i + r - dP_K / P_K)}{1 - t}$$

où C_K est le coût d'usage du capital, i un taux d'intérêt nominal à long terme, r le taux d'amortissement (ou de retraitement) dP_K/P_K l'évolution du prix du capital et t le taux d'imposition effectif du revenu des entreprises²².

Tableau 8: Équations de la consommation finale des ménages*

Variable dépendante: Consommation finale des ménages	Variables explicatives						
	Court terme				Long terme		
	Revenu disponible réel	Revenu disponible réel retardé	Indice boursier européen	Taux de chômage ¹	Revenu disponible réel	Taux d'intérêt réel ¹	Correction d'erreur
Equation par défaut: élasticité de long terme sur le revenu disponible contrainte à 1 et taux d'intérêts réels inclus	0.67	0.32	0.06	-0.008	1.00	-0.020	-0.31
Elasticité de long terme sur le revenu disponible non contrainte et taux d'intérêts réels inclus	0.78	0.24	0.07	-0.012	1.20	-0.009	-0.32
Elasticité de long terme sur le revenu disponible non contrainte et taux d'intérêts réels non inclus	0.83	0.13	0.07	-0.014	1.38	-	-0.29

Source: STATEC

* Sauf indications contraires, il s'agit d'élasticités, estimées à partir de variables exprimées en log. naturel

¹ Semi-élasticités

²² i , r , t et dP_K/P_K sont exprimés dans des unités compatibles, par ex., en 2005, $i=0.0335$, $r=0.0359$; $t=0.15$; $dP_K/P_K=-0.0089$.

Tableau 9: Équations de demande de facteurs*

Variables dépendantes	Variables explicatives						
	Court terme			Long terme			
	Activité	Activité (-1)	Coût réel des facteurs ¹	Activité	Coût réel des facteurs	Progrès technique ²	Correction d'erreur
Emploi secteur privé non-fin. (heures)	0.21	0.11	-0.17	1.00	-0.30	-0.015	-0.21
Emploi secteur financier (heures)	0.30	0.19	-0.05	1.00	-0.50	-0.007	-0.19
Capital: machines et équipements ³	0.15	...	-0.03	1.00	-0.30	...	-0.14
Capital: secteur financier	0.19	...	-0.05	1.00	-0.50	...	-0.13

Source: STATEC

* Sauf indications contraires, il s'agit d'élasticités, estimées à partir de variables exprimées en log. naturel

¹ Coût salarial réel pour le travail, coût d'usage réel pour le capital² Trend linéaire, incrémenté de 1 par période.³ Le "stock machines et équipements" correspond approximativement à celui demandé par le secteur privé non-financier, mis à part les logements qui sont estimés séparément.

4.2 Le choc: baisse des taux d'intérêts de 0.5 point

La baisse imposée des taux d'intérêt est identique pour les taux courts et les taux longs: -0.5 point de % ou 50 points de base. Il n'y a dans Modux pas de mécanisme qui prévoit une connexion entre les taux longs et les taux courts, ils sont tous les deux exogènes.

Comme l'évolution des taux d'intérêt est également déconnectée de celle de l'évolution de l'inflation, il s'agit en fait d'un choc de taux réels. Par ailleurs, comme indiqué, en diminuant le coût d'usage réel du capital, la baisse des taux favorise l'investissement et donc la substitution capital/travail. Il s'agit d'un choc qui agit exclusivement via la demande intérieure.

Plus précisément, la baisse des taux d'intérêt réels augmente durablement la FBCF (via le stock de capital, les deux étant liés mécaniquement²³). Comme il y a substitution de capital pour du travail (le capital devient comparativement moins cher que le travail), la productivité du travail augmente (car l'intensité capitaliste augmente) ce qui augmente les salaires mais fait en même temps pression à la baisse sur les prix, via le coût salarial unitaire. D'autre part, la consommation privée augmente d'1% à long terme par rapport au scénario de base. La stimulation directe, via les taux d'intérêts, entraîne une hausse d'environ 0.8 points de %, le reste étant dû à la progression du revenu réel des ménages (+0.2%) et, accessoirement, à la baisse du chômage (ce dernier effet étant bien plus faible et limité dans le temps).

Les prix à la consommation baissent légèrement, ce qui est dû à la hausse de la productivité et à la baisse du coût salarial unitaire. L'impact à la baisse se traduit sur les autres prix et salaires et n'est pas contrarié par la baisse du chômage ou la hausse de l'activité.

Retenons encore que ce choc n'a, par construction, pas d'impact sur l'activité réelle du secteur financier, ce qui constitue sans doute un point faible de Modux.

²³ $I = K - (1 - r) * K_{-1}$.

Tableau 10: Baisse des taux d'intérêts à court et à long terme de 50 points de base

	<i>Années après le choc</i>				
	0	1	2	3	4
<i>Variables modifiées</i>	<i>Ecart en % par rapport au scénario central (sauf *: en points de %)</i>				
Taux d'intérêts nominaux* (courts et longs)	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
<i>Principales variables endogènes</i>					
PIB en vol.	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4
Emploi total	0.0	0.1	0.1	0.2	0.3
Stock de capital brut, en vol.	0.1	0.3	0.4	0.5	0.6
Prix à la consommation	0.0	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2
Coût salarial nominal moyen	0.0	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1
Taux de chômage*	0.0	0.0	-0.1	-0.1	-0.1
Capacité/besoin de financement (secteur public)*	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
<i>Composantes du PIB (vol., dépenses)</i>					
Consommation finale nationale	0.3	0.6	0.7	0.8	0.9
Formation brute cap. fixe	1.6	2.4	2.3	2.3	2.3
Cons. collective	0.0	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1
Exportations au total	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1
dont biens	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1
dont autres services	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2
dont services financiers	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
dont consommation des non-résidents	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2
Importations au total	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3
Equilibre extérieur*	-0.4	-0.5	-0.5	-0.6	-0.6

Tableau 10: Baisse des taux d'intérêts à court et à long terme de 50 points de base (suite)

	<i>Années après le choc</i>				
	1	2	3	4	5
<i>Marché du travail et population</i>					
	<i>Ecart en % par rapport au scénario central (sauf *: en points de %)</i>				
Population totale	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Emploi total	0.0	0.1	0.1	0.2	0.3
Frontaliers (entrants)	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4
Emploi national	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2
Population active	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1
Taux d'activité*	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Taux de chômage*	0.0	0.0	-0.1	-0.1	-0.1
	<i>Ecart en nombre de personnes (1000)</i>				
Population totale	0.00	0.00	0.02	0.04	0.07
Solde migratoire	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03
Emploi total	0.07	0.29	0.51	0.73	0.95
Frontaliers (entrants)	0.04	0.15	0.28	0.41	0.54
Emploi national	0.04	0.14	0.23	0.32	0.41
Nombre de chômeurs	-0.02	-0.09	-0.14	-0.18	-0.21
Population active	0.01	0.06	0.10	0.15	0.20
<i>Prix et salaires</i>					
	<i>Ecart en % par rapport au scénario central (sauf *: en points de %)</i>				
Prix à la consommation	0.0	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2
Déflateur PIB	-0.1	-0.2	-0.3	-0.3	-0.4
Coût d'usage du capital	-6.4	-6.5	-6.5	-6.6	-6.7
Prix des exportations	0.0	-0.1	-0.2	-0.2	-0.2
Prix des importations	0.0	-0.1	-0.1	-0.2	-0.2
Coût salarial nominal moyen	0.0	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1
Revenu disponible ménages (réel)	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1
Productivité (apparente travail)	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2
Part salariale*	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Coût salarial unitaire	-0.1	-0.2	-0.3	-0.3	-0.3
Coût salarial unitaire réel	-0.1	0.0	0.0	0.1	0.1
<i>Finances publiques</i>					
Consommation intermédiaire	-0.1	-0.2	-0.3	-0.3	-0.4
Formation de capital	0.0	0.0	0.0	-0.1	-0.1
Rémunération des salariés	0.0	0.0	-0.1	-0.1	-0.1
Prestations sociales	0.0	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1
Total des dépenses	0.0	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1
Impôts sur la production et les importations	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Impôts courants sur le revenu, le patrimoine, etc.	0.0	0.0	-0.1	-0.1	-0.1
Cotisations sociales	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1
Total des recettes	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
Capacité/besoin de financement*	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1

Source: STATEC

4.3 Principales conclusions et réserves

Par opposition au scénario précédent (hausse de la demande mondiale), celui-ci n'affecte que la demande intérieure, en dépit du fait qu'il s'agit d'un choc venant de l'extérieur. Toutefois, les mêmes réserves qu'à l'encontre du choc précédent sont de mise: il s'agit d'une simulation à caractère surtout technique ou analytique, car il n'est pas sûr qu'elle soit réaliste. En effet, il est à supposer que lorsque la BCE baisse les taux d'intérêt, elle agisse de la sorte en réaction à un changement en matière des perspectives d'inflation. Or, les prix étrangers ne varient pas dans le cadre de ce choc.

Une deuxième critique, qui va dans le même sens, constitue en fait une mise en garde: chaque fois qu'un choc ou scénario crée de l'inflation au niveau domestique (Luxembourg) il s'ensuit un choc monétaire favorable, c.-à-d. une baisse des taux réels, en vertu de:

taux réels = taux nominaux – taux d'inflation²⁴

Cette mise en garde est importante, car, surtout s'il y a beaucoup d'inflation domestique créée, par ex. via un choc sur les prix étrangers, l'évolution de la consommation privée et celle de la FBCF (qui subissent en général une stimulation car il y a baisse des taux réels) peuvent gêner l'interprétation des résultats sur le court terme. En effet, la perturbation se limite au court terme car le taux d'intérêt réel est fonction du taux d'inflation, pas du niveau général des prix. Aussi, dans pareil cas, il est parfois indiqué de faire varier les taux d'intérêt nominaux pour compenser l'inflation et de garder ainsi des taux réels constants.

Une autre réserve doit être formulée, elle concerne le secteur financier: la spécification des équations, qui en déterminent l'activité, ne dépend pas des taux d'intérêts (sans présomption si c'est à tort ou à raison...). Les taux d'intérêt ne jouent qu'à court terme sur les prix de VAB du secteur financier.

²⁴ ou $i_r = i - dP/P$ où i_r = taux d'int. réel et dP/P = taux d'inflation.

5. Appréciation via les taux de change

5.1 Aspects méthodologiques

Dans une union monétaire, la modification des taux de change nominaux ne constitue pas une option afin d'agir sur la compétitivité d'une économie. Toutefois, la simulation d'un tel choc est intéressante, car :

- les taux de change nominaux jouent le même rôle que les prix relatifs (cf. ci-après);
- une modification des prix relatifs peut illustrer, d'une manière plus générale, les conséquences d'un changement de compétitivité-prix, sans prendre en compte explicitement les taux de change;
- elle illustre l'importance des élasticités-prix dans les équations d'exportations et d'importations dans le contexte du modèle entier et des bouclages qui y existent.

En effet, les exportations de biens et de services non-financiers (mais pas celles de services financiers, cf. ci-après) sont censées dépendre de la demande mondiale et des prix relatifs :

$$X = WD^{\alpha} * \left(\frac{P'e}{P} \right)^{\beta}$$

où WD = demande mondiale, P' = prix étrangers, e = taux change effectif nominal (augmentation = dépréciation), P = prix domestiques. La construction de la variable "demande mondiale" est décrite en détail à l'annexe 5.

Les élasticités-prix β peuvent être consultées au tableau 11. Il convient de retenir les éléments suivants :

- les exportations et importations de services financiers sont supposées invariantes par rapport aux prix relatifs²⁵;
- une hausse des prix domestiques entraîne exactement la même réaction qu'une baisse des prix étrangers ou des taux de change nominaux et correspond de fait à une appréciation;
- les exportations de services non-financiers sont plus sensibles aux prix relatifs que les exportations de biens;
- les importations de services non-financiers sont supposés être invariantes par rapport aux prix relatifs; ceci découle d'une hypothèse de non-substituabilité entre production domestique et importations et est vérifié par les estimations.

²⁵ Il s'agit là d'une hypothèse forte qui n'est probablement pas vérifiée en réalité. Seulement, la construction des prix relatifs pertinents pour les services financiers s'écarte de la méthodologie employée ici. Aussi les exportations de services financiers, dans Modux, ne sont-elles censées dépendre que de variables de demande.

Tableau 11: Elasticités-prix dans les équations de commerce extérieur

	Court terme		Long terme	
	Prix intérieurs	Prix étrangers	Prix intérieurs	Prix étrangers
Exportations de biens	-0.25	0.78	-0.50	0.50
Exportations de services non financiers	-0.97	0.97	-1.40	1.40
Importations de biens (hors énergie)	0.0	0.0	0.75	-0.75
Importations de services non financiers ¹	-	-	-	-
Prix des exportations de biens	0.64	0.36	0.77	0.23
Prix des exportations de services non financiers	0.50	0.15	0.30	0.70
Prix des importations de biens (hors énergie)	0.00	0.47	0.15	0.85
Prix des importations de services non financiers	0.28	0.25	0.30	0.70

Source: STATEC

¹ Ne dépendent pas des prix relatifs

5.2 Le choc: appréciation via baisse des taux de change effectifs nominaux

Les taux de change effectifs nominaux sont diminués de 5% par rapport au scénario de base, sur tout l'horizon de simulation. L'ordre de grandeur a été choisi de façon à avoir des réactions significatives sur les principales variables. Toutefois, eu égard aux observations relatives à ces variables sur le passé²⁶, la variation de 5% semble un peu forte: jamais depuis 1970 une évolution d'une telle ampleur n'a été constatée *sur une seule année*. Toutefois, de telles variations peuvent résulter d'une évolution cumulée sur plusieurs années²⁷.

La baisse des taux de change effectifs entraîne un renchérissement des exportations nationales qui diminuent donc par rapport au scénario de base. Les exportations de services non-financiers baissent plus (-3.0% au maximum) que les exportations de biens (-2.2%). En raison du contenu en importations élevé des exportations et puisque la demande nationale baisse également, les importations diminuent (-0.8% au total) ce qui amoindrit le choc sur le PIB.

Ce dernier baisse au maximum de 1.5%. Suite à l'appréciation, les prix à l'importation (en monnaie nationale) baissent, ce qui génère une baisse des prix intérieurs, affectant aussi bien les prix à la consommation que les prix de VAB ou les salaires. Ainsi, le choc de compétitivité-prix peut partiellement être amorti et l'on voit qu'après cinq ans, la baisse des exportations n'est pas aussi sévère qu'après deux ans.

Comme attendu, l'appréciation a conduit à une dégradation de l'équilibre extérieur, exprimé en volume. Cette dégradation est due aux biens et aux services non-financiers. Alors que le solde relatif aux services financiers semble s'améliorer, ceci est exclusivement dû à la baisse du PIB (figurant au dénominateur), alors que ni les exportations, ni les importations de services financiers n'ont-elles bougé (car ne dépendant pas des prix relatifs).

²⁶ Taux de variation moyen 1970-2005: 0.1 à 0.4% par an; écart-type: 0.8 à 1.0%. Ces valeurs correspondent aux moyennes sur les trois taux concernés, calculés sur les exportations et importations de biens et de services non-financiers.

²⁷ De 1990 à 2001, sur base des taux de change effectifs nominaux, la monnaie luxembourgeoise s'est dépréciée d'environ 5%. Depuis, elle s'est appréciée en cumul d'environ 2%. Il convient de garder à l'esprit que les fluctuations des taux de change effectifs sont nettement plus faibles que celles des taux nominaux bilatéraux. Aussi le Luxembourg évolue-t-il depuis la fin des années '80 dans un régime de taux de change «de facto» fixe, par rapport à ses principaux partenaires commerciaux européens.

5.3 Principales conclusions et réserves

Ce choc est surtout censé illustrer les mécanismes qui se mettent en place lorsque les prix relatifs sont modifiés, l'origine de cette modification n'étant a priori pas importante. Aussi convient-il de nuancer l'importance que peut avoir une variation de ces prix relatifs sur l'économie luxembourgeoise. Faisant abstraction des taux de change effectifs, qui sont censés varier très peu d'une année à l'autre, l'attention devrait être portée sur les prix relatifs. Or, dans une très petite économie très ouverte, il existe, a priori, peu de marge de manœuvre sur les prix relatifs, les prix des exportations de biens constituant une exception, l'élasticité sur les prix intérieurs étant supérieure à celle sur les prix étrangers, ce qui dénote un certain pouvoir de marché des producteurs nationaux.

Les aspects de compétitivité-prix peuvent ainsi être mis en évidence via les simulations dans Modux. Toujours est-il que les estimations des équations du commerce extérieur furent particulièrement laborieuses et il serait ainsi abusif de vouloir effectuer une analyse complète de la compétitivité-prix dans un cadre aussi limité que celui constitué par un modèle macro-économétrique comme Modux.

Tableau 12: Appréciation via les taux de change

	<i>Années après le choc</i>				
	0	1	2	3	4
<i>Variables modifiées</i>	<i>Ecart en % par rapport au scénario central (sauf *: en points de %)</i>				
Taux de change nominal effectif ¹	-5.0	-5.0	-5.0	-5.0	-5.0
<i>Principales variables endogènes</i>					
PIB en vol.	-0.6	-0.9	-1.2	-1.4	-1.5
Emploi total	-0.1	-0.4	-0.6	-0.8	-1.1
Stock de capital brut, en vol.	-0.1	-0.1	-0.3	-0.4	-0.5
Prix à la consommation	-0.2	-0.5	-0.7	-0.9	-1.2
Coût salarial nominal moyen	-0.3	-0.6	-0.8	-1.0	-1.2
Taux de chômage*	0.0	0.1	0.2	0.2	0.2
Capacité/besoin de financement (secteur public)*	-0.1	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2
<i>Composantes du PIB (vol., dépenses)</i>					
Consommation finale nationale	-0.1	-0.3	-0.5	-0.6	-0.8
Formation brute cap. fixe	-0.8	-1.4	-1.8	-2.2	-2.4
Cons. collective	0.0	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1
Exportations au total	-0.9	-1.0	-0.9	-0.8	-0.7
dont biens	-2.0	-2.2	-2.1	-2.0	-1.8
dont autres services	-2.7	-3.0	-2.6	-2.2	-1.9
dont services financiers	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
dont consommation des non-résidents	-0.1	-0.4	-0.7	-0.8	-0.9
Importations au total	-0.8	-0.8	-0.7	-0.6	-0.5
dont biens	-1.1	-1.1	-0.9	-0.7	-0.5
dont autres services	-2.5	-2.8	-2.5	-2.1	-1.8
dont services financiers	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
dont cons. des lux à l'étranger	-0.1	-0.4	-0.8	-1.2	-1.6
Equilibre extérieur*	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3
dont biens	-0.3	-0.5	-0.6	-0.7	-0.8
dont autres services	-0.1	-0.1	-0.1	0.0	0.0
dont services financiers	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5

Tableau 12: Appréciation via les taux de change (suite)

	<i>Années après le choc</i>				
	1	2	3	4	5
<i>Marché du travail et population</i>	<i>Ecart en % par rapport au scénario central (sauf *: en points de %)</i>				
Population totale	0.0	0.0	0.0	-0.1	-0.1
Emploi total	-0.1	-0.4	-0.6	-0.8	-1.1
Frontaliers (entrants)	-0.1	-0.5	-0.9	-1.3	-1.6
Emploi national	-0.1	-0.2	-0.4	-0.5	-0.7
Population active	0.0	-0.1	-0.2	-0.3	-0.4
Taux d'activité*	0.0	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2
Taux de chômage*	0.0	0.1	0.2	0.2	0.2
	<i>Ecart en nombre de personnes (1000)</i>				
Population totale	-0.02	-0.08	-0.21	-0.40	-0.63
Solde migratoire	-0.02	-0.06	-0.13	-0.19	-0.23
Emploi total	-0.31	-1.20	-2.09	-2.98	-3.85
Frontaliers (entrants)	-0.17	-0.67	-1.24	-1.82	-2.41
Emploi national	-0.14	-0.52	-0.85	-1.16	-1.45
Nombre de chômeurs	0.07	0.27	0.39	0.46	0.50
Population active	-0.07	-0.25	-0.46	-0.70	-0.95
<i>Prix et salaires</i>	<i>Ecart en % par rapport au scénario central (sauf *: en points de %)</i>				
Prix à la consommation	-0.2	-0.5	-0.7	-0.9	-1.2
Déflateur PIB	-0.1	-0.3	-0.5	-0.7	-1.0
Coût d'usage du capital	0.4	0.7	0.8	0.8	0.7
Prix des exportations	-0.3	-0.5	-0.7	-0.8	-1.0
dont biens	-0.3	-0.7	-1.0	-1.4	-1.7
dont autres services	-1.7	-2.7	-3.3	-3.6	-3.8
dont services non-financiers	0.0	-0.1	-0.2	-0.3	-0.5
Prix des importations	-0.5	-0.8	-1.1	-1.3	-1.5
dont biens	-0.9	-1.6	-2.2	-2.6	-3.0
dont autres services	-0.6	-1.3	-1.9	-2.5	-3.0
dont services non-financiers	0.0	-0.1	-0.2	-0.3	-0.5
Coût salarial nominal moyen	-0.3	-0.6	-0.8	-1.0	-1.2
Revenu disponible ménages (réel)	-0.1	-0.1	-0.2	-0.2	-0.3
Productivité (apparente travail)	-0.5	-0.6	-0.6	-0.6	-0.5
Part salariale*	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Coût salarial unitaire	0.1	0.0	-0.2	-0.5	-0.8
Coût salarial unitaire réel	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1
<i>Finances publiques</i>					
Consommation intermédiaire	0.0	-0.3	-0.5	-0.8	-1.1
Formation de capital	0.0	0.0	0.0	-0.1	-0.2
Rémunération des salariés	-0.3	-0.5	-0.7	-0.9	-1.2
Prestations sociales	-0.3	-0.4	-0.8	-1.2	-1.6
Total des dépenses	-0.3	-0.5	-0.8	-1.2	-1.5
Impôts sur la production et les importations	-0.7	-1.1	-1.5	-1.8	-2.2
Impôts courants sur le revenu, le patrimoine, etc.	-0.4	-0.8	-1.2	-1.6	-2.0
Cotisations sociales	-0.4	-1.0	-1.5	-1.9	-2.4
Total des recettes	-0.5	-0.9	-1.3	-1.7	-2.1
Capacité/besoin de financement*	-0.1	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2

Source: STATEC

¹ Baisse = appréciation

6. Un choc économique favorable dans la Grande Région

6.1 Aspects méthodologiques

Il est envisageable que la conjoncture de la "Grande Région" hors Luxembourg (Saar-Lor-Rhénanie/Palatinat-Luxembourg belge) évolue différemment de celle des pays auxquels les régions respectives appartiennent. Ceci pourrait résulter du fait que la structure économique de ces régions diffère de celle du pays-mère. Longtemps, la Lorraine, bassin principal de provenance des travailleurs frontaliers, fut axée sur l'acier et le charbon, tout comme la Sarre d'ailleurs. Le Luxembourg belge et la Rhénanie-Palatinat sont des régions avec une prédominance plus agricole.

Les chocs subis par ces régions peuvent donc affecter de manière différente l'économie luxembourgeoise qu'un choc global, affectant les variables relatives à la demande mondiale. Dans la mesure où une grande partie du commerce extérieur luxembourgeois s'effectue avec la Grande Région²⁸, un choc asymétrique affectant les régions proches du Luxembourg devrait également comporter une variation de la demande "mondiale". Toutefois une telle option a été exclue du scénario.

Il a été décidé en revanche de simuler le choc spécifique affectant la Grande Région à travers d'autres variables figurant dans Modux, à savoir le taux de chômage et les revenus disponibles des ménages, ceci pour bien isoler l'impact des variables spécifiques à la Grande Région. Le choc est "favorable" (baisse du chômage, hausse des revenus des ménages) mais les résultats sont en principe symétriques.

L'hypothèse de départ est une hausse du PIB de la zone euro de 1%. Des élasticités ont été estimées entre le PIB européen et le chômage ainsi qu'entre le PIB européen et les revenus disponibles des ménages de la Grande Région. Ainsi, suite à une hausse du PIB européen de 1%, le chômage de la Grande Région diminuerait d'environ 0.5 point de % tandis que les revenus disponibles des ménages augmenteraient de 0.7%.

Dans Modux, le chômage et les revenus disponibles des ménages de la Grande Région interviennent principalement au niveau de l'offre de travail (étrangère): lorsque le chômage dans la Grande Région baisse, moins de travailleurs sont attirés vers le Luxembourg; il en est de même lorsque les revenus disponibles y augmentent. Ces relations, qui peuvent être déduites d'une modélisation des migrations suivant le modèle gravitationnel élargi²⁹, sont corroborées par des estimations économétriques. Les flux de frontaliers sont présentés en exemple (tableau 13)³⁰. Qui plus est, le taux de chômage de la Grande Région intervient au niveau de l'équation de salaires dans Modux, dans la mesure où le taux qui y figure est un taux pondéré, prenant en compte le taux national et le taux Grande Région³¹.

²⁸ Cf. Schuller (2007).

²⁹ Cf. Greenwood (1997) et Mathä et Wintr (2007).

³⁰ Les mêmes variables interviennent également au niveau de la modélisation flux migratoires entrants et sortants.

³¹ Dans l'équation de salaires du secteur privé non-financier, le coefficient sur le taux de chômage pondéré est de -0.047, dans le secteur financier il est de -0.018. Ainsi, pour le secteur privé non-financier, une hausse du chômage (pondéré) de 1 point de % entraîne une baisse des salaires (à long terme!) de 4.7%. Il faut encore savoir que le chômage de la Grande Région intervient pour environ 1/3 dans la pondération (il reprend en fait la part des frontaliers dans l'emploi intérieur).

Tableau 13: Équation des frontaliers*

Variable dépendante	Variables explicatives				
	Court terme		Long terme		Correction d'erreur
	Frontaliers / emploi salarié résident (retardé)	Rapport revenus disponibles (L / GR)	Différentiel de chômage (L-GR) ¹	Rapport revenus disponibles (L / GR)	
Frontaliers / emploi salarié résident	0.45	0.12	-0.0059	0.34	-0.44

Source: STATEC

* Sauf indications contraires, il s'agit d'élasticités, estimées à partir de variables exprimées en log. naturel

¹ Semi-élasticité

6.2 Le choc: baisse du chômage et hausse des revenus disponibles dans la Grande Région

Le mécanisme principal déclenché est celui qui passe à travers l'offre de travail des non-résidents: la hausse du revenu disponible et la baisse du chômage dans la Grande Région entraînent une baisse de l'offre de travail étrangère. Il s'ensuit une baisse de l'emploi frontalier et une hausse de l'emploi national, accompagnée d'une baisse du chômage: il y a substitution de frontaliers par des résidents. La baisse du chômage et la hausse de l'emploi national favorisent la demande intérieure via la consommation privée.

La baisse du chômage résident, associée à celle – exogène – du chômage Grande Région, entraînent une hausse des salaires. Cette dernière joue de façon négative sur l'emploi (total, intérieur) qui baisse marginalement.

Au total, l'impact sur le PIB resterait marginal, tandis que le chômage baisserait de 0.4 point au maximum. Les chiffres intéressants sont ceux qui illustrent la substitution résidents/frontaliers qui s'enclenche: la part des frontaliers dans le stock d'emplois intérieurs baisse de 0.2 points au maximum tandis que dans les flux (part dans les nouveaux emplois créés en net), la baisse est de 2-3 points sur les premières années. Ainsi, après trois ans, les mouvements suivants sont enregistrés au niveau du marché du travail (tableau 14):

• emploi total	-40
• emploi résident / national	+560
• frontaliers	-600
• chômage (résident)	-830

Pour ce qui est des mouvements de la population, les variations suivantes sont enregistrées:

• solde migratoire (cumul)	-780
• population totale	-780
• population 15-64 ans	-780
• population active	-270
• pop. 15-64 inactive ³²	-510

L'on remarque que la variation de la population active (-270) correspond à la somme des variations du chômage (-830) et de l'emploi national (+560); ceci est en fait toujours vérifié par hypothèse, en vertu de l'identité:

population active = emploi national + chômeurs.

³² Il s'agit de la population âgée 15-64 ans qui ne participe pas à la vie active (femmes aux foyers, étudiants, retirés volontaires).

La variation de la population totale (-780) est identique à celle de la population en âge de travailler. Ceci est dû au fait qu'également par hypothèse, le solde migratoire affecte principalement (mais pas exclusivement) la population en âge de travailler³³. Il y a donc des flux migratoires sortants qui affectent la population en âge de travailler mais également les personnes retirées, étudiants ou femmes au foyer. En fait, le flux sortant de population active est plus élevé que la baisse absolue de la population active de 270 personnes indiquées (qui constitue un flux net ou une variation de stock) puisqu'il y a une hausse du taux d'activité, de 0.10 points (cf. tableau 14), ce qui amène environ 200 nouvelles personnes (résidentes) sur le marché du travail³⁴.

Tableau 14: Choc favorable dans la Grande Région

	Années après le choc				
	0	1	2	3	4
<i>Variables modifiées</i>	<i>Ecart en % par rapport au scénario central (sauf *: en points de %)</i>				
Taux de chômage dans la Grande Région*	-0.5	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Revenus disponibles des ménages dans la GR	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
Emploi dans la Grande Région	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
<i>Principales variables endogènes</i>					
PIB en vol.	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1
Emploi total	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Stock de capital brut, en vol.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Prix à la consommation	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2
Coût salarial nominal moyen	0.0	0.3	0.6	0.8	1.0
Taux de chômage*	-0.2	-0.3	-0.4	-0.3	-0.3
Capacité/besoin de financement (secteur public)*	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Composantes du PIB (vol., dépenses)</i>					
Consommation finale nationale	0.2	0.5	0.8	0.9	1.0
Formation brute cap. fixe	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2
Cons. collective	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0
Exportations au total	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1
Importations au total	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1
Equilibre extérieur*	-0.1	-0.2	-0.3	-0.3	-0.4
dont biens	0.0	-0.1	-0.2	-0.3	-0.3
dont autres services	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
dont services financiers	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

³³ Les mouvements migratoires affectent également les moins de 15 et les plus de 64 ans mais dans Modux, la partie du solde migratoire affectant ces dernières catégories est exogène, elle ne varie donc pas lorsqu'on fait des simulations. Cette hypothèse simplificatrice peut se justifier dans la mesure où il s'agit de migrations qui ne sont probablement pas en premier lieu motivées économiquement (par la situation sur le marché du travail) sauf dans le cas où des familles entières sont concernées.

³⁴ Des flux de la catégorie des 15-64 ans inactive vers la catégorie "active". Tous les flux sont des flux nets!

Tableau 14: Choc favorable dans la Grande Région (suite)

	Années après le choc				
	1	2	3	4	5
<i>Marché du travail et population</i>					
	<i>Ecart en % par rapport au scénario central (sauf *: en points de %)</i>				
Population totale	-0.1	-0.1	-0.2	-0.2	-0.2
Emploi total	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Frontaliers (entrants)	-0.3	-0.4	-0.4	-0.4	-0.3
Part des frontaliers dans le stock salarié*	-0.1	-0.2	-0.2	-0.1	-0.1
Part des frontaliers dans les nouveaux emplois créés en net*	-2.8	-1.9	-0.1	1.1	1.2
Emploi national	0.2	0.3	0.3	0.2	0.1
Population active	0.0	-0.1	-0.1	-0.2	-0.2
Taux d'activité*	0.0	0.07	0.09	0.09	0.08
Taux de chômage*	-0.2	-0.3	-0.4	-0.3	-0.3
	<i>Ecart en nombre de personnes (1000)</i>				
Population totale	-0.28	-0.57	-0.78	-0.91	-0.99
Solde migratoire	-0.28	-0.29	-0.21	-0.13	-0.09
Emploi total	0.02	-0.02	-0.04	-0.07	-0.15
Frontaliers (entrants)	-0.33	-0.57	-0.60	-0.51	-0.45
Emploi national	0.34	0.55	0.56	0.44	0.30
Nombre de chômeurs	-0.40	-0.72	-0.83	-0.80	-0.73
Population active	-0.06	-0.16	-0.27	-0.36	-0.43
<i>Prix et salaires</i>					
	<i>Ecart en % par rapport au scénario central (sauf *: en points de %)</i>				
Prix à la consommation	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2
Déflateur PIB	0.0	0.1	0.2	0.3	0.5
Coût d'usage du capital	0.0	0.0	-0.1	-0.1	-0.2
Prix des exportations	0.0	0.0	0.1	0.2	0.3
Prix des importations	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1
Coût salarial nominal moyen	0.0	0.3	0.6	0.8	1.0
Revenu disponible ménages (réel)	0.1	0.5	0.7	0.8	0.9
Revenu disponible ménages (nominal)	0.1	0.5	0.7	0.9	1.0
Productivité (apparente travail)	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1
Part salariale*	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2
Coût salarial unitaire	0.0	0.2	0.4	0.7	0.9
Coût salarial unitaire réel	0.0	0.1	0.3	0.3	0.4
<i>Finances publiques</i>					
Consommation intermédiaire	0.0	0.0	0.1	0.3	0.5
Formation de capital	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
Rémunération des salariés	0.0	0.2	0.4	0.6	0.8
Prestations sociales	0.0	0.3	0.6	0.8	1.0
Total des dépenses	0.0	0.2	0.4	0.6	0.8
Impôts sur la production et les importations	0.0	0.0	0.1	0.3	0.4
Impôts courants sur le revenu, le patrimoine, etc.	0.0	0.2	0.4	0.5	0.7
Cotisations sociales	0.0	0.3	0.6	0.8	1.0
Total des recettes	0.0	0.1	0.3	0.5	0.6
Capacité/besoin de financement*	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Source: STATEC

6.3 Principales conclusions et réserves

Le choc a permis de relever plusieurs points:

- la complexité de l'insertion du Luxembourg dans le "reste du monde", car il ne suffit pas de prendre en compte les flux de marchandises ou de services mais également ceux de travailleurs;
- la modélisation (l'endogénéisation) de l'offre de travail étrangère est une caractéristique saillante de Modux;
- chômage au Luxembourg et chômage dans la GR semblent varier ensemble, et la causalité semble dirigée de l'étranger vers le Luxembourg; cette constatation est en partie tautologique car on a admis par défaut que le chômage Grande Région est exogène, donc on a exclu d'emblée la causalité allant du Luxembourg vers la Grande Région;
- les nécessaires équilibres comptables en matière de marché du travail luxembourgeois qui concernent, en l'absence de module démographique élaboré, les flux de frontaliers et les migrations.

7. Une hausse de la TVA sur la consommation finale des ménages

7.1 Aspects méthodologiques

La hausse de la TVA sur la consommation des ménages, sans aucune autre mesure accompagnatrice, permet de mettre en avant quelques caractéristiques importantes de Modux qui ont en partie déjà été évoquées. A cet effet, voici d'abord une description simple des principaux mécanismes économiques déclenchés. Seront abordés ensuite les aspects méthodologiques en question, concernant surtout les déterminants du taux d'épargne et l'établissement du coût d'usage du capital.

La hausse de la TVA sur la consommation privée enclenche une spirale prix-salaires qui entraîne les réactions suivantes:

- une hausse des prix intérieurs qui diminue le coût d'usage du capital (cf. ci-dessous) et augmente donc la FBCF;
- une baisse des taux d'intérêt réels, ce qui augmente la consommation privée;
- une hausse des salaires nominaux, donc des revenus relatifs Luxembourg / Grande Région, ce qui accroît l'offre de travail étrangère;
- une perte de compétitivité-prix, donc une baisse des exportations.

La relation entre prix intérieurs et coût d'usage du capital découle de la spécification de la formule du coût d'usage (cf. p. 28):

$$C_K = P_K \frac{(i + r - dP_K / P_K)}{1 - t}$$

où C_K est le coût d'usage réel du capital, i un taux d'intérêt nominal à long terme, r le taux d'amortissement (ou de retirement) dP_K/P_K l'évolution du prix du capital et t le taux d'imposition effectif du revenu des entreprises.

Toute modification des prix intérieurs, sans changement des taux d'intérêt nominaux, a un impact sur les taux d'intérêt réels et donc le coût d'usage du capital. Le problème s'illustre plus clairement à l'aide de simulations numériques. Lors d'un choc positif entretenu mais constant sur les prix, le coût d'usage diminue sur la première année mais augmente ensuite (cf. tableau 15). La raison en est la présence du terme $-dP_K/P_K$ dans la formule. Il traduit le fait que la hausse des prix (du capital) baisse le coût d'usage car on peut revendre les biens de capital existants à un prix supérieur. Lorsque le choc se traduit par une *inflation* en permanence plus élevée, la baisse du coût d'usage se maintient pendant plusieurs années avant que la hausse générale des prix finisse par faire augmenter le coût d'usage.

Tableau 15: Coût d'usage du capital et inflation

Année	Choc unique sur les prix		Choc accéléré sur les prix ¹		
	Prix du capital	Coût d'usage nominal	Prix du capital	Taux d'inflation du prix du capital	Coût d'usage nominal
	Ecart en % ou en points de % par rapport au scénario de base				
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	10.0	-40.2	2.0	2.0	-7.7
2	10.0	10.0	4.0	2.0	-6.9
3	10.0	10.0	6.1	2.0	-5.5
4	10.0	10.0	8.2	2.0	-4.8
5	10.0	10.0	10.4	2.0	-3.8
6	10.0	10.0	12.6	2.0	-3.5
7	10.0	10.0	14.9	2.0	-0.2
8	10.0	10.0	17.2	2.0	3.4
9	10.0	10.0	19.5	2.0	8.6
10	10.0	10.0	21.9	2.0	4.4

Source: STATEC

¹ Hausse de l'inflation

En raison de cette relation ambiguë entre inflation et coût d'usage, chaque choc se caractérisant par une forte variation des prix est susceptible de perturber, dans le court terme, le sentier de l'investissement. Voilà pourquoi, de façon symétrique la hausse des prix intérieurs – due à la hausse de la TVA – augmente la FBCF.

Le commentaire porte maintenant sur l'analyse détaillée de la réaction de la consommation privée. Sera abordée d'abord la question de la spécification avant celle de la déduction d'une relation décrivant le taux d'épargne³⁵.

Les comptes nationaux luxembourgeois ne comprennent pour le moment pas de compte complet des ménages donc de revenu disponible de ces derniers. Il est pourtant possible d'en établir un proxy, en intégrant des éléments comme les revenus salariaux ou les transferts nets, mais en faisant l'impasse sur la principale inconnue, c.-à-d. les revenus du capital. Il en résulte que le revenu disponible est sous-estimé et que l'épargne peut être négative par moments³⁶.

Si le niveau absolu de l'épargne n'est donc pas connu, ses fluctuations, qui sont implicitement comprises dans l'équation de consommation privée, peuvent véhiculer des informations utiles. En fait, le point essentiel concerne les déterminants à long terme de la consommation privée respectivement du taux d'épargne. La question est pertinente dans le présent contexte car les estimations économétriques font ressortir le taux d'intérêt réel comme déterminant à long terme du taux d'épargne. Or, comme les taux d'intérêt nominaux sont exogènes, toute modification des prix intérieurs a des répercussions sur les taux réels et donc sur l'équilibre épargne/consommation. En d'autres mots, lorsqu'une simulation affecte le taux d'intérêt réel, il peut y avoir une réaction persistante de la consommation privée.

Pour assurer une stabilité à long terme, il faut que l'élasticité de long terme entre le revenu disponible réel R et la consommation finale des ménages réelle C soit unitaire. Ceci peut se traduire par le fait que le taux d'épargne ne connaît pas de dérive à long terme:

$$\begin{aligned}
 \log(C) &= a + b \cdot \log(R) \\
 \log(C/R) &= a + (b-1) \cdot \log(R) \\
 &= \log(\exp(a)) + (b-1) \cdot \log(R) \\
 &= \log(\exp(a) \cdot R^{b-1}) \\
 C/R &= \exp(a) \cdot R^{b-1}
 \end{aligned}$$

³⁵ La relation entre les revenus relatifs et l'offre de travail étrangère est abordée au chapitre 6. L'impact des prix relatifs sur la compétitivité et les exportations a fait l'objet d'une simulation décrite au chapitre 5.

³⁶ Pour cette raison, pour chaque observation, le taux d'épargne a été augmenté "forfaitairement" de 15 points (cf. graphique 3).

Or $C/R = 1-s$ où s = taux d'épargne

Donc:

$$s = 1 - \exp(a) \cdot R^{b-1}$$

et si l'élasticité de long terme b entre revenu et consommation est différente de 1, alors $s=f(R)$: le taux d'épargne connaîtrait alors une dérive, fonction du niveau absolu du revenu disponible.

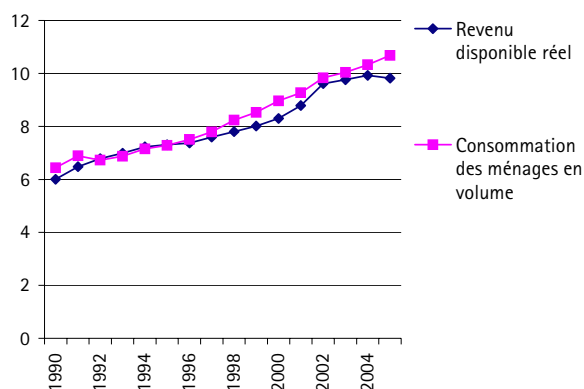
Les estimations économétriques concernant le Luxembourg semblent indiquer que la condition de l'indexation unitaire de long terme de la consommation privée sur le revenu disponible n'est respectée que si l'on inclut les taux d'intérêt réels dans la partie de long terme³⁷. L'on obtient alors:

$$\log(C/R) = -a \cdot \text{TIR}, a=0.02$$

où TIR = taux d'intérêt réel.

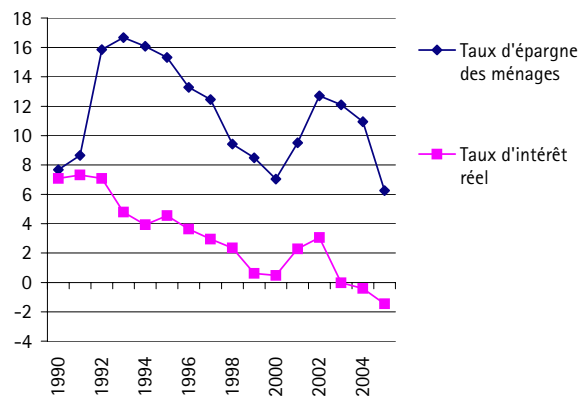
Ceci peut s'interpréter de la façon suivante: une hausse des taux d'intérêts réels d'un point (100 points de base) entraîne à long terme une baisse de la propension à consommer de 2 points ou une hausse équivalente de la propension à épargner (taux d'épargne). Voilà pourquoi toute modification des prix intérieurs affecte la consommation privée, si les taux d'intérêts nominaux sont exogènes, comme dans le cas du Luxembourg³⁸.

Graphique 2: Revenu disponible et consommation finale des ménages



Source: STATEC

Graphique 3: Taux d'épargne et taux d'intérêt réel



Source: STATEC

³⁷ Les résultats sont fortement hypothéqués par le nombre peu élevé d'observations, c'est-à-dire seize points.

³⁸ Dans le cas de la zone euro prise dans son ensemble, les taux d'intérêt sont endogènes et censés être ajustés (du moins partiellement) en fonction de l'inflation ou de ses anticipations, suivant un mécanisme à la règle de Taylor, par exemple.

7.2 Le choc: une hausse du taux de TVA (affectant la consommation finale des ménages résidents) de 1 point de PIB, pas de modification des taux d'intérêts nominaux

La variable exogène modifiée est le taux de TVA apparent sur la consommation des ménages résidents (cf. graphique 4). Du fait que la consommation privée se compose de multiples biens et services ayant des taux nominaux différents et puisque, dans Modux, il n'est considéré qu'un seul bien agrégé, pour effectuer cette simulation, il a fallu modifier ce taux apparent³⁹ ;:

Taux de TVA apparent = recettes TVA / dépenses de consommation soumises à la TVA

Les réactions qui s'en suivent ont été énumérées ci-avant:

- une baisse des taux d'intérêt réels qui augmente la consommation privée;
- une hausse des prix intérieurs (en niveau et en différence première; c.-à-d. du taux d'inflation) qui diminue le coût d'usage du capital et augmente la FBCF;
- une hausse des salaires nominaux, donc des revenus relatifs Luxembourg / Grande Région, ce qui augmente l'offre de travail étrangère;
- une perte de compétitivité-prix donc une baisse des exportations.

Il conviendrait d'ajouter que la hausse du taux de TVA améliore le solde des finances publiques, via une hausse des recettes qui est supérieure à celle des dépenses (induite par la hausse des salaires due à la hausse des prix à la consommation).

L'analyse des spécificités de ce choc est concentrée sur la consommation privée et les taux d'intérêt réels, vu que les autres mécanismes ont été commentés lors de la description d'autres chocs.

Lorsque la TVA sur la consommation privée est augmentée, l'on devrait s'attendre à une baisse de la consommation, pour deux raisons:

- des biens et services plus chers dans la mesure où les prix augmentent⁴⁰;
- une baisse du revenu disponible réel, du fait que les prix à la consommation augmentent plus que les salaires nominaux.

Or, d'après les résultats de Modux, la consommation privée ne baisserait que sur la première année, de 0.3%, et augmenterait ensuite, par rapport au scénario de base. Cette hausse, à partir de la deuxième année, est due à la baisse des taux d'intérêts réels, qui jouent sur la consommation privée dans le long terme. Rappelons que les estimations dans le cadre de Modux ont établi qu'une hausse (baisse) du taux d'intérêt réel de 1 point entraînerait une hausse (baisse) du taux d'épargne de 2 points de %.

La discussion devrait donc porter sur la détermination des taux d'intérêt réels dans une petite économie ouverte comme le Luxembourg. Or, en ce qui concerne l'économie luxembourgeoise, les taux d'intérêts nominaux de court terme ne sont pas fixés en fonction de la situation économique intérieure du pays (croissance, inflation) mais en fonction de celle du "partenaire" qui a l'autorité monétaire⁴¹. Ce fût la Belgique jusqu'en 1999, c'est la Banque Centrale Européenne depuis.

³⁹ Techniquement, le taux implicite n'est autre chose qu'un taux moyen pondéré, sachant que les taux de TVA vont de 0% (biens/services exempts) à 15% (taux normal maximal).

⁴⁰ Sous condition que les entreprises ne modifient pas trop leurs marges pour neutraliser la hausse de la TVA.

⁴¹ Il s'agit des taux nominaux de court terme, encore appelés taux directeurs. Les taux longs se forment sur les marchés des titres d'emprunts privés et publics.

En d'autres mots, lorsque l'inflation intérieure (du Luxembourg) diverge de celle de la zone Euro, les taux d'intérêt réels de court terme divergent également. Lorsqu'il y a plus d'inflation au Luxembourg, les taux d'intérêt réels y sont plus bas, ce qui favorise la consommation privée mais également l'investissement (via le coût d'usage du capital).

Voilà pourquoi une deuxième simulation a été entreprise, gardant les taux d'intérêts réels constants au Luxembourg en augmentant les taux nominaux. Le taux d'intérêt réel est défini par:

$$\text{TIR} = \text{TIN} - dP/P$$

où TIR = taux d'intérêt réel, TIN = taux d'intérêt nominal et dP/P = taux d'inflation.

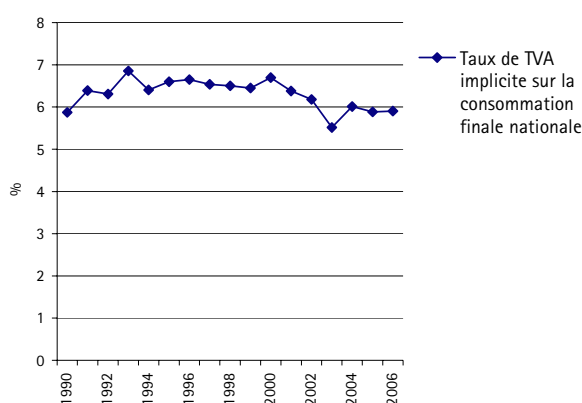
Lors de la simulation de la hausse du taux de TVA, la hausse du *niveau* des prix (par rapport au scénario de base) est permanente, tandis que le *taux d'inflation* dP/P augmente surtout la première année. Afin de garder les taux d'intérêt réels constants, il suffit donc en principe d'augmenter le taux d'intérêt nominal sur la première année. Dans les faits (cf. tableau 17), le taux nominal est plus élevé sur la première et deuxième année. Précisons à cet endroit également que l'évolution (exogène) des taux courts et longs est supposée être différente. En effet, alors que ce sont les taux courts qui entrent dans l'équation de consommation privée, ce sont les taux longs qui déterminent le comportement d'investissement des entreprises.

Lorsque les taux d'intérêts réels sont maintenus constants, la baisse de la consommation privée est permanente: 0.6 à 0.7 % après deux ans. Le PIB diminue maintenant dès la première année tandis que la FBCF est également plus faible que dans le scénario de base.

Les autres mécanismes restent en vigueur:

- baisse des exportations de 0.2% au maximum alors que les prix à l'exportation augmentent de 2% environ;
- hausse des recettes publiques (4% à partir de la deuxième année) et dégradation du solde public (0.8 à 0.6 points de PIB).

Graphique 4: Taux de TVA implicite sur la consommation finale nationale



Source: STATEC

Tableau 16: Hausse des taux de TVA sur la consommation des ménages résidents (1 point de PIB), taux d'intérêts nominaux inchangés

	<i>Années après le choc</i>				
	0	1	2	3	4
<i>Variables modifiées</i>	<i>Ecart en % par rapport au scénario central (sauf *: en points de %)</i>				
Taux d'imposition implicite TVA cons. privée*	2.3	2.6	2.6	2.6	2.5
<i>Principales variables endogènes</i>					
PIB en vol.	0.0	0.1	-0.1	-0.4	-0.6
Emploi total	-0.2	-0.2	-0.2	-0.3	-0.5
Stock de capital brut, en vol.	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1
Prix à la consommation	2.2	2.7	2.8	2.9	2.9
Coût salarial nominal moyen	2.0	2.5	2.5	2.5	2.5
Taux de chômage*	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4
Capacité/besoin de financement (secteur public)*	0.5	0.6	0.6	0.6	0.5
<i>Composantes du PIB (vol., dépenses)</i>					
Consommation finale nationale	-0.3	1.0	0.8	0.3	0.0
Formation brute cap. fixe	0.6	0.6	0.3	0.2	0.0
Cons. collective	0.3	0.1	-0.1	-0.2	-0.3
Exportations au total	0.0	-0.1	-0.1	-0.2	-0.2
dont biens	0.0	-0.1	-0.2	-0.3	-0.4
dont autres services	-0.1	-0.3	-0.5	-0.5	-0.6
dont services financiers	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
dont consommation des non-résidents	-0.2	-0.1	0.0	-0.1	-0.3
Importations au total	0.0	0.2	0.1	0.1	0.1
Equilibre extérieur*	-0.1	-0.5	-0.4	-0.4	-0.4
dont biens	0.0	-0.4	-0.4	-0.5	-0.5
dont autres services	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
dont services financiers	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2

Tableau 16: Hausse des taux de TVA sur la consommation des ménages résidents (1 point de PIB), taux d'intérêts nominaux inchangés (suite)

	Années après le choc				
	0	1	2	3	4
<i>Marché du travail et population</i>					
	<i>Ecart en % par rapport au scénario central (sauf *: en points de %)</i>				
Population totale	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1
Emploi total	-0.2	-0.2	-0.2	-0.3	-0.5
Frontaliers (entrants)	-0.2	-0.2	-0.1	-0.2	-0.4
Part des frontaliers dans le stock salarié*	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Emploi national	-0.2	-0.3	-0.3	-0.4	-0.5
Population active	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Taux d'activité*	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1
Taux de chômage*	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4
	<i>Ecart en nombre de personnes (1000)</i>				
Population totale	0.10	0.23	0.36	0.48	0.57
Solde migratoire	0.10	0.13	0.13	0.12	0.09
Emploi total	-0.69	-0.78	-0.80	-1.17	-1.65
Frontaliers (entrants)	-0.25	-0.22	-0.18	-0.35	-0.63
Emploi national	-0.44	-0.56	-0.62	-0.82	-1.02
Nombre de chômeurs	0.34	0.50	0.61	0.79	0.96
Population active	-0.10	-0.06	-0.01	-0.02	-0.06
<i>Prix et salaires</i>					
	<i>Ecart en % par rapport au scénario central (sauf *: en points de %)</i>				
Prix à la consommation	2.2	2.7	2.8	2.9	2.9
Taux d'inflation (prix cons.)*	2.3	0.4	0.1	0.1	0.0
Déflateur PIB	1.3	1.8	2.2	2.4	2.6
Taux d'intérêt réel court terme (défl.: prix conso.)*	-2.3	-0.4	-0.1	-0.1	0.0
Coût d'usage du capital	-0.1	-0.2	-0.4	-0.6	-0.5
Prix des exportations	0.3	0.6	0.8	1.0	1.2
Prix des importations	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
Coût salarial nominal moyen	2.0	2.5	2.5	2.5	2.5
Revenu disponible ménages (réel)	-0.2	-0.3	-0.4	-0.4	-0.5
Revenu disponible ménages (nominal)	2.0	2.4	2.4	2.4	2.4
Productivité (apparente travail)	0.2	0.4	0.1	0.0	-0.1
Part salariale*	0.6	0.6	0.5	0.4	0.3
Coût salarial unitaire	1.8	2.1	2.4	2.5	2.6
Coût salarial unitaire réel	1.2	1.1	1.0	0.8	0.7
<i>Finances publiques</i>					
Consommation intermédiaire	0.2	0.6	0.9	1.1	1.2
Formation de capital	0.0	0.0	0.1	0.2	0.4
Rémunération des salariés	1.7	2.1	2.3	2.4	2.4
Prestations sociales	2.1	2.4	2.4	2.4	2.4
Total des dépenses	1.5	1.9	2.0	2.0	2.0
Impôts sur la production et les importations	6.5	7.5	7.3	7.3	7.2
Impôts courants sur le revenu, le patrimoine, etc.	0.8	1.4	1.7	1.9	2.0
Cotisations sociales	1.8	2.2	2.3	2.2	2.0
Total des recettes	2.8	3.4	3.5	3.5	3.4
Capacité/besoin de financement*	0.5	0.6	0.6	0.6	0.5

Source: STATEC

Tableau 17: Hausse du taux de TVA sur la consommation des ménages résidents (1 point de PIB), taux d'intérêts réels inchangés

	Années après le choc				
	0	1	2	3	4
<i>Variables modifiées</i>	<i>Ecart en % par rapport au scénario central (sauf *: en points de %)</i>				
Taux d'imposition implicite TVA cons. privée*	2.3	2.6	2.6	2.6	2.5
Taux d'intérêt nominal à court terme*	2.3	0.5	0.1	0.0	0.0
Taux d'intérêt nominal à long terme*	0.3	0.5	0.3	0.1	0.0
<i>Principales variables endogènes</i>					
PIB en vol.	-0.1	-0.3	-0.6	-0.7	-0.8
Emploi total	-0.3	-0.5	-0.5	-0.6	-0.7
Stock de capital brut, en vol.	-0.1	-0.1	-0.2	-0.3	-0.3
Prix à la consommation	2.3	2.7	2.8	2.9	2.9
Coût salarial nominal moyen	2.0	2.3	2.5	2.5	2.5
Taux de chômage*	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5
Capacité/besoin de financement (secteur public)*	-0.5	0.8	0.8	0.7	0.6
<i>Composantes du PIB (vol., dépenses)</i>					
Consommation finale nationale	-0.3	-0.6	-0.7	-0.8	-0.8
Formation brute cap. fixe	-0.9	-1.3	-1.4	-0.8	-0.3
Cons. collective	0.5	0.1	-0.1	-0.2	-0.3
Exportations au total	0.0	-0.1	-0.2	-0.2	-0.2
Importations au total	-0.2	-0.2	-0.2	-0.1	0.0
Equilibre extérieur*	0.2	0.3	0.2	0.0	-0.2
dont biens	0.2	0.2	0.1	-0.2	-0.4
dont autres services	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
dont services financiers	0.0	0.1	0.2	0.2	0.2

Tableau 17: Hausse du taux de TVA sur la consommation des ménages résidents (1 point du PIB), taux d'intérêts réels inchangés (suite)

	Années après le choc				
	0	1	2	3	4
<i>Marché du travail et population</i>	<i>Ecart en % par rapport au scénario central (sauf *: en points de %)</i>				
Population totale	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1
Emploi total	-0.3	-0.5	-0.5	-0.6	-0.7
Frontaliers (entrants)	-0.3	-0.5	-0.5	-0.6	-0.8
Part des frontaliers dans le stock salarié*	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Part des frontaliers dans les nouveaux emplois créés en net*	0.8	0.5	0.3	0.6	0.7
Emploi national	-0.3	-0.4	-0.5	-0.5	-0.6
Population active	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1
Taux d'activité*	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.2
Taux de chômage*	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5
	<i>Ecart en nombre de personnes (1000)</i>				
Population totale	0.10	0.20	0.28	0.34	0.39
Solde migratoire	0.10	0.10	0.08	0.07	0.05
Emploi total	-0.98	-1.52	-1.77	-2.12	-2.51
Frontaliers (entrants)	-0.40	-0.63	-0.75	-0.92	-1.15
Emploi national	-0.58	-0.89	-1.03	-1.19	-1.36
Nombre de chômeurs	0.42	0.68	0.81	0.94	1.06
Population active	-0.15	-0.21	-0.22	-0.25	-0.30
<i>Prix et salaires</i>	<i>Ecart en % par rapport au scénario central (sauf *: en points de %)</i>				
Prix à la consommation	2.3	2.7	2.8	2.9	2.9
Taux d'inflation (prix cons.)*	2.3	0.5	0.1	0.1	0.0
Déflateur PIB	-2.2	3.0	3.6	3.4	2.9
Taux d'intérêt réel court terme (défl.: prix conso.)*	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0
Coût d'usage du capital	3.3	5.9	3.6	1.3	-0.5
Prix des exportations	-3.3	1.5	2.0	1.9	1.6
Prix des importations	-1.8	0.0	1.0	1.4	1.5
Coût salarial nominal moyen	2.0	2.3	2.5	2.5	2.5
Revenu disponible ménages (réel)	-0.3	-0.5	-0.6	-0.6	-0.6
Revenu disponible ménages (nominal)	2.0	2.3	2.3	2.3	2.2
Taux d'épargne ménages*	0.0	0.2	0.2	0.2	0.1
Productivité (apparente travail)	0.2	0.1	0.0	-0.1	-0.1
Part salariale*	2.6	-0.1	-0.2	-0.1	0.1
Coût salarial unitaire	1.7	2.2	2.5	2.6	2.6
Coût salarial unitaire réel	5.1	-0.1	-0.5	-0.1	0.3
<i>Finances publiques</i>					
Consommation intermédiaire	0.3	0.7	1.0	1.2	1.2
Formation de capital	0.0	0.0	0.1	0.3	0.4
Rémunération des salariés	1.7	2.0	2.2	2.3	2.4
Prestations sociales	2.1	2.3	2.3	2.2	2.2
Total des dépenses	1.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Impôts sur la production et les importations	5.2	7.1	7.1	7.2	7.1
Impôts courants sur le revenu, le patrimoine, etc.	-6.8	3.7	4.1	3.4	2.4
Cotisations sociales	1.6	1.8	1.9	1.9	1.8
Total des recettes	-0.2	4.0	4.1	3.9	3.5
Capacité/besoin de financement*	-0.5	0.8	0.8	0.7	0.6

Source: STATEC

7.3 Principales conclusions et réserves

Cette simulation (hausse des taux de TVA) est relativement compliquée car elle implique un nombre élevé de mécanismes présents dans Modux. Certains sont commentés ailleurs et n'ont pas été abordés ici (l'offre de travail des non résidents, les effets multiplicateurs,...).

Cette simulation a mis en évidence le fait que la hausse de la TVA provoque les réactions escomptées, c.-à-d. une baisse de la consommation privée et une amélioration du solde des finances publiques, sous condition que les taux d'intérêts réels soient maintenus constants (en augmentant les taux nominaux exogènes). Du fait que les taux d'intérêts réels affectent le comportement d'épargne et de consommation des ménages à long terme, la hausse de la TVA, qui provoque une *baisse* des taux réels sans aucune autre modification, a été neutralisée, en augmentant les taux nominaux.

8. Une baisse des contributions sociales employeurs

8.1 Aspects méthodologiques

Les modifications des taux de contribution sociale ont été fréquentes au cours des dernières décennies, au niveau européen et au Luxembourg:

- à la hausse, pour combler les déficits publics;
- à la baisse, pour relancer l'emploi et baisser le chômage.

Toutefois, la modulation du taux employeur ne déclenche pas les mêmes réactions que celle du taux ménages; les effets sont en fait très différents. De par le calcul du revenu disponible des ménages, à partir du coût salarial affectant l'entreprise, une baisse des cotisations sociales *en faveur des ménages* n'a pas d'impact *direct* sur le coût du travail, mais contribue à augmenter le revenu disponible des ménages. En revanche, la baisse des *contributions employeurs* n'a pas d'effet direct sur le revenu disponible des ménages mais baisse le coût du travail:

+	Coût salarial total
-	Cotisations employeurs
=	Revenu brut salariés
-	Impôts et cotisations ménages
+	Transferts
=	Revenu disponible ménages

Ainsi, baisser les cotisations des employeurs ou des ménages déclenche les réactions suivantes:

- la baisse des cotisations employeurs baisse le coût du travail, favorise donc l'emploi et diminue l'inflation;
- la baisse des cotisations ménages augmente le revenu disponible, favorise la consommation mais, dans le cas du Luxembourg, accentue le différentiel de revenu disponible avec les ménages des régions frontalières.

Ainsi, dans un objectif de hausse de l'emploi et de baisse du chômage, seule la baisse des cotisations employeurs est envisageable. La baisse des cotisations employés produit des effets très semblables à la réduction de la fiscalité directe des ménages qui fait l'objet du prochain chapitre. Notons encore que la définition du choc (seulement baisse des cotisations employeurs, pas de baisse des cotisations employés, respectivement pas de modification des transferts publics de l'Etat central au secteur de la Sécurité Sociale), va à l'encontre de la législation actuelle mais correspond au principe des variantes analytiques (cf. chapitre 1, partie 2).

8.2 Le choc: une baisse des cotisations sociales employeurs de 1% du PIB

Dans la mesure où la baisse des cotisations sociales employeurs diminue le coût du travail, favorise donc l'emploi et les exportations⁴², l'on peut s'attendre à un retour favorable sur le PIB et donc les recettes publiques. C'est ce qu'on appelle l'effet multiplicateur dans le contexte d'un choc sur une variable faisant partie des finances publiques.

⁴² Par un effet favorable de compétitivité-prix suite à la baisse des prix intérieurs.

Effet multiplicateur des dépenses publiques

L'effet multiplicateur représente les "gains" réalisés suite à une baisse des recettes publiques ou à une hausse des dépenses. En général, en baissant les recettes (via les taux de cotisation ou d'imposition), l'on s'attend à une relance de l'activité économique et donc à une hausse subséquente des recettes, ce qui devrait effacer une partie des moins-values de recettes. Le même mécanisme est attendu lorsque l'Etat augmente les dépenses publiques pour stimuler l'activité économique, et générer ainsi des recettes fiscales supplémentaires. Pour plus de détail, voir à partir de la page 61.

La baisse des cotisations sociales employeurs de 1% du PIB diminue le taux de cotisation effectif des employeurs de 1.8 points de % (ex ante) et les cotisations sociales perçues de quelque 9% dans l'absolu, sur les deux premières années. Il y a trois réactions d'envergure qui sont déclenchées:

1. une baisse des cotisations, qui favorise l'emploi au détriment du capital (enclenchant une substitution travail pour du capital), ce qui contribue à diminuer le chômage;
2. une baisse du coût du travail, qui génère quant à elle, deux sous-réactions:
 - a) une baisse de la part salariale donc une hausse de la profitabilité des entreprises;
 - b) une baisse générale des prix intérieurs, ce qui déclenche d'autres réactions (cf. ci-après)⁴³;
3. une aggravation du déficit public qui se trouve amoindri du fait de l'effet multiplicateur favorable.

Les trois réactions sont exposées de façon détaillée ci-après.

La substitution travail pour du capital est remarquable, surtout à partir de la troisième année. La hausse de l'emploi est de 0.3-0.5% tandis que celle du stock de capital diminue légèrement. Le chômage quant à lui baisse de 0.2 points de %, ce qui paraît peu eu égard à la hausse de l'emploi intérieur. Mais alors que le chômage diminue, le taux d'activité augmente (0.1 point de %), ce qui est une réaction normale intervenant en cas de choc conjoncturel favorable. Cet effet est appelé "effet flexion": l'impact favorable d'une reprise économique sur le chômage est toujours amoindri par le fait que les perspectives améliorées attirent des travailleurs jusque là découragés ou inactifs.

La baisse du chômage joue en plus sur l'offre de main d'œuvre étrangère. Celle-ci, comme décrit précédemment, dépend des salaires (nets) relatifs et de l'écart de chômage entre le Luxembourg et la Grande Région. La baisse des cotisations sociales employeurs diminue les salaires nets au Luxembourg, phénomène qui est décrit plus loin et qui tient à la boucle prix-salaires déclenchée, ce qui diminue l'attractivité relative du territoire luxembourgeois. En revanche, la baisse du chômage au Luxembourg joue en sens inverse: ainsi, au total, la part des frontaliers dans l'emploi intérieur ne varie pas alors que la seule baisse des salaires nets aurait dû la faire diminuer.

Pour ce qui concerne la baisse des salaires, il convient de distinguer le coût du travail incombant à l'employeur et le salaire brut touché par le salarié. La baisse des cotisations n'affecte en premier lieu que le coût du travail de l'employeur, qui baisse de 2.2% sur la première année et de 2.3% après cinq ans. Mais cette baisse du coût du travail déclenche une spirale prix-salaires négative, qui baisse la totalité des autres prix intérieurs. Ainsi, le salaire brut employé, c.-à-d. hors cotisations sociales employeurs mais comprenant les cotisations employés et avant impôts, diminue de 0.2% sur la première année et de 0.6% après cinq ans. L'accélération de la baisse, à la fois pour le coût employeur et le salaire brut employé, traduit la spirale inflation-salaires (négative) qui est déclenchée.

⁴³ La baisse généralisée des prix provoque une hausse des taux d'intérêt réels. Au contraire du choc sur la TVA, les réactions globales sont peu différentes, suivant qu'on modifie ou non les taux nominaux. Le tableau 19 retrace les différences sur les principales variables et le cas des taux nominaux inchangés est celui mis en exergue prix comme référence et expliqué en détail.

La baisse générale des prix est plus ou moins prononcée, en fonction de l'importance que revêtent pour leur détermination respective, les prix intérieurs⁴⁴. Ainsi, les prix à l'exportation baissent plus que les prix à l'importation⁴⁵. D'autre part, les prix à la consommation baissent moins que les salaires bruts (hors cotisations sociales employeurs)⁴⁶. Les deux dernières observations révèlent deux autres mécanismes:

- une hausse des exportations via un effet de compétitivité-prix (+0.5% pour les biens après 5 ans et +0.7% pour les services non-financiers, les services financiers n'étant pas dépendants de la compétitivité-prix);
- une baisse de la consommation privée vu que le revenu disponible *réel* baisse; ce dernier diminuant de 0.5% au début puis de 0.1% à la fin; la baisse de la consommation privée est plus importante au début (-0.5%) qu'à la fin (-0.1%) et est atténuée par la baisse du chômage.

Finalement, alors que l'impulsion budgétaire négative avait été calibrée à 1% du PIB, le solde public ne diminue que de 0.5-0.4 points de PIB. La moitié des moins values fiscales est donc compensée par des recettes plus élevées (ou des dépenses moins fortes, car, globalement, tous les postes baissent par rapport au scénario de base, vue la baisse généralisée des prix).

Tableau 18: Baisse des cotisations sociales employeurs (1 point de PIB)

	<i>Années après le choc</i>				
	0	1	2	3	4
<i>Variables modifiées</i>	<i>Ecart en % par rapport au scénario central (sauf *: en points de %)</i>				
Taux de cotisation effectif employeurs*	-1.8	-1.7	-1.7	-1.6	-1.6
Total cot. soc. perçues	-9.2	-8.8	-8.6	-8.3	-8.0
<i>Principales variables endogènes</i>					
PIB en vol.	-0.1	0.0	0.2	0.3	0.5
Emploi total	0.3	0.2	0.3	0.4	0.5
Stock de capital brut, en vol.	0.0	0.0	-0.1	-0.1	-0.1
Prix à la consommation	-0.1	-0.2	-0.4	-0.5	-0.6
Coût salarial nominal moyen	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2
Taux de chômage*	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.2
Capacité/besoin de financement (secteur public)*	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
<i>Composantes du PIB (vol., dépenses)</i>					
Consommation finale nationale	-0.3	-0.4	-0.3	-0.3	-0.2
Formation brute cap. fixe	-0.3	-0.4	-0.4	-0.2	-0.1
Cons. collective	-0.5	-0.3	-0.2	-0.1	-0.1
Exportations au total	0.0	0.1	0.2	0.2	0.2
dont biens	0.0	0.2	0.3	0.4	0.4
dont autres services	0.1	0.4	0.5	0.6	0.7
dont services financiers	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
dont consommation des non-résidents	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3
Importations au total	0.0	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1
Equilibre extérieur*	0.2	0.3	0.4	0.5	0.5

⁴⁴ En principe, tous les prix dépendent en partie des prix intérieurs (prix de VAB), généralement de façon directe ou alors certainement de façon indirecte, et pour le restant, des prix étrangers, via le contenu en importations.

⁴⁵ Les prix à l'importation comportent également une part de prix intérieurs du fait du comportement de marge des importateurs.

⁴⁶ Ceci est dû au fait que les prix à la consommation ont une composante intérieure moins importante que les salaires.

Tableau 18: Baisse des cotisations sociales employeurs (1 point de PIB) (suite)

	Années après le choc				
	0	1	2	3	4
<i>Marché du travail et population</i>	<i>Ecart en % par rapport au scénario central (sauf *: en points de %)</i>				
Population totale	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Emploi total	0.3	0.2	0.3	0.4	0.5
Frontaliers (entrants)	0.3	0.3	0.4	0.4	0.6
Part des frontaliers dans le stock salarié*	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Emploi national	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4
Population active	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Taux d'activité*	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1
Taux de chômage*	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.2
	<i>Ecart en nombre de personnes (1000)</i>				
Population totale	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.01
Solde migratoire	-0.02	0.01	0.00	0.00	0.01
Emploi total	0.85	0.82	0.95	1.26	1.68
Frontaliers (entrants)	0.40	0.41	0.48	0.64	0.86
Emploi national	0.45	0.40	0.47	0.63	0.81
Nombre de chômeurs	-0.30	-0.26	-0.30	-0.40	-0.51
Population active	0.16	0.14	0.17	0.23	0.30
<i>Prix et salaires</i>	<i>Ecart en % par rapport au scénario central (sauf *: en points de %)</i>				
Prix à la consommation	-0.1	-0.2	-0.4	-0.5	-0.6
Taux d'inflation (prix cons.)*	-0.1	-0.2	-0.1	-0.1	-0.1
Déflateur PIB	-0.5	-0.9	-1.2	-1.4	-1.5
Coût d'usage du capital	0.1	0.3	0.5	0.6	0.6
Prix des exportations	-0.3	-0.5	-0.7	-0.8	-0.9
Prix des importations	-0.1	-0.2	-0.4	-0.5	-0.6
Coût salarial nominal moyen	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2	-2.2
Idem, hors cotisations sociales employeurs	-0.2	-0.3	-0.4	-0.4	-0.5
Revenu disponible ménages (nominal)	-0.6	-0.5	-0.6	-0.6	-0.7
Revenu disponible ménages (réel)	-0.5	-0.3	-0.2	-0.1	-0.1
Productivité (apparente travail)	-0.4	-0.3	-0.1	0.0	0.0
Part salariale*	-0.7	-0.5	-0.4	-0.4	-0.3
Coût salarial unitaire	-1.8	-1.9	-2.1	-2.2	-2.2
Coût salarial unitaire réel	-1.4	-1.0	-0.9	-0.8	-0.7
<i>Finances publiques</i>					
Consommation intermédiaire	-0.3	-0.7	-1.0	-1.2	-1.4
Formation de capital	0.0	-0.1	-0.2	-0.3	-0.5
Rémunération des salariés	-1.4	-1.4	-1.5	-1.5	-1.5
Prestations sociales	-2.4	-2.1	-2.1	-2.1	-2.1
Total des dépenses	-1.5	-1.5	-1.5	-1.6	-1.6
Impôts sur la production et les importations	-0.2	-0.4	-0.5	-0.6	-0.6
Impôts courants sur le revenu, le patrimoine, etc.	0.0	-0.3	-0.5	-0.6	-0.7
Cotisations sociales	-9.2	-8.8	-8.6	-8.3	-8.0
Total des recettes	-2.6	-2.7	-2.7	-2.7	-2.7
Capacité/besoin de financement*	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5

Source: STATEC

8.3 Principales conclusions et réserves

Le choc simulé est assez compliqué à analyser, nombreux étant les mécanismes déclenchés. Ce qui semble toutefois clair, c'est l'effet globalement bénéfique de la baisse des cotisations sociales patronales, si l'on fait abstraction de la dégradation de la situation des finances publiques :

- hausse du PIB de 0.6% et de l'emploi de 0.5% après cinq ans;
- baisse du chômage de 0.2 ppt;
- baisse généralisée des prix, déclenchant une amélioration de la compétitivité-prix;
- dégradation des finances publiques mais atténuation substantielle suite à un effet multiplicateur favorable.

A propos du coût pour le budget de l'Etat, en dépit d'un recouvrement partiel des moins-values de rentrées fiscales, il serait en principe possible d'accompagner cette baisse des cotisations sociales par des hausses d'autres impôts, comme par exemple la TVA, afin de préserver la neutralité budgétaire de la mesure.

La seule réserve qu'il convient de formuler à l'égard des résultats exposés concerne les taux d'intérêts. A l'occasion du choc précédent (hausse de TVA), pour éviter des distorsions et des impacts "non désirés", les taux d'intérêts réels ont été maintenus constants. Suite au déclenchement de la boucle prix-salaires, l'impact sur les prix était substantiel, à tel point que le taux d'inflation augmentait chaque année, ce qui est assez rare sur les simulations effectuées. Dans le présent cas, l'impact sur le taux d'inflation est moindre, surtout sur les deux premières années. Ainsi, le cas présenté est celui "à taux nominaux constants", tandis qu'une simulation alternative, à "taux réels constants" a également été effectuée. L'on peut en effet constater (cf. tableau 19) que les différences sont minimales, à l'exception de la FBCF, qui augmente maintenant sur tout l'horizon de simulation.

Tableau 19: Analyse comparative de la baisse des cotisations employeurs

	Années après le choc				
	0	1	2	3	4
<i>Ecart en % par rapport au scénario de base</i>					
<i>1. Pas de modification des taux d'int. nominaux</i>					
PIB vol.	-0.1	0.0	0.2	0.3	0.5
Prix à la consommation	-0.1	-0.2	-0.4	-0.5	-0.6
Consommation privée	-0.3	-0.4	-0.3	-0.3	-0.2
FBCF	-0.3	-0.4	-0.4	-0.2	-0.1
Solde extérieur*	0.2	0.3	0.4	0.5	0.5
<i>2. Avec modification des taux nominaux, càd taux d'int. réels inchangés</i>					
PIB vol.	-0.1	0.0	0.3	0.5	0.6
Prix à la consommation	-0.1	-0.3	-0.4	-0.5	-0.6
Consommation privée	-0.3	-0.4	-0.2	0.0	0.0
FBCF	0.0	0.3	0.5	0.5	0.5
Solde extérieur*	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4

Source: STATEC

* points de % du PIB

9. Modification de l'imposition directe des ménages

9.1 Aspects méthodologiques

La baisse des impôts directs des ménages produit les mêmes effets que la baisse des cotisations sociales en faveur des ménages. Elle joue sur le revenu disponible et n'affecte pas, du moins directement, le coût du travail pour les entrepreneurs. En cas de choc de même ampleur, l'impact sur les principales variables est quasiment identique, voilà pourquoi ne sont publiés que les résultats de la modification du taux d'imposition direct des ménages.

Le taux d'imposition est un taux implicite, obtenu en divisant les impôts collectés par la base fiscale c.-à-d. le revenu imposable des ménages. Alors que les impôts collectés sont mesurés avec une assez grande précision⁴⁷, tel n'est pas le cas pour le revenu disponible des ménages⁴⁸. Il est très probable que le revenu disponible soit sous-estimé, il est donc également plausible que le taux d'imposition absolu, tel que représenté au graphique 5 soit trop élevé⁴⁹.

Ce dernier a baissé en 2001 et 2002, suite à la réforme de la fiscalité directe affectant les personnes physiques. Il a augmenté depuis en raison de la hausse des salaires nominaux, combinée à la progressivité des barèmes⁵⁰.

Revenu disponible et imposable

Le revenu imposable des ménages est obtenu en retranchant de la masse salariale (nette des cotisations patronales) versée par les entreprises les cotisations sociales payées par les ménages et en l'augmentant des prestations sociales en liquide⁵¹. Cette masse comprend les versements aux frontaliers car ceux-ci sont imposés "à la source" au Grand-Duché. Le revenu disponible est obtenu en diminuant la masse salariale des ménages *résidents* des mêmes cotisations ainsi que des impôts payés. Elle est augmentée des loyers imputés⁵², des prestations sociales en liquide et d'une estimation pour les revenus des fonctionnaires internationaux. Il s'agit d'un proxy en l'absence de données de source "comptes nationaux", mais établi avec des chiffres émanant des comptes nationaux. La principale composante qui fait défaut concerne les revenus du capital en faveur des ménages.

⁴⁷ Il s'agit de la catégorie "Impôts sur le revenu des personnes physiques ou des ménages" (D51A) du tableau retraçant les impôts tels que publiés par le STATEC en respectant les règles du SEC95 (cf. <http://www.statistiques.public.lu/fr/>).

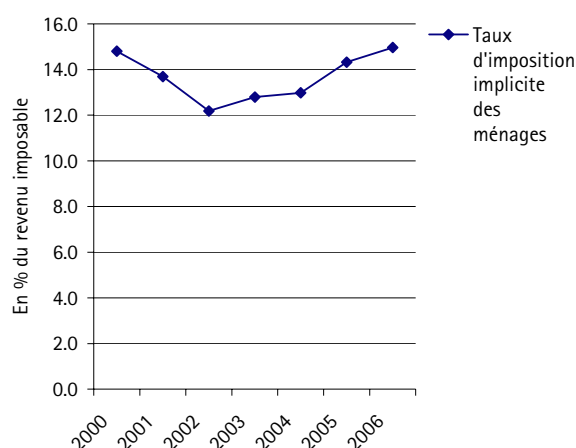
⁴⁸ La raison étant que le STATEC n'a pas pour l'instant publié des comptes des secteurs complets, dont font partie les comptes des ménages. Le seul secteur pour qui il existe une séquence complète des comptes est le secteur public.

⁴⁹ Il ne s'agit pas du taux de prélèvement global affectant les revenus des ménages car il ne comprend pas les cotisations sociales versées par ces derniers!

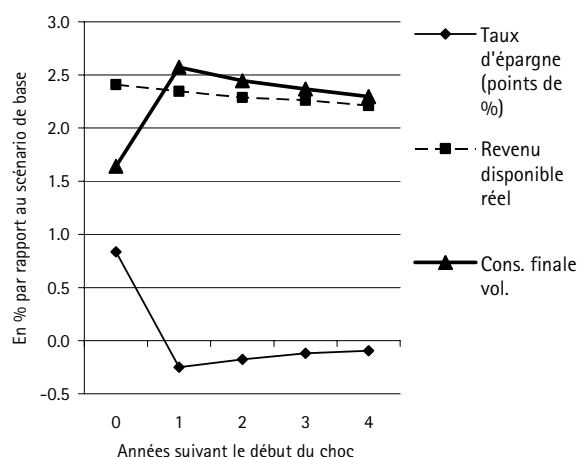
⁵⁰ En raison de l'inflation salariale, le taux d'imposition moyen augmente naturellement, au fur et à mesure que pour un assujetti donné, une part de plus en plus importante de son revenu disponible est soumise à des taux marginaux plus élevés. Aucune adaptation à l'inflation des barèmes fiscaux n'a été entreprise entre 2003 et 2007.

⁵¹ Il s'agit d'une simplification dans la mesure où toutes les prestations sociales en liquide ne sont pas soumises à l'impôt. Tandis que les pensions le sont, d'autres transferts comme les allocations familiales ne le sont pas.

⁵² Les loyers imputés sont les loyers fictifs que les propriétaires de logements sont censés se verser en contrepartie de la consommation du service de logement.

Graphique 5: Taux d'imposition implicite des ménages

Source: STATEC

Graphique 6: Modification du taux d'épargne des ménages suite à la baisse des impôts directs

Source: STATEC

La modification du taux d'imposition est susceptible d'affecter le comportement d'épargne des ménages. Dans Modux, le taux d'épargne dépend des taux d'intérêts réels (cf. chap. 7). Une hausse des taux d'intérêt réels augmente le taux d'épargne des ménages. Mais le comportement d'épargne est également affecté par la spécification sous forme de mécanisme à correction d'erreur de l'équation de consommation privée. La hausse du revenu disponible n'impacte pas à 100% sur la première année sur la consommation privée, il y a donc un certain lissage, qui se traduit par une hausse du taux d'épargne. Ensuite, le taux d'épargne baisse car les taux réels baissent en raison de la nature inflationniste du choc simulé.

9.2 Les résultats d'une baisse du taux d'imposition des ménages d'un point de PIB

L'impact initial sur le revenu disponible des ménages est calibré pour correspondre à un point de PIB en volume. Trois ou quatre réactions distinctes méritent d'être analysées et commentées:

1. la hausse du revenu disponible fait augmenter la consommation privée et le PIB, en dépit du contenu en importations relativement élevé;
2. les effets induits primaires, qui peuvent être séparés en effets favorables et défavorables:
 - a) une hausse de l'emploi et de la FBCF;
 - b) une hausse des importations, ainsi qu'une hausse générale des prix, qui induit une (légère) baisse des exportations, les deux jouant de façon défavorable sur le solde extérieur;
3. une détérioration des finances publiques;
4. une hausse de l'afflux de travailleurs étrangers, ce qui tempère l'impact favorable sur le chômage résident.

Suite à la baisse des impôts directs des ménages (1.7 points sur le taux d'imposition implicite), le revenu disponible des ménages augmente initialement de 2.4%. La hausse est la même pour le revenu nominal et le revenu en volume car les prix à la consommation ne varient presque pas sur les premières années. La hausse de la consommation privée est de 1.6% sur la première année et de 2.6% sur la deuxième. Le PIB augmente

d'environ 0.5% sur tout l'horizon. L'impact sur le PIB est toutefois amoindri par la hausse des importations (au maximum +0.4%).

La hausse du PIB entraîne une hausse de l'emploi (+0.4% après trois ans) et une hausse des investissements (+0.9%) au maximum. La (légère) hausse des prix dégrade la compétitivité-prix ce qui fait baisser marginalement les exportations (-0.1% pour les exportations de biens resp. de services non-financiers).

Le solde public baisse (-0.7 points de PIB après 2 ans) mais moins que le choc initial. L'effet multiplicateur est donc bien présent. Ainsi, les recettes publiques totales baissent de 1.6% sur la première année mais seulement de 1.3% sur la troisième.

Du fait de la hausse du revenu disponible des salariés travaillant au Luxembourg, l'exercice d'une profession sur le territoire devient plus attractif. Ainsi, la part des travailleurs frontaliers dans l'emploi intérieur augmente mais les afflux migratoires varient également de façon positive. La part des frontaliers dans le stock de travailleurs salariés augmente de 0.2 points après quatre ans. Le solde migratoire augmente quant à lui de légèrement plus de 200 personnes après la troisième année. La hausse des afflux migratoires joue sur la population active (résidente). Ainsi, on ne peut pas affirmer que la hausse de l'emploi national (+0.3%) est due exclusivement à une hausse du taux d'activité; cette dernière se limitant à 0.1 point.

9.3 Principales conclusions et réserves

Les réserves à appliquer aux résultats de ce choc sont plutôt de nature statistique. Seule une amélioration de la base statistique sous-jacente (concernant les comptes des ménages) permettra d'améliorer les résultats. Les effets sur les principales variables sont en tous cas du signe attendu et les ordres de grandeur semblent plausibles.

Tableau 20: Baisse des impôts directs des ménages (1 point de PIB)

	Années après le choc				
	0	1	2	3	4
<i>Variables modifiées</i>	<i>Ecart en % par rapport au scénario central (sauf *: en points de %)</i>				
Taux d'imposition du revenu des ménages*	-1.7	-1.6	-1.6	-1.6	-1.5
Total impôts directs perçus sur les ménages	-6.7	-5.0	-3.8	-2.6	-1.8
<i>Principales variables endogènes</i>					
PIB en vol.	0.4	0.5	0.5	0.4	0.4
Emploi total	0.1	0.2	0.4	0.4	0.4
Stock de capital brut, en vol.	0.0	0.1	0.2	0.2	0.2
Prix à la consommation	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1
Coût salarial nominal moyen	0.1	0.1	0.0	-0.1	-0.1
Taux de chômage*	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1
Capacité/besoin de financement (secteur public)*	-0.7	-0.7	-0.6	-0.6	-0.6
<i>Composantes du PIB (vol., dépenses)</i>					
Consommation finale nationale	1.6	2.6	2.4	2.4	2.3
Formation brute cap. fixe	0.7	0.9	0.9	0.8	0.7
Cons. collective	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1
Exportations au total	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
dont biens	0.0	0.0	-0.1	-0.1	-0.1
dont autres services	0.0	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1
dont services financiers	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
dont consommation des non-résidents	0.2	0.4	0.5	0.4	0.4
Importations au total	0.3	0.4	0.4	0.4	0.3
Equilibre extérieur*	-0.5	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8

Tableau 20: Baisse des impôts directs des ménages (1 point de PIB) (suite)

	Années après le choc				
	0	1	2	3	4
<i>Marché du travail et population</i>					
	<i>Ecart en % par rapport au scénario central (sauf *: en points de %)</i>				
Population totale	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2
Emploi total	0.1	0.2	0.4	0.4	0.4
Frontaliers (entrants)	0.2	0.5	0.7	0.8	0.8
Part des frontaliers dans le stock salarié*	0.0	0.1	0.1	0.2	0.1
Emploi national	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2
Population active	0.0	0.1	0.2	0.2	0.3
Taux d'activité*	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Taux de chômage*	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1
	<i>Ecart en nombre de personnes (1000)</i>				
Population totale	0.13	0.32	0.54	0.74	0.92
Solde migratoire	0.13	0.20	0.21	0.20	0.18
Emploi total	0.24	0.81	1.24	1.44	1.55
Frontaliers (entrants)	0.23	0.67	0.99	1.14	1.20
Emploi national	0.00	0.15	0.25	0.30	0.36
Nombre de chômeurs	0.08	0.12	0.19	0.27	0.32
Population active	0.09	0.27	0.43	0.56	0.68
<i>Prix et salaires</i>					
	<i>Ecart en % par rapport au scénario central (sauf *: en points de %)</i>				
Prix à la consommation	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1
Déflateur PIB	0.0	0.1	0.2	0.2	0.2
Coût d'usage du capital	0.0	0.0	-0.1	-0.1	-0.1
Prix des exportations	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1
Prix des importations	0.0	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1
Coût salarial nominal moyen	0.1	0.1	0.0	-0.1	-0.1
Idem, hors cotisations sociales employeurs	0.1	0.1	0.0	-0.1	-0.1
Revenu disponible ménages (nominal)	2.4	2.4	2.4	2.4	2.3
Revenu disponible ménages (réel)	2.4	2.3	2.3	2.3	2.2
Taux d'épargne des ménages*	0.8	-0.2	-0.2	-0.1	-0.1
Productivité (apparente travail)	0.3	0.3	0.1	0.0	0.0
Part salariale*	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1
Coût salarial unitaire	-0.2	-0.2	-0.1	-0.1	0.0
Coût salarial unitaire réel	-0.2	-0.3	-0.2	-0.2	-0.2
<i>Finances publiques</i>					
Consommation intermédiaire	0.0	0.1	0.2	0.3	0.3
Formation de capital	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1
Rémunération des salariés	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
Prestations sociales	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2
Total des dépenses	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2
Impôts sur la production et les importations	0.6	0.8	0.8	0.8	0.8
Impôts courants sur le revenu, le patrimoine, etc.	-6.0	-5.5	-5.2	-4.9	-4.8
Cotisations sociales	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4
Total des recettes	-1.7	-1.5	-1.4	-1.3	-1.3
Capacité/besoin de financement*	-0.7	-0.7	-0.6	-0.6	-0.6

Source: STATEC

10. Multiplicateurs des dépenses publiques

10.1 Aspects méthodologiques

Ce chapitre présente les impacts d'une hausse des dépenses publiques sur les autres variables macro-économiques. L'analyse permettra de quantifier les "multiplicateurs" des dépenses publiques. En effet, selon l'approche keynésienne traditionnelle, la dépense publique permettrait de réguler le niveau de l'activité. Selon ce courant théorique, contesté par d'aucuns, un accroissement d'une unité de la dépense publique, non financé par l'impôt, augmenterait le PIB *de plus d'une unité*⁵³. Si l'on désigne par ΔY la variation du PIB (en volume) et par ΔG celle de la dépense publique (en volume), le multiplicateur équivaut à :

$$k = \Delta Y / \Delta G$$

En vigueur des théories keynésiennes originales⁵⁴, $k > 1$. Or ceci n'est souvent pas vérifié empiriquement dans les économies contemporaines, pour plusieurs raisons :

- les "fuites" via les importations;
- le taux de prélèvement public global;
- l'éviction des dépenses privées;
- l'équivalence ricardienne.

Il est possible de montrer que le multiplicateur des dépenses publiques est d'autant plus petit que la propension à importer est élevée (que l'économie en question est donc ouverte) ou que le taux de prélèvement public⁵⁵ est important.

Le phénomène d'éviction tient au fait que la hausse des dépenses publiques tend à faire augmenter les taux d'intérêts du marché⁵⁶ ce qui joue de manière défavorable sur les dépenses privées, d'investissement ou de consommation, car le coût du crédit se trouve augmenté. Le raisonnement est basé sur une offre d'épargne invariante.

L'équivalence ricardienne est illustrée de la façon suivante: une hausse des dépenses publiques est perçue par les consommateurs avertis et ayant un certain pouvoir d'anticipation comme la menace d'une future hausse des taux de prélèvement (afin de combler le déficit public généré par la politique expansionniste actuelle). Les agents rationnels seraient donc portés à augmenter leur taux d'épargne ce qui diminuerait d'autant l'efficacité de la politique d'expansion gouvernementale⁵⁷.

Du point de vue technique, la hausse est simulée de la façon suivante: la variable "choquée" en question est augmentée du facteur $0.01 * \text{PIB_R_0}$ où PIB_R_0 est la valeur du PIB du scénario de référence (baseline). Ainsi :

$$\text{ISNM_R_IP} = \text{ISNM_R} + 0.01 * \text{PIB_R_0}$$

⁵³ Cf. Lecaillon, Le Page et Ottavj (2004): "Économie contemporaine", pp. 262-66 et Bénassy-Quéré, Coeuré, Jacquet et Pisani-Ferry (2004): "Politique économique", pp. 137-202.

⁵⁴ Cf. également le fameux théorème de Haavelmo.

⁵⁵ L'ensemble des prélèvements publics, comprenant taxes et cotisations sociales.

⁵⁶ Le raisonnement est basé sur le fait que la hausse des dépenses publiques est financée par émission d'obligations publiques.

⁵⁷ Bénassy-Quéré et al. (2004) font valoir que l'argument de l'éviction et celui de l'équivalence ricardienne sont mutuellement exclusifs.

où $_IP$ dénote (dans Eviews) le suffixe relatif au choc "hausse de l'investissement public".

Le multiplicateur est donc, comme vu précédemment, obtenu en divisant le changement absolu (en EUR) observé pour le PIB par celui de la variable choquée:

$$\frac{PIB_R_IP - PIB_R_0}{ISNM_R_IP - ISNM_R_0}$$

On parle d'effet multiplicateur au sens original lorsque ce quotient est supérieur à 1.

10.2 Les résultats suite à différentes hausses des dépenses publiques

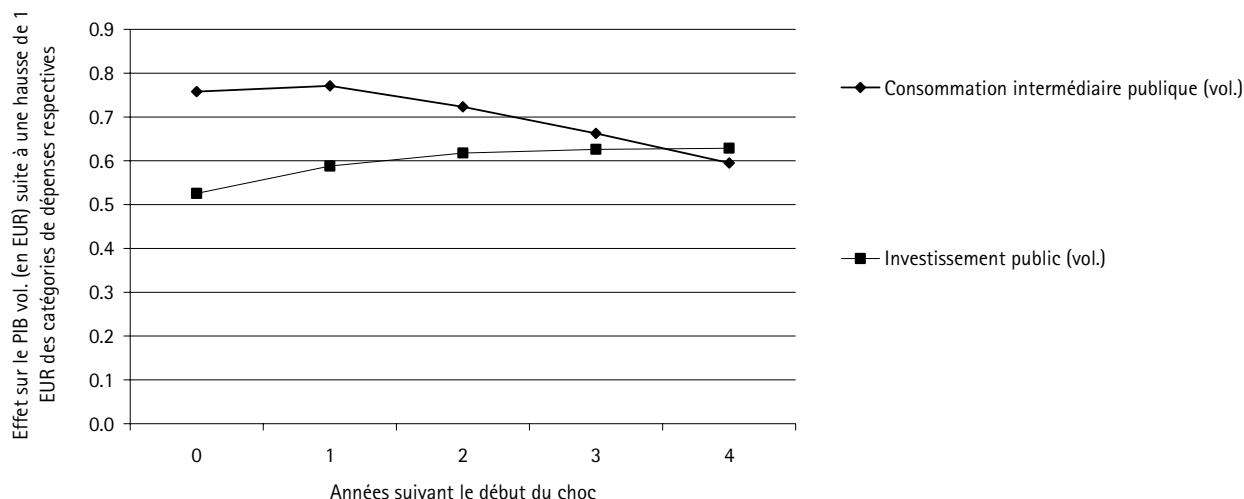
D'après les simulations effectuées avec Modux, l'effet multiplicateur associé à la hausse de la FBCF des services non-marchands est plus faible que celui résultant de la hausse de la consommation publique. Le multiplicateur des dépenses d'investissement resterait proche de 0.6. Celui des dépenses de consommation serait compris entre 0.7 et 0.8 et baisserait plus rapidement que celui lié aux dépenses d'investissement. De façon générale, on ne peut donc pas affirmer qu'une politique de pure inspiration keynésienne puisse durablement donner une impulsion de croissance à l'économie luxembourgeoise.

En effet, dans les deux cas, la relance se fait au prix d'un déficit public aggravé (quelque -0.8 points de PIB), déficit que le surplus d'activité ne peut pas effacer.

Les mécanismes économiques mis en marche suite à la relance budgétaire via les dépenses sont au nombre de trois:

1. une hausse du PIB et de l'emploi par effets directs et indirects, ces derniers affectant la consommation privée (+0.2 à 0.4 %) et la FBCF (entre +0.9 et +1.4%, en considérant exclusivement l'investissement en machines et équipements par le secteur privé non financier);
2. une (légère) hausse des prix diminuant la compétitivité-prix et donc les exportations en biens et en services non-financiers (-0.2 à -0.4%), ce qui aggrave d'autant le déficit extérieur, qui est déjà touché par la hausse de la demande intérieure;
3. une détérioration des finances publiques, inférieure toutefois à la mise initiale. Environ 0.2 points de PIB de déficit peuvent ainsi être "récupérés" suite à la hausse des recettes engendrée par l'effet conjoncturel positif de la politique de relance budgétaire.

Graphique 7: Multiplicateurs des dépenses publiques



Source: STATEC

Tableau 21: Analyse comparative des multiplicateurs des dépenses publiques

	Années après le choc				
	0	1	2	3	4
<i>Ecart en % par rapport au scénario de base</i>					
<i>1. Consommation intermédiaire</i>					
PIB vol.	0.76	0.77	0.72	0.66	0.60
Prix à la consommation	0.00	0.07	0.13	0.18	0.23
Consommation privée	0.14	0.21	0.26	0.34	0.39
FBCF	0.81	1.01	1.03	1.03	0.95
Solde extérieur*	-0.58	-0.64	-0.71	-0.79	-0.83
Solde public*	-0.84	-0.78	-0.78	-0.78	-0.78
<i>2. FBCF (avec impact sur la conso. intermédiaire)</i>					
PIB vol.	0.53	0.59	0.62	0.63	0.63
Prix à la consommation	-0.01	0.04	0.09	0.13	0.18
Consommation privée	0.10	0.15	0.20	0.26	0.32
FBCF	5.13	5.22	5.17	5.17	5.10
Solde extérieur*	0.04	0.05	0.12	0.21	0.30
Solde public*	-0.76	-0.75	-0.79	-0.82	-0.86
<i>3. FBCF (annulation de l'impact sur la conso. intermédiaire)</i>					
PIB vol.	0.53	0.57	0.56	0.53	0.50
Prix à la consommation	-0.01	0.04	0.08	0.12	0.16
Consommation privée	0.10	0.14	0.18	0.24	0.28
FBCF	5.13	5.20	5.11	5.05	4.94
Solde extérieur*	-0.75	-0.79	-0.85	-0.91	-0.96
Solde public*	-0.77	-0.72	-0.72	-0.72	-0.72

Source: STATEC

* points de % du PIB

Le graphique 7 reprend les deux multiplicateurs, liés aux dépenses publiques, tandis que le tableau 21 compare les résultats macro, liés aux deux chocs. Le fait le plus marquant est que dans le cas de la hausse de la FBCF, l'impact sur l'activité se renforce graduellement, tandis qu'en ce qui concerne celui sur les dépenses, l'effet maximal atteint sur le PIB baisse au-delà de la deuxième année. Pour ce qui est du renforcement de l'impact généré par la hausse de la FBCF publique, ce dernier est lié au fait que dans Modux, les dépenses en consommation intermédiaire sont endogènes et liées aux dépenses d'infrastructures (FBCF), dans un sens de dépenses d'entretien induites. Lorsqu'on élimine cet impact (FBCF sur CI, cf. point 3 du tableau 21), l'impact sur le PIB est également décroissant à partir de la troisième année.

Tableau 22: Hausse de l'investissement public d'un point de PIB

	<i>Années après le choc</i>				
	0	1	2	3	4
<i>Variables modifiées</i>	<i>Ecart en % par rapport au scénario central (sauf *: en points de %)</i>				
Investissement public (vol.)	22.6	22.5	22.7	23.5	23.3
<i>Principales variables endogènes</i>					
PIB en vol.	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6
Emploi total	0.1	0.3	0.4	0.5	0.5
Stock de capital brut, en vol.	0.3	0.7	1.0	1.3	1.5
Prix à la consommation	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2
Coût salarial nominal moyen	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2
Taux de chômage*	0.0	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1
Capacité/besoin de financement (secteur public)*	-0.8	-0.7	-0.8	-0.8	-0.9
<i>Composantes du PIB (vol., dépenses)</i>					
Consommation finale nationale	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3
Formation brute cap. fixe	5.1	5.2	5.2	5.2	5.1
dont: machines et équipements, secteur privé hors banques	0.9	1.3	1.4	1.4	1.4
dont: secteur financier	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1
Cons. collective	0.0	0.3	0.8	1.2	1.7
Exportations au total	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1
dont biens	0.0	0.0	-0.1	-0.1	-0.1
dont autres services	0.0	-0.1	-0.1	-0.2	-0.2
dont services financiers	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
dont consommation des non-résidents	0.1	0.3	0.4	0.4	0.4
Importations au total	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Equilibre extérieur*	-0.7	-0.8	-0.9	-1.0	-1.1
dont biens	-0.6	-0.6	-0.7	-0.8	-0.9
dont autres services	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
dont services financiers	-0.1	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2

Tableau 22: Hausse de l'investissement public d'un point de PIB (suite)

	Années après le choc				
	0	1	2	3	4
<i>Marché du travail et population</i>					
	<i>Ecart en % par rapport au scénario central (sauf *: en points de %)</i>				
Population totale	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
Emploi total	0.1	0.3	0.4	0.5	0.5
Frontaliers (entrants)	0.1	0.4	0.6	0.7	0.7
Part des frontaliers dans le stock salarié*	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1
Part des frontaliers dans les nouveaux emplois créés en net*	0.0	0.1	0.3	0.0	-0.2
Emploi national	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3
Population active	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2
Taux d'activité*	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1
Taux de chômage*	0.0	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1
	<i>Ecart en nombre de personnes (1000)</i>				
Population totale	0.01	0.04	0.11	0.20	0.29
Solde migratoire	0.01	0.03	0.07	0.09	0.09
Emploi total	0.34	1.00	1.36	1.64	1.86
Frontaliers (entrants)	0.18	0.54	0.79	0.98	1.13
Emploi national	0.16	0.46	0.57	0.66	0.73
Nombre de chômeurs	-0.10	-0.26	-0.28	-0.28	-0.28
Population active	0.07	0.20	0.29	0.38	0.46
<i>Prix et salaires</i>					
	<i>Ecart en % par rapport au scénario central (sauf *: en points de %)</i>				
Prix à la consommation	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2
Taux d'inflation (prix cons.)*	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Déflateur PIB	0.1	0.2	0.3	0.4	0.4
Coût d'usage du capital	0.0	-0.1	-0.2	-0.2	-0.2
Prix des exportations	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2
Prix des importations	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Coût salarial nominal moyen	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2
Idem, hors cotisations sociales employeurs	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2
Revenu disponible ménages (nominal)	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4
Revenu disponible ménages (réel)	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2
Taux d'épargne des ménages*	0.0	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1
Productivité (apparente travail)	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1
Part salariale*	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1
Coût salarial unitaire	-0.3	-0.2	-0.1	0.0	0.1
Coût salarial unitaire réel	-0.3	-0.3	-0.2	-0.2	-0.2
<i>Finances publiques</i>					
Consommation intermédiaire	-0.2	1.1	2.8	4.2	5.4
Formation de capital	22.6	22.5	22.8	23.6	23.4
Rémunération des salariés	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2
Prestations sociales	0.0	0.0	0.2	0.4	0.5
Total des dépenses	2.4	2.6	2.9	3.1	3.2
Impôts sur la production et les importations	1.1	1.2	1.4	1.5	1.6
Impôts courants sur le revenu, le patrimoine, etc.	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
Cotisations sociales	0.2	0.4	0.6	0.7	0.8
Total des recettes	0.5	0.6	0.8	0.9	1.0
Capacité/besoin de financement*	-0.8	-0.7	-0.8	-0.8	-0.9

Source: STATEC

Tableau 23: Hausse de la consommation publique de 1 point de PIB

	<i>Années après le choc</i>				
	0	1	2	3	4
<i>Variables modifiées</i>	<i>Ecart en % par rapport au scénario central (sauf *: en points de %)</i>				
Achats de biens et services intermédiaires par l'Etat (vol.)	28.7	28.7	28.6	28.4	26.1
<i>Principales variables endogènes</i>					
PIB en vol.	0.8	0.8	0.7	0.7	0.6
Emploi total	0.2	0.4	0.5	0.6	0.6
Stock de capital brut, en vol.	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3
Prix à la consommation	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2
Coût salarial nominal moyen	0.2	0.1	0.2	0.2	0.3
Taux de chômage*	-0.1	-0.2	-0.2	-0.2	-0.1
Capacité/besoin de financement (secteur public)*	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8
<i>Composantes du PIB (vol., dépenses)</i>					
Consommation finale nationale	0.1	0.2	0.3	0.3	0.4
Formation brute cap. fixe	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0
Cons. collective	6.0	6.0	6.2	6.2	6.0
Exportations au total	0.0	0.0	0.0	-0.1	-0.1
dont biens	0.0	0.0	-0.1	-0.1	-0.2
dont autres services	0.0	-0.1	-0.2	-0.2	-0.3
dont services financiers	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
dont consommation des non-résidents	0.2	0.5	0.5	0.5	0.4
Importations au total	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Equilibre extérieur*	-0.6	-0.6	-0.7	-0.8	-0.8
dont biens	-0.3	-0.4	-0.5	-0.6	-0.6
dont autres services	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
dont services financiers	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2

Tableau 23: Hausse de la consommation publique de 1 point de PIB (suite)

	Années après le choc				
	0	1	2	3	4
<i>Marché du travail et population</i>					
	<i>Ecart en % par rapport au scénario central (sauf *: en points de %)</i>				
Population totale	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1
Emploi total	0.2	0.4	0.5	0.6	0.6
Frontaliers (entrants)	0.2	0.6	0.8	0.9	0.9
Part des frontaliers dans le stock salarié*	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1
Part des frontaliers dans les nouveaux emplois créés en net*	0.1	0.2	0.5	0.1	-0.1
Emploi national	0.1	0.3	0.4	0.4	0.4
Population active	0.0	0.1	0.2	0.2	0.2
Taux d'activité*	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1
Taux de chômage*	-0.1	-0.2	-0.2	-0.2	-0.1
	<i>Ecart en nombre de personnes (1000)</i>				
Population totale	0.01	0.06	0.16	0.27	0.38
Solde migratoire	0.01	0.05	0.10	0.11	0.11
Emploi total	0.49	1.41	1.82	2.08	2.24
Frontaliers (entrants)	0.25	0.76	1.06	1.26	1.36
Emploi national	0.23	0.64	0.76	0.83	0.88
Nombre de chômeurs	-0.14	-0.36	-0.37	-0.34	-0.31
Population active	0.10	0.28	0.39	0.49	0.57
<i>Prix et salaires</i>					
	<i>Ecart en % par rapport au scénario central (sauf *: en points de %)</i>				
Prix à la consommation	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2
Taux d'inflation (prix cons.)*	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0
Déflateur PIB	0.0	0.2	0.3	0.4	0.5
Coût d'usage du capital	0.0	-0.1	-0.2	-0.2	-0.2
Prix des exportations	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2
Prix des importations	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Coût salarial nominal moyen	0.2	0.1	0.2	0.2	0.3
Idem, hors cotisations sociales employeurs	0.2	0.1	0.2	0.2	0.3
Revenu disponible ménages (nominal)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
Revenu disponible ménages (réel)	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3
Taux d'épargne des ménages*	0.0	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1
Productivité (apparente travail)	0.6	0.4	0.2	0.1	0.0
Part salariale*	-0.2	-0.2	-0.1	-0.1	0.0
Coût salarial unitaire	-0.4	-0.2	0.0	0.2	0.3
Coût salarial unitaire réel	-0.4	-0.3	-0.2	-0.1	-0.1
<i>Finances publiques</i>					
Consommation intermédiaire	28.8	29.0	29.1	29.0	26.8
Formation de capital	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2
Rémunération des salariés	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3
Prestations sociales	0.1	0.0	0.3	0.5	0.7
Total des dépenses	2.6	2.6	2.8	3.0	3.0
Impôts sur la production et les importations	0.7	0.9	1.0	1.1	1.1
Impôts courants sur le revenu, le patrimoine, etc.	0.4	0.5	0.7	0.7	0.8
Cotisations sociales	0.3	0.6	0.8	0.9	1.0
Total des recettes	0.5	0.6	0.8	0.9	0.9
Capacité/besoin de financement*	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8

Source: STATEC

10.3 Conclusions et principales réserves

La détermination par simulation des multiplicateurs des dépenses publiques dans un modèle macro-économétrique est une étape importante de la procédure de validation de cet outil. Les valeurs obtenues pour les multiplicateurs des dépenses publiques dans Modux et relatifs au Grand-Duché de Luxembourg semblent plausibles, car (nettement) inférieures à 1. Ceci indique qu'on ne peut pas, via la hausse d'une dépense publique ou la baisse d'un prélèvement, générer un impact substantiel et persistant sur le PIB, supérieur à la mise initiale.

Le multiplicateur relatif aux dépenses d'investissement est plus faible que celui lié aux dépenses de consommation intermédiaire. Ceci est dû au fait que le contenu en importations des dépenses de consommation intermédiaire publique est plus faible (à 25%) que celui lié aux dépenses d'investissement (environ 50%). Les chiffres relatifs aux contenus en importations sont dus à Schuller (2000), tout en ayant été arrondis, car un lien direct et univoque n'ayant pu être établi (cf. annexe 4).

De façon générale, il importe de relever que les résultats des simulations sont grandement tributaires des valeurs affectées aux contenus en importations. Lors de la publication, prévue fin 2007, d'un tableau input-output par le STATEC, ce volet de Modux pourra être amélioré.

11. Hausse du coût salarial

11.1 Aspects méthodologiques

Le choc décrit ci-après est un choc ambivalent: la hausse du coût salarial représente d'une part une hausse des coûts de production des entreprises, mais il entraîne également une augmentation du revenu disponible des ménages. Il génère donc des réactions différentes dont l'impact global sur les principaux agrégats n'est pas clair a priori, mis à part une hausse généralisée des prix.

Une des caractéristiques de ce choc est que la variable choquée (le coût salarial) reste endogène, c.-à-d. qu'elle continue d'encaisser les effets de retour passant par les *autres* variables endogènes de Modux⁵⁸. Il est ainsi possible de mesurer le surplus et la persistance de l'inflation qui est générée dans ce cas par la hausse initiale du coût salarial de 2.5%.

D'autre part, à l'origine, le choc ne touche que les deux secteurs privés (bancaire et non-bancaire). Il est en effet concevable qu'un choc conjoncturel positif touche l'économie privée et que les "fruits de la croissance" soient partagés avec les salariés⁵⁹. Par construction, dans Modux, le coût salarial du secteur public dépend, avec retard, du coût salarial dans le secteur privé. Il est donc intéressant de tracer la transmission "privé → public" du choc positif sur les salaires.

Finalement, la boucle prix-salaires est un mécanisme qui est présent dans toutes les économies de marché. Un choc sur une variable de prix quelconque est susceptible de se transmettre aux autres variables. En vertu des effets de bouclage, le choc peut se renforcer, ce qui est le cas ici: la hausse initiale de 2.5% atteint 3.0% après cinq ans. Il y a donc un surplus d'inflation qui est créé, surplus qu'on peut mesurer.

La boucle prix-salaires est reprise au schéma 2. Les principales équations en jeu ont les spécifications reprises aux tableaux 24-26. Les principaux éléments en sont les suivants:

1. le coût salarial est déterminé par les prix intérieurs et la productivité tandis que le chômage joue à la baisse;
 - a) les prix de VAB et les prix à la consommation jouent sur les salaires mais le coefficient associé aux prix à la consommation est nettement plus élevé (0.85 contre 0.15 à long terme);
 - b) le chômage est un chômage moyen, Luxembourg et Grande Région; un point de chômage en plus entraîne à long terme entre 2% (secteur financier) ou 4.5% (secteur privé non-financier) de baisse du coût salarial moyen;
2. les prix de VAB sont déterminés par les coûts unitaires de production, avec une pondération plus forte du coût unitaire du travail (0.9) par rapport au coût d'usage du capital (0.1);
 - a) dans le court terme, l'écart de production joue sur les prix de VAB du secteur privé non-bancaire, avec un coefficient assez faible;

⁵⁸ Techniquement, ceci est réalisé en modifiant les *résidus* des équations de coût salarial. Dans Modux, les résidus sont des variables exogènes.

⁵⁹ Une autre possibilité de rationaliser ce choc serait de postuler un renforcement du pouvoir de négociation des syndicats. D'autre part, l'ampleur du choc, c.-à-d. une hausse de 2.5% n'a pas été choisie par hasard, car elle équivalait à la hausse des salaires suite à l'échéance d'une tranche indiciaire.

3. les prix à la consommation dépendent des prix intérieurs (prix de VAB) et des prix à l'importation, avec une pondération plus forte des prix de VAB (0.75), vis-à-vis des prix à l'importation (0.25);
4. les prix à l'exportation et à l'importation dépendent pour partie des prix intérieurs et pour le reste des prix étrangers; les coefficients sont repris au tableau 11 p. 31.

La boucle se situe donc au niveau du trio "coût salarial – prix de VAB – prix à la consommation".

Tableau 24: Équations de salaires*

Variables dépendantes ¹	Variables explicatives								
	Court terme				Long terme				
	Prix à la consommation	Prix de valeur ajoutée	Productivité	Coût salarial, secteur privé	Prix à la consommation	Prix de valeur ajoutée	Productivité	Taux de chômage ²	Coût salarial, secteur privé
Coût salarial, secteur privé hors banques	0.75	0.14	0.30		0.85	0.15	1.00	-0.046	-
Coût salarial, secteur bancaire	1.22	-	0.09		1.47	-	0.69	-0.018	-
Coût salarial, secteur non-marchand	0.20	-	-	0.60	-	-	-	-	1.00
									-0.24

Source: STATEC

* Sauf indications contraires, il s'agit d'élasticités, estimées à partir de variables exprimées en log. naturel

¹ Le coût salarial figurant comme variable dépendante est un coût horaire hors cotisations patronales

² Il s'agit du taux de chômage Grande Région y compris le Luxembourg. La valeur en 2005 est de 6.8. Le coefficient γ relatif est une semi-élasticité.

Tableau 25: Équations de prix de consommation finale*

Variables dépendantes ¹	Variables explicatives			
	Court terme		Long terme	
	Prix à l'importation	Prix de VAB (privé non banc.)	Prix à l'importation	Prix de VAB (privé non banc.)
Prix à la consommation finale ¹	0.25	0.31	0.25	0.75
				-0.10

Source: STATEC

* Sauf indications contraires, il s'agit d'élasticités, estimées à partir de variables exprimées en log. naturel

¹ Hors TVA

Tableau 26: Équations de prix de VAB*

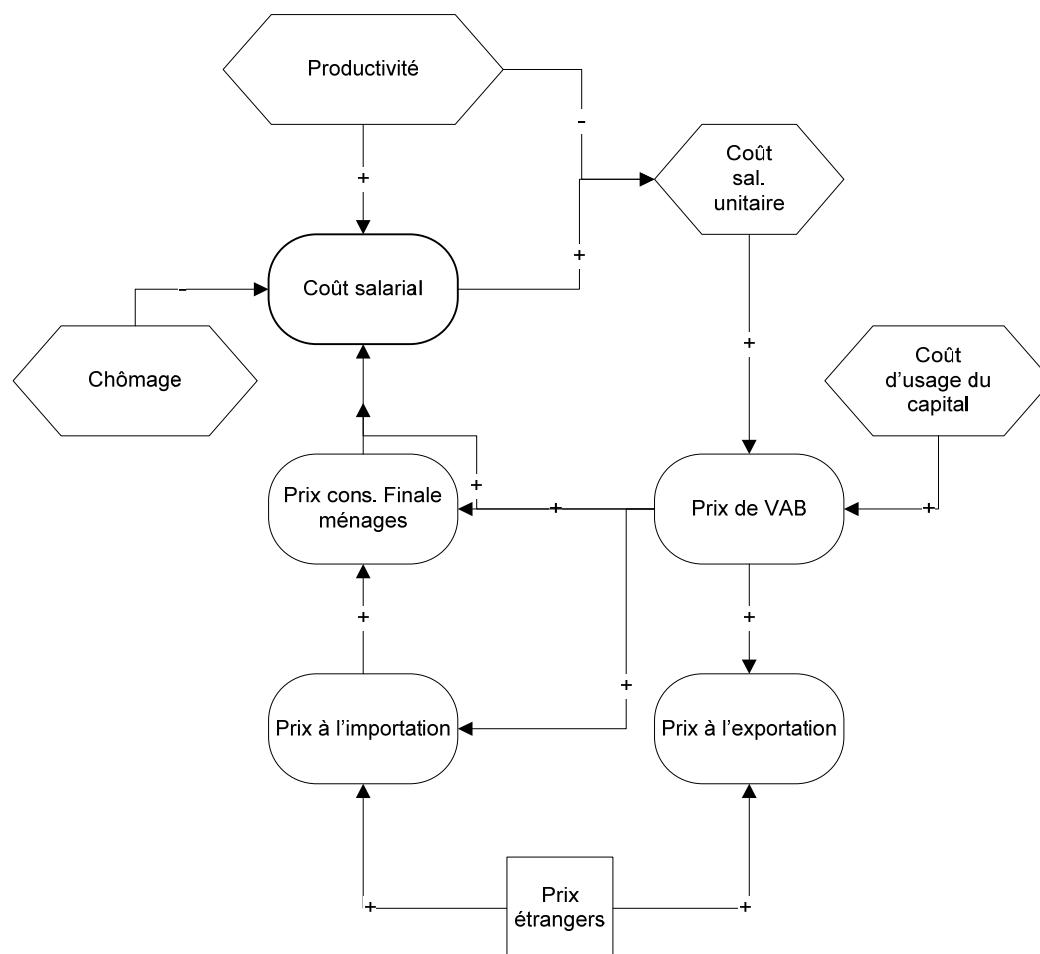
Variables dépendantes	Variables explicatives						
	Court terme				Long terme		
	Output-gap	Coût salarial unitaire	Coût d'usage du capital	Spread de taux d'intérêt ¹	Coût salarial unitaire	Coût d'usage du capital	Correction d'erreur
Prix implicite de VAB du secteur privé non-bancaire	0.15	0.13	0.02	-	0.90	0.10	-0.24
Prix implicite de VAB du secteur bancaire	-	0.37	-	0.07	0.90	0.10	-0.30

Source: STATEC

* Sauf indications contraires, il s'agit d'élasticités, estimées à partir de variables exprimées en log. naturel

¹ Sur l'Eur, en différence première, semi-élasticité

Schéma 2: Boucle Prix-Salaires



Source: STATEC

11.2 Les résultats d'une hausse du coût salarial de 2.5%

Comme l'une des conséquences de la hausse du coût salarial est une hausse générale des prix, il en résulte une baisse des taux d'intérêts réels. Ainsi, le choc a été simulé à la fois avec des taux d'intérêts nominaux constants (donc baisse des taux réels) et avec des taux d'intérêts réels constants. Les résultats sont assez divergents, surtout en ce qui concerne la formation brute de capital fixe (FBCF). Du point de vue qualitatif toutefois, il y a moins de différences. D'un côté, le Luxembourg n'a pas d'autonomie en matière de politique monétaire et si, suite à un choc intérieur sur les prix, les taux d'intérêts réels sont modifiés, il n'y a pas de moyen d'agir en contresens, sauf d'essayer d'agir sur les prix. D'autre part, la variation des taux d'intérêts réels peut être vue comme une nuisance. Souvent, les simulations figurant dans d'autres cahiers de variantes pour d'autres pays sont effectuées à taux d'intérêts réels constants.

La hausse du coût salarial déclenche les réactions suivantes sur les principales variables de Modux:

1. une hausse du coût du travail, qui diminue l'emploi et augmente le chômage;
 - a) il y a donc substitution de capital pour du travail;
 - b) la part salariale augmente, traduisant la dégradation de la profitabilité des entreprises;

2. une hausse du revenu disponible des ménages, qui tient au fait que les salaires augmentent plus que les prix (à la consommation);
 - a) la hausse du revenu disponible est donc une hausse en termes réels, ce qui favorise la consommation privée; la hausse (initiale) du PIB qui résulte du présent choc tient surtout à la hausse de la consommation privée;
 - b) la hausse du revenu disponible accroît l'intérêt pour les frontaliers d'exercer une activité au Luxembourg, ce qui favorise une substitution frontaliers pour résidents; l'emploi national baisse ainsi plus que l'emploi frontalier;
3. une hausse généralisée des prix, qui provoque une baisse de la compétitivité-prix et donc une baisse des exportations; cette dernière est à l'origine de la baisse du PIB, après quatre ans;
4. l'impulsion originale de 2.5% sur le coût salarial se renforce au fil des années, en raison de la boucle prix-salaires. On mesure donc également un accroissement persistant de l'inflation, celle-ci étant la différence première du niveau des prix. On note un certain fléchissement de la hausse de l'inflation après quelques années;
5. il convient de remarquer en dernier lieu que le choc sur le coût salarial, avec toutes les conséquences qu'il entraîne, semble plutôt neutre à l'égard des finances publiques (tout en comportant une légère dégradation).

L'aspect intéressant lié à cette simulation tient au jeu simultané des demandes intérieure et extérieure, associée à la modulation ou non des taux d'intérêts nominaux. En effet, la hausse initiale des salaires augmente le pouvoir d'achat des ménages, ce qui tire vers le haut la consommation privée. L'impact global sur le PIB est positif. Graduellement, la hausse des prix se propage et détériore la position compétitive. La baisse des exportations se renforce tandis que, du fait de la hausse des prix à la consommation et de celle du chômage, l'impact positif sur la consommation privée via le revenu disponible réel s'amenuise à partir de la quatrième année. Ces résultats sont conformes à ce que l'on peut attendre d'une reprise de la demande intérieure instiguée par une hausse des salaires, sans aucune autre mesure d'accompagnement (blocage des prix ou de la transmission de la hausse des salaires sur les prix, par exemple).

Tableau 27: Impact sur le coût salarial par branches

	Années suivant le début du choc				
	0	1	2	3	4
	<i>En points de % par rapport au scénario de base</i>				
Coût salarial moyen, secteur privé non-bancaire	2.9	3.0	3.0	3.0	3.0
Coût salarial moyen, secteur bancaire	2.7	2.8	3.1	3.3	3.5
Coût salarial moyen, secteur non-marchand	1.7	2.1	2.4	2.6	2.8
Coût salarial moyen, économie entière	2.7	2.8	2.9	3.0	3.0

Source: STATEC

* suite à la hausse initiale de 2.5%, affectant seulement les deux secteurs privés, taux d'intérêts réels constants

Tableau 28: Hausse du coût salarial, taux d'intérêts réels ou nominaux constants

	Années suivant le début du choc				
	0	1	2	3	4
	En % par rapport au scénario de base				
Taux d'intérêts nominaux constants					
PIB	0.3	0.4	0.1	-0.1	-0.4
Consommation finale des ménages	1.4	2.2	2.1	2.0	1.9
FBCF	0.8	1.1	1.0	0.8	0.6
Equilibre extérieur*	-0.6	-0.9	-1.0	-1.1	-1.2
Taux d'intérêts réels constants					
PIB	0.3	0.3	0.0	-0.3	-0.5
Consommation finale des ménages	1.4	2.1	1.8	1.7	1.6
FBCF	0.5	0.1	-0.2	-0.1	-0.1
Equilibre extérieur	-0.5	-0.7	-0.7	-0.9	-1.0

Source: STATEC

¹ Hausse du coût salarial de 2.5% dans le secteur privé

* en points de % du PIB

Tableau 29: Surplus d'inflation créé à la suite de la hausse du coût salarial

	<i>Années suivant le début du choc</i>				
	0	1	2	3	4
	<i>En points de % par rapport au scénario de base</i>				
Inflation des prix à la consommation	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1
Inflation salariale	2.8	0.1	0.1	0.1	0.1

Source: STATEC

* scénario avec taux d'int. réels inchangés

Tableau 30: Hausse du coût salarial, taux d'intérêt nominaux constants

	<i>Années après le choc</i>				
	0	1	2	3	4
<i>Variables modifiées</i>	<i>Ecart en % par rapport au scénario central (sauf *: en points de %)</i>				
Coût salarial nominal moyen	2.7	2.8	2.9	3.0	3.0
idem, inflation salariale*	2.8	0.1	0.1	0.1	0.1
<i>Principales variables endogènes</i>					
PIB en vol.	0.3	0.4	0.1	-0.1	-0.4
Emploi total	-0.3	-0.1	-0.1	-0.2	-0.3
Stock de capital brut, en vol.	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2
Prix à la consommation	0.1	0.3	0.5	0.7	0.8
Coût salarial nominal moyen	2.7	2.8	2.9	3.0	3.0
Taux de chômage*	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4
Capacité/besoin de financement (secteur public)*	-0.2	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2
<i>Composantes du PIB (vol., dépenses)</i>					
Consommation finale nationale	1.4	2.2	2.1	2.0	1.9
Formation brute cap. fixe	0.8	1.1	1.0	0.8	0.6
dont machines et équipements	0.7	1.2	1.2	0.9	0.5
Cons. collective	0.5	0.3	0.2	0.0	0.0
Exportations au total	0.0	-0.1	-0.2	-0.2	-0.3
dont biens	-0.1	-0.2	-0.4	-0.5	-0.6
dont autres services	-0.2	-0.5	-0.7	-0.8	-0.9
dont services financiers	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
dont consommation des non-résidents	-0.2	0.0	0.1	0.0	-0.2
Importations au total	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3
Equilibre extérieur*	-0.6	-0.9	-1.0	-1.1	-1.2
dont biens	-0.4	-0.7	-0.9	-1.1	-1.2
dont autres services	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
dont services financiers	-0.1	-0.1	0.0	0.0	0.1

Tableau 30: Hausse du coût salarial, taux d'intérêt nominaux constants (suite)

	Années après le choc				
	0	1	2	3	4
<i>Marché du travail et population</i>					
	<i>Ecart en % par rapport au scénario central (sauf *: en points de %)</i>				
Population totale	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1
Emploi total	-0.3	-0.1	-0.1	-0.2	-0.3
Frontaliers (entrants)	-0.3	0.0	0.0	0.0	-0.2
Part des frontaliers dans le stock salarié*	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1
Emploi national	-0.3	-0.2	-0.2	-0.3	-0.4
Population active	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Taux d'activité*	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1
Taux de chômage*	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4
	<i>Ecart en nombre de personnes (1000)</i>				
Population totale	0.11	0.23	0.38	0.52	0.63
Solde migratoire	0.11	0.12	0.14	0.14	0.12
Emploi total	-0.83	-0.46	-0.37	-0.64	-1.08
Frontaliers (entrants)	-0.31	-0.07	0.06	-0.04	-0.29
Emploi national	-0.52	-0.39	-0.42	-0.59	-0.80
Nombre de chômeurs	0.40	0.40	0.50	0.68	0.86
Population active	-0.12	0.00	0.08	0.09	0.07
<i>Prix et salaires</i>					
	<i>Ecart en % par rapport au scénario central (sauf *: en points de %)</i>				
Prix à la consommation	0.1	0.3	0.5	0.7	0.8
Taux d'inflation (prix cons.)*	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1
Déflateur PIB	0.5	1.1	1.6	1.9	2.1
Coût d'usage du capital	-0.1	-0.4	-0.7	-0.9	-0.8
Prix des exportations	0.3	0.6	0.8	1.0	1.2
Prix des importations	0.1	0.3	0.4	0.6	0.7
Coût salarial nominal moyen	2.7	2.8	2.9	3.0	3.0
Idem, hors cotisations sociales employeurs	2.7	2.8	2.9	3.0	3.0
Revenu disponible ménages (nominal)	2.2	2.2	2.3	2.4	2.5
Revenu disponible ménages (réel)	2.1	1.9	1.8	1.8	1.7
Taux d'épargne des ménages*	0.9	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2
Productivité (apparente travail)	0.6	0.5	0.3	0.1	-0.1
Part salariale*	0.8	0.6	0.5	0.5	0.4
Coût salarial unitaire	2.1	2.2	2.6	2.9	3.1
Coût salarial unitaire réel	1.5	1.1	1.0	1.0	0.9
<i>Finances publiques</i>					
Consommation intermédiaire	0.3	0.9	1.4	1.7	1.9
Formation de capital	0.0	0.1	0.2	0.4	0.6
Rémunération des salariés	1.7	2.1	2.3	2.6	2.7
Prestations sociales	2.8	2.6	2.7	2.9	3.0
Total des dépenses	1.8	2.0	2.1	2.3	2.4
Impôts sur la production et les importations	0.6	1.0	1.1	1.2	1.3
Impôts courants sur le revenu, le patrimoine, etc.	1.2	1.7	2.0	2.2	2.3
Cotisations sociales	2.4	2.7	2.8	2.8	2.7
Total des recettes	1.3	1.6	1.8	2.0	2.0
Capacité/besoin de financement*	-0.2	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2

Source: STATEC

Tableau 31: Hausse du coût salarial, taux d'intérêts réels constants

	Années après le choc				
	0	1	2	3	4
<i>Variables modifiées</i>	<i>Ecart en % par rapport au scénario central (sauf *: en points de %)</i>				
Coût salarial nominal moyen	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1
idem, inflation salariale*	2.8	0.1	0.1	0.1	0.1
Taux d'intérêt nominal à court terme*	0.1	0.3	0.3	0.2	0.1
Taux d'intérêt nominal à long terme*	0.1	0.3	0.3	0.2	0.1
<i>Principales variables endogènes</i>					
PIB en vol.	0.3	0.3	0.0	-0.3	-0.5
Emploi total	-0.3	-0.2	-0.1	-0.3	-0.4
Stock de capital brut, en vol.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Prix à la consommation	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
Coût salarial nominal moyen	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1
Taux de chômage*	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4
Capacité/besoin de financement (secteur public)*	-0.2	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2
<i>Composantes du PIB (vol., dépenses)</i>					
Consommation finale nationale	1.4	2.1	1.8	1.7	1.6
Formation brute cap. fixe	0.5	0.1	-0.2	-0.1	-0.1
dont machines et équipements	0.2	-0.2	-0.5	-0.5	-0.6
Cons. collective	0.6	0.3	0.2	0.1	0.0
Exportations au total	0.0	-0.1	-0.2	-0.3	-0.3
dont biens	-0.1	-0.2	-0.4	-0.6	-0.7
dont autres services	-0.2	-0.5	-0.8	-0.9	-1.0
dont services financiers	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
dont consommation des non-résidents	-0.2	0.0	0.0	-0.1	-0.2
Importations au total	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Equilibre extérieur*	-0.5	-0.7	-0.7	-0.9	-1.0
dont biens	-0.3	-0.5	-0.7	-0.9	-1.1
dont autres services	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
dont services financiers	-0.1	-0.1	0.0	0.1	0.2

Tableau 31: Hausse du coût salarial, taux d'intérêts réels constants (suite)

	Années après le choc				
	0	1	2	3	4
<i>Marché du travail et population</i>					
	<i>Ecart en % par rapport au scénario central (sauf *: en points de %)</i>				
Population totale	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1
Emploi total	-0.3	-0.2	-0.1	-0.3	-0.4
Frontaliers (entrants)	-0.3	-0.1	0.0	-0.1	-0.3
Part des frontaliers dans le stock salarié*	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0
Emploi national	-0.3	-0.2	-0.2	-0.3	-0.4
Population active	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Taux d'activité*	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1
Taux de chômage*	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4
	<i>Ecart en nombre de personnes (1000)</i>				
Population totale	0.11	0.23	0.38	0.51	0.62
Solde migratoire	0.11	0.12	0.14	0.14	0.11
Emploi total	-0.84	-0.50	-0.51	-0.89	-1.44
Frontaliers (entrants)	-0.32	-0.09	-0.02	-0.18	-0.49
Emploi national	-0.52	-0.42	-0.49	-0.71	-0.95
Nombre de chômeurs	0.40	0.41	0.54	0.75	0.95
Population active	-0.12	0.00	0.05	0.04	0.00
<i>Prix et salaires</i>					
	<i>Ecart en % par rapport au scénario central (sauf *: en points de %)</i>				
Prix à la consommation	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9
Taux d'inflation (prix cons.)*	0.10	0.23	0.23	0.18	0.14
Déflateur PIB	0.6	1.2	1.7	2.1	2.3
Coût d'usage du capital	1.5	3.3	2.7	1.6	1.0
Prix des exportations	0.3	0.6	0.9	1.1	1.3
Prix des importations	0.1	0.3	0.5	0.7	0.8
Coût salarial nominal moyen	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1
Idem, hors cotisations sociales employeurs	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1
Revenu disponible ménages (nominal)	2.2	2.3	2.4	2.5	2.5
Revenu disponible ménages (réel)	2.1	1.9	1.8	1.7	1.7
Taux d'épargne des ménages*	0.9	-0.2	0.0	0.1	0.1
Productivité (apparente travail)	0.6	0.5	0.2	0.0	-0.1
Part salariale*	0.8	0.6	0.5	0.5	0.4
Coût salarial unitaire	2.1	2.3	2.7	3.0	3.2
Coût salarial unitaire réel	1.5	1.1	1.0	1.0	0.9
<i>Finances publiques</i>					
Consommation intermédiaire	0.3	1.0	1.5	1.9	2.0
Formation de capital	0.0	0.1	0.2	0.4	0.7
Rémunération des salariés	1.7	2.1	2.4	2.6	2.8
Prestations sociales	2.9	2.7	2.8	3.0	3.1
Total des dépenses	1.8	2.0	2.2	2.4	2.5
Impôts sur la production et les importations	0.6	0.9	1.1	1.2	1.3
Impôts courants sur le revenu, le patrimoine, etc.	1.2	1.7	2.0	2.3	2.4
Cotisations sociales	2.4	2.7	2.8	2.8	2.7
Total des recettes	1.3	1.6	1.8	2.0	2.0
Capacité/besoin de financement*	-0.2	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2

Source: STATEC

11.3 Principales conclusions et réserves

Le fait le plus caractéristique et novateur de ce choc, par rapport à tous ceux présentés jusqu'ici, est la modulation d'une variable endogène à savoir le coût salarial par personne, qui reste endogène pour les simulations. Ceci permet l'illustration et le chiffrage de la boucle prix-salaires, sujet amplement discuté au Luxembourg dans le contexte de l'échelle mobile des salaires. Ces simulations montrent la dynamique de cette boucle: ainsi, une hausse initiale du coût salarial privé de 2.5% entraîne un choc persistant du taux d'inflation des prix à la consommation de l'ordre de 0.2 points de % par an.

Il est toutefois possible de discerner un certain fléchissement du choc positif sur les prix. Celui-ci tiendrait aux forces de rappel, intégrées dans Modux:

- la hausse du chômage qui tempère la hausse des salaires;
- l'output-gap positif, qui agit sur les prix de VAB;
- les mécanismes de compétitivité-prix, agissant sur les exportations et les importations.

En raison du taux d'ouverture élevé de l'économie luxembourgeoise, les forces de rappel sont probablement plus faibles que dans des économies plus grandes et plus fermées.

Finalement, ce choc rappelle que toute hausse ou baisse des prix intérieurs (à la consommation, VAB) modifie les taux d'intérêts réels, ce qui joue sur la consommation privée et la FBCF. Ces variations peuvent occulter d'autres mécanismes de transmission, suivant le choc considéré, voilà pourquoi il est opportun de faire les mêmes simulations avec des taux d'intérêts réels fixes.

12. Conclusions générales et perspectives

Ce cahier constitue l'aboutissement de plus de dix ans de travail de conjoncturiste, de modélisateur et de prévisionniste. Au vu de cette expérience, il semble se cristalliser qu'un modèle économétrique, destiné à effectuer des prévisions et à analyser les impacts de la politique économique et fiscale au jour le jour, puisse le mieux être développé par les personnes en charge de la prévision ou appartenant à ces départements.

Cette affirmation ne doit pas nier l'apport de la recherche fondamentale et appliquée, dans quelque contexte que ce soit (projets concrets, prise en compte de la littérature afférente). Mais ce qui se dessine, c'est le travail d'un ingénieur plutôt que celui d'un architecte. Celui d'une personne active sur le terrain, confrontée quotidiennement à la réalité (et aux défauts) des données. Il est en effet de notre conviction qu'un modèle économique, qu'il soit estimé ou calibré (cf. modèles d'équilibre général calculables), ne puisse vraiment faire preuve de son utilité qu'au contact quotidien de son utilisateur, qui doit posséder assez de connaissances théoriques, économétriques et empiriques (propriétés et qualités des séries statistiques) afin de le perfectionner et d'en assurer son développement et son entretien quotidien. Aussi, le fait d'évoluer au sein d'un institut de statistiques, c'est-à-dire dans une proximité élevée et au sein de structures communes avec les personnes qui élaborent les données, a été d'une utilité extrême.

Cette partie, qui a pour mission de conclure sur cette publication, est composée de trois sous-parties:

- une première, qui résume les principaux enseignements pouvant être tirés de l'établissement du cahier de variantes (et de l'utilisation quotidienne de Modux);
- une deuxième, qui a pour but de mettre en avant les limites de l'approche de la macro-modélisation et de l'utilité d'un modèle estimé;
- une dernière, qui propose des remèdes à ces défauts et qui, de façon plus générale, trace des pistes à des extensions et améliorations futures.

Principaux enseignements

Le premier enseignement est double:

- les efforts fournis ont permis d'établir un modèle économétrique standard, qui est comparable dans ses sous-basements théoriques et dans les spécifications empiriques à ceux d'autres pays, ce qui ouvre donc la voie à des comparaisons valables (paramètres des équations, résultats des simulations);
- ce modèle standard possède quelques propriétés distinctes qui reflètent les spécificités de l'économie luxembourgeoise; ces dernières ont par exemple trait à la distinction du secteur bancaire (avec ses propres équations) ou à l'endogénéisation de l'offre de travail étrangère.

Ce modèle est pleinement opérationnel, il peut être utilisé au quotidien, pour l'établissement des prévisions et pour l'analyse des variantes de politique économique et fiscale. En effet, il n'est pas un secret que les prévisions macro-économiques, du moins à court terme, sortent rarement telles quelles des résultats de simulations. Mais le modèle permet de rendre les prévisions cohérentes avec l'environnement mondial, par exemple, et à rendre les différentes variables cohérentes entre elles. Il s'agit donc d'un outil qui permet de bonifier les prévisions et de quantifier les cheminements qui existent entre les différentes variables concernées.

Car un des atouts d'un tel modèle est qu'il permet d'évoluer en équilibre général (par opposition à l'équilibre partiel), de prendre en compte un maximum d'interactions entre variables (pas au-delà de ce qui est intégré dans les équations, bien sûr). Il permet ainsi aux projections en matière de finances publiques d'être cohérentes avec l'environnement macro. Même plus, il permet de s'interroger sur l'évolution de certains agrégats des finances

publiques, dans la mesure où les projections relatives à ces dernières sont généralement établies hors modèle, au Luxembourg, donc également avec des bases fiscales exogènes, c'est-à-dire non dynamiques.

Même si les résultats afférents ne sont pas reproduits dans ce cahier, des tests préliminaires ont montré que les simulations de chocs entreprises avec Modux produisaient des effets similaires à ceux issus d'autres modèles, comparables, pour les pays voisins. Cette constatation se superpose à l'analyse favorable – mais isolée – des simulations de Modux reproduites dans ce cahier. Ces simulations ne constituent pas la première mouture, il y en a eu des précédentes et il y a eu des allers-retours avec les spécifications, voire avec les fondements théoriques. Ce qui figure dans ce cahier a été discuté avec des experts compétents en la matière (luxembourgeois et étrangers) et a fait l'objet de présentations publiques. Les résultats paraissent valides et aideront à la compréhension de la dynamique conjoncturelle de l'économie luxembourgeoise.

Il a été mis en avant plus haut que Modux constitue à la fois un outil standard et un instrument qui comporte quelques caractéristiques spécifiques à l'économie luxembourgeoise. Dans ce sens, Modux permet de représenter quelques-uns des faits stylisés de l'économie luxembourgeoise. Il permet par exemple d'illustrer comment il est possible que le PIB luxembourgeois soit caractérisé par une élasticité supérieure à l'unité, par rapport au PIB de la zone euro. Le secteur bancaire en est l'explication et le fait que ce dernier soit modélisé explicitement permet d'élaborer des scénarii où une hausse du PIB de la zone euro de 1% se répercute par une hausse plus élevée du PIB de l'économie luxembourgeoise. Modux permet ainsi de simuler la croissance potentielle ou tendancielle plus élevée de l'économie luxembourgeoise (par rapport à la moyenne européenne) et donne la possibilité de simuler les conséquences pour l'économie entière d'un choc important sur le secteur financier.

L'endogénéisation de l'offre de travail étrangère (frontaliers, migrations) permet également d'illustrer le paradoxe fondamental du marché du travail luxembourgeois, c'est-à-dire qu'une reprise des créations d'emplois ne permet pas nécessairement de réduire le chômage. Les conditions économiques améliorées au Luxembourg (baisse du chômage, hausse des salaires nets) attirent un surplus de main d'œuvre étrangère ce qui accroît la concurrence sur le marché du travail et réduit les opportunités d'embauche pour les résidents.

Modux permet également de représenter les spécificités de la boucle prix-salaires qui, au Luxembourg, se caractérise par l'indexation automatique (des salaires sur les prix à la consommation). Des simulations appropriées permettent de mesurer le surplus d'inflation créé suite à un choc sur les salaires ou les prix, ce qui permettrait de quantifier les effets induits de l'indexation. Le modèle pourrait même être utilisé pour mesurer l'impact d'une modification du système de l'indexation (via une modulation des paramètres liant les salaires aux prix à la consommation) mais la périodicité annuelle des données ne saurait probablement pas tenir parfaitement compte de la dynamique temporelle (infra-annuelle) en jeu.

Modux constitue en quelque sorte le "business model" du Gouvernement par le fait que les comptes publics y sont intégrés de façon suffisamment détaillée et que les recettes et les dépenses sont rendues endogènes, dans la mesure du possible. Modux permet ainsi d'illustrer qu'un choc sur les prix a des impacts sur les recettes et sur les dépenses. Une tranche indiciaire qui augmente les dépenses salariales de l'Etat rétroagit également sur les recettes car la base imposable (la masse salariale publique et privée) s'accroît. Une tranche indiciaire est ainsi, d'après les simulations de Modux, quasiment neutre pour les comptes de l'Etat pris dans son ensemble.

Pour conclure sur cette partie, et pour parer en quelque sorte déjà à l'une des principales critiques, il importe de relever que si Modux ne peut certainement pas donner des quantifications précises, suite aux chocs simulés, et, pire peut-être, si les intervalles de confiance ne sont pas connus, les principaux résultats sont caractérisés par des ordres de grandeur "raisonnables" et que les signes des effets détectés correspondent aux intuitions des économistes et des conjoncturistes.

Limites

Les principales limitations de Modux comme outil d'analyse et de prévision ont trait aux imperfections des modèles économétriques de façon générale. Il s'agit par exemple de la fameuse critique de Lucas relative à la stabilité des paramètres des formes réduites face à des modifications de politique économique. De plus, aucun modèle, aussi sophistiqué qu'il soit, ne peut prendre en compte la complexité des prises de décisions économiques, voire l'environnement social et politique qui entoure ces décisions. Il existe ensuite un degré d'incertitude élevé quant aux paramètres estimés et aux intervalles de confiance des résultats produits. A ce sujet, il existe la possibilité d'effectuer des simulations stochastiques, introduisant de l'incertitude dans les résultats, sur base des écarts-types des paramètres estimés ou des résidus des équations. En ce qui concerne Modux, des travaux préliminaires montrent que cette incertitude est généralement élevée à partir de la troisième année suivant le début des simulations.

Si un modèle ne peut donner des réponses parfaites, d'autres modèles peuvent éventuellement donner des compléments de réponse. Ainsi, le STATEC est en train de faire développer un modèle d'équilibre général calculable. Ce genre de modèle est beaucoup plus détaillé et plus rigoureux au niveau des données concernant les différentes branches d'activité – la version qui est en voie d'élaboration comporte 40 branches – ce qui permet de mieux prendre en compte les relations intra-secteurs. Dans nombre d'autres pays, les prévisions à court terme sont améliorées en ayant recours à des modèles comportant des indicateurs précurseurs. Il s'agit de séries statistiques observées avec peu de délai – comme les enquêtes de conjoncture – qui comportent des informations sur l'évolution future du PIB et des principaux agrégats. Le STATEC est en train de faire construire un tel modèle par un consultant extérieur.

Modux est un modèle annuel. Or le STATEC publie depuis quelques années des comptes nationaux trimestriels qui remontent jusqu'à 1995. Ces données font l'objet d'analyses et de commentaires depuis peu dans le cadre des Notes de conjoncture. Elles font déjà preuve d'une utilité élevée pour ce qui concerne le jugement sur la position cyclique actuelle. Mais le niveau de détail publié est plus pauvre que celui des données annuelles. Qui plus est, ces données n'ont pas vraiment encore été soumises à une analyse rétrospective, surtout en ce qui concerne les composantes désaisonnalisées, car c'est sur celles-là qu'un modèle sera construit. Dans un avenir plus ou moins proche, le STATEC devra tout de même se lancer dans la construction d'un modèle trimestriel, avec les moyens adéquats.

Modux est un modèle mono-pays. Ceci se justifie dès lors qu'il est plus que raisonnable d'admettre que l'évolution de l'économie luxembourgeoise n'a pas d'impact sur celle des ses pays voisins, au delà des régions limitrophes. Mais l'intégration de l'économie luxembourgeoise dans un modèle multi-pays permettrait d'atteindre deux objectifs:

- rendre plus cohérentes les simulations de chocs concernant l'environnement mondial; en effet, simuler l'impact d'une hausse du PIB de la zone euro constitue une variante analytique intéressante, mais, si elle traduit une amélioration conjoncturelle générale de la zone euro, elle affecte également les prix, le chômage, les taux d'intérêts, etc... Dans le cadre actuel de Modux, simuler de façon cohérente de tels chocs internationaux n'est pas aisé;
- pouvoir comparer, dans un cadre unifié, les résultats de simulations identiques sur différents pays européens, dont le Luxembourg; en effet, s'il est possible de comparer les résultats de Modux avec ceux d'autres modèles, pour d'autres pays, il subsistera toujours des différences dues aux spécifications non identiques.

Il a été dit plus haut que le secteur financier revêt une importance cruciale pour l'économie luxembourgeoise et que Modux permet en partie d'en tenir compte. Mais le module financier de Modux est loin d'être parfait. Il n'y a pas de considérations de compétitivité qui y sont introduites, fussent-elles liées aux différences de prix ou de réglementations. Les taux d'intérêts n'ont pas d'impact sur l'activité qui dépend seulement des indices boursiers et du PIB européen... Les impacts sur les autres secteurs ne sont pas modélisés en ayant recours à la

consommation intermédiaire, c'est-à-dire aux achats de biens et de services, par le secteur financier, aux autres branches domestiques.

D'autres limitations tiennent à la construction de l'indicateur de demande mondiale, qui se base sur les importations des pays-clients, au lieu de prendre en compte leur demande intérieure pouvant donner lieu à des importations. La modélisation des finances publiques ne comporte aucun élément d'optimisation ou d'arbitrage. Les fonctions de recettes sont presque exclusivement basées sur des taux apparents, ce qui peut être considéré comme suffisant dans le court terme, mais pas au-delà... Dans la fonction d'investissement des entreprises, il serait judicieux d'introduire la profitabilité comme facteur explicatif...

Perspectives

Nombreux sont les chantiers qui peuvent être entamés. Certains l'ont déjà été, sans que le lecteur s'en aperçoive car les résultats correspondants ne figurent pas dans ce cahier.

Ainsi, les résultats des simulations de Modux ont été comparés à ceux d'autres modèles, relatifs à d'autres pays. Les modèles utilisés pour la comparaison ont été Mod-trim du Bureau du Plan de la Belgique, Safe du Central Plaan Bureau des Pays-Bas et Mosaïque de l'OFCE. La conclusion qui se dégagait de ces comparaisons était que les résultats de Modux étaient tout à fait similaires à ceux des autres modèles et que, si ce n'était pas le cas, les différences s'expliquaient par les structures et les propriétés différentes de l'économie luxembourgeoise, notamment son taux d'ouverture plus élevé. Dans ce contexte, il serait également opportun de comparer Modux au module luxembourgeois du modèle multi-pays de la Banque Centrale Européenne, construit par la BCL (cf. Guarda 2006).

Modux a pour inconvénient de ne pas être pas intégré dans un cadre multi-pays. Cela se justifie du fait de l'absence d'effets de débordement de l'économie luxembourgeoise sur les autres pays, mais ce n'est pas le cas en ce qui concerne la Grande Région. Dans Modux, le chômage de la Grande Région est une variable exogène déterminante ayant une certaine importance car il joue sur les salaires et l'offre de travail étrangère. Mais cette grandeur n'est probablement pas exogène: en imbriquant Modux dans un modèle spécifique à la Grande Région, il serait possible de remédier à quelques-uns de ses défauts les plus apparents.

Le STATEC devrait publier sous peu de vrais tableaux entrées-sorties. Le prédécesseur de Modux, Mod-L (cf. Bingen 1991), comportait un tableau entrées-sorties (TES) pour quantifier la relation entre l'optique production (branches) et dépenses (consommation, investissement, etc...) du PIB. L'intégration d'un tableau TES dans Modux devrait améliorer les résultats de simulations de chocs du type "baisse importante de l'activité dans le secteur financier". Elle devrait également améliorer les fonctions d'importations en intégrant explicitement le contenu en importations de chaque agrégat de la demande finale, y compris les exportations.

Modux pourrait également être utilisé pour tester les conditions économiques sous-jacentes aux projections de population et plus spécifiquement, à la pertinence du scénario "frontaliers" vis-à-vis du scénario "migrations" dans le contexte de l'IVL (Integriertes Verkehrs- und Landesplanungskonzept, cf. www.ivl.public.lu). Ceci pourrait être réalisé du fait que dans Modux, les migrations dépendent des conditions économiques au Luxembourg et dans la Grande Région (revenus relatifs, chômage, opportunités d'emplois). Des améliorations visant à introduire les prix immobiliers dans les équations de migrations sont en cours.

D'autres améliorations possibles concernent le module du secteur financier ou le fait de retenir les frontaliers comme facteur de production séparé.

Dans tous les cas, il faudra veiller à ce que Modux reste un outil opérationnel et maniable, car son utilisation première est d'aider à établir des prévisions. Toute extension – et ceci vaut également pour la construction du pendant trimestriel – devrait être jugée du point de vue de son utilité concrète quant à cette finalité.

Annexe 1 : Références bibliographiques

Ouvrages consultés pour l'établissement de ce document

- Adam F. (2004); Modelling a small open economy: what is different? The case of Luxembourg; www.ecomod.net/conferences/ecomod2004/ecomod2004_papers/800.pdf
- Bénassy-Quéré A., B. Coeuré, P. Jacquet, J. Pisani-Ferry (2004); Politique économique, De Boeck
- Bingen G., M. van Leeuwen, J. W. Velthuisen (1991); mod-L, The Luxembourg economic model; SEO rapport no. 270, SEO (Stichting voor Economisch Onderzoek der Universiteit van Amsterdam) et STATEC
- Bogaert H., F. Bossier, I. Bracke et L. Dobbelaere (2005); Les conséquences économiques du choc pétrolier sur l'économie belge; Working Paper no. 1-06, Bureau du Plan (Belgique)
- Burda M., Charles Wyplosz (2001); Macroeconomics: A European Text (3rd edition); Oxford University Press
- Chauvin V., E. Heyer, X. Timbeau (1999); Mosaïque révélée – Recueil de variantes et de simulations du modèle Mosaïque; Revue de l'OFCE no. 70, juillet 1999
- CPB (2003); Safe, a quarterly model of the Dutch economy for short-term analysis; CPB document no. 42
- Dalsgaard Th., Christophe André, Pete Richardson (2001); Standard shocks in the OECD Interlink model; Economics department Working Paper no. 306
- Du Toit Ch., E. Moolman (2004); A neoclassical investment function of the South African economy; Economic Modelling 21 (2004) 647-660
- Greenwood M. J. (1997); International migration in developed countries; in: Handbook of Population and Family Economics, M. R. Rosenzweig, O. Star (eds.), Elsevier
- Guarda P. (2006); The Luxembourg block of the multi-country model; in: Econometric Models of the Euro Area Central Banks, Fagan G. (ed.), Edward Elgar
- Hertveldt B., I. Lebrun (2003); Modtrim II, a quarterly model for the belgian economy; Working Paper no. 6-03, Bureau du Plan (Belgique)
- Krecké C., Pieretti P. (1997); Système d'indicateurs de compétitivité pour l'industrie luxembourgeoise; Cahiers économiques du STATEC n° 89
- Mathä Th., Wintr L. (2007); Commuting flows across bordering regions: a note; à publier dans Applied economics letters
- Schuller G. (2000); Du contenu en importations; Cahiers économiques du STATEC n° 92
- Schuller G. (2007); Le commerce transfrontalier du Luxembourg dans la Grande Région: une tentative d'évaluation; STATEC, Economie et statistiques, mars 2007

Bibliographie générale sur la modélisation macro-économétrique

- Ancot J.-P. (1984); Analyzing the Structure of Econometric Models, Kluwer Academic Publishers
- Artus P., M. Deleau, P. Malgrange (1994); Modélisation macro-économique; Economica
- Banque de France, CEPREMAP, Direction de la Prévision, Erasme, Insee, OFCE (1996), Structures et propriétés de cinq modèles macroéconométriques français; Notes d'Etudes et de Recherche, Vol. 38, Juin 1996 et Economie et Prévision (INSEE).
- Bodkin Ronald G. (1990); A History of Macroeconomic Model-building; Edward Elgar
- Brillet J.-L. (1994); Modélisation économétrique; Economica
- Dixon R. (2004); The Simulation of Macroeconometric Models; text provided on the Internet under <http://www.economics.unimelb.edu.au/simulation/simhome.html>
- Fagan G. Morgan J. (2006); Econometric Models of the Euro-area Central Banks; Edward Elgar
- Fair R. C. (1994); Testing macroeconometric models; Harvard University Press
- Fair R. C. (2005); Estimating How the Macroeconomy Works; Harvard University Press
- Intriligator M. (1983); Economic and econometric models, in: Handbook of Econometrics, vol. I, chapter 3; eds.: Griliches Z., Intriligator M.; North-Holland
- Klein L. (1986); Economic policy formation: theory and implementation (applied econometrics in the public sector), in: Handbook of Econometrics, vol. I, chapter 35, eds.: Griliches Z., Intriligator M.; North-Holland
- Klein L., Welfe A., Welfe W. (1999); Principles of macroeconometric modeling; Elsevier
- Maddala G. S., I.-M. Kim (1998); Unit roots, cointegration and structural change; Cambridge University Press
- NIESR (2005); Macro Econometric Models; Internet resources for macro-econometric modeling of the National Institute of Economic and Social Research (UK) describing notably the world-model Nigem: <http://www.niesr.ac.uk/models/nigem/nigem.htm>
- Pindyck R., D. Rubinfeld (1998); Econometric models and economic forecasts; Irwin McGraw-Hill
- Powell A., Murphy C. (1997); Inside a modern macroeconometric model; Springer
- Wallis K. F. (2000); Macroeconometric modeling; in: Macroeconomic Policy: Iceland in an Era of Global Integration, Gudmundsson M., T.T. Herbertsson, G. Zoega, eds, Reykjavik: University of Iceland Press

Annexe 2: Les recettes et les dépenses publiques dans Modux

Les finances publiques, c.-à-d. les principales catégories de recettes et de dépenses de l'Etat, telles qu'elles figurent dans le compte des recettes et de dépenses habituellement établi et diffusé par le STATEC, figurent dans Modux. Les grandes catégories de recettes et de dépenses publiques sont en principe toutes endogènes, c.-à-d. qu'elles dépendent d'autres variables macro-économiques figurant dans Modux. Seules des catégories très peu importantes de par leur poids sont exogènes ainsi que l'emploi et la FBCF (formation brute de capital fixe), comme véritables variables de décision. Les recettes sont endogènes car elles dépendent du niveau général de l'activité économique et des prix. Les dépenses sont souvent endogènes car elles sont marquées par un certain automatisme (cf. échelle mobile).

Les dépenses

Du côté des dépenses, la FBCF de l'Etat ainsi que l'emploi, c.-à-d. le nombre de personnes travaillant pour la fonction publique font une exception notable au principe de l'automatisme précité. Ces deux variables sont supposées être des variables de décision pour le gouvernement, donc exogènes dans Modux. Ces variables ne subissent pas d'influence d'autres variables macro-économiques, ce qui justifie leur caractère exogène.

Tableau 32: Liens économiques concernant les principales catégories de recettes et de dépenses

Variable finances publiques	Part dans le total (2005)	Variables macro-économique en déterminant l'évolution	Mécanisme
<i>Dépenses</i>	100		
Consommation intermédiaire	8.2	Stock de capital (FBCF)	ECM ²
Formation de capital fixe (FBCF)	10.7	exogène	...
Rémunération des salariés	18.7	emploi * salaire moyen	Identité
Emploi	...	exogène	...
Coût salarial moyen	...	Echelle mobile, productivité dans le secteur privé	ECM
Autres impôts sur la production	0.0	n.c. ¹	...
Subventions	3.9	PIB	Dépendance simple ³
Revenus de la propriété	0.4	PIB	Dépendance simple
Impôts courants sur le revenu, le patrimoine, etc.	0.0	n.c.	...
Prestations sociales autres que transferts sociaux en nature	34.2	Masse salariale totale intérieure	ECM
Prestations sociales en nature etc	12.2	Population active résidente	ECM
Autres transferts courants	8.2	PIB	Dépendance simple
Ajustement pour variation des droits des ménages sur les fonds de pension	0.0	n.c.	...
Transferts en capital à payer	3.8	PIB	Dépendance simple
Acquisitions moins cessions d'actifs non financiers non produits	-0.2	exogène	...
<i>Recettes</i>	100		
Production marchande	2.7	Consommation publique, prestations sociales en nature	Identité
Production pour usage final propre	0.0	n.c.	...
Paievements pour autre production non marchande	1.8	Valeur ajoutée dans le secteur privé	ECM
Impôts sur la production et les importations	31.2	Divers, cf. tableau 33	Taux implicite ⁴
Autres subventions sur la production	0.0	n.c.	...
Revenus de la propriété	2.8	exogène	...
Impôts courants sur le revenu, le patrimoine, etc.	33.1	Divers, cf. tableau 33	Taux implicite ⁴
Cotisations sociales	27.6	Masse salariale totale intérieure	Taux implicite
Autres transferts courants	0.4	exogène	...
Transferts en capital à recevoir	0.5	exogène	...

Source: STATEC

¹ Non considéré, car ayant une pondération trop faible² Equation à correction d'erreur³ Normalement, une équation du type $\text{dlog}(y) = a \cdot \text{dlog}(x) + \text{constante}$ ⁴ La recette dépend d'une base fiscale et d'un taux implicite: $\text{recette} = \text{taux} \cdot \text{base}$. Le taux est généralement la dernière valeur observée avant le début des simulations

Pour enchaîner avec les principales catégories de dépenses, la consommation intermédiaire est censée dépendre du stock de capital appartenant au secteur public, respectivement de la FBCF (car le stock de capital est la somme cumulée sur le passé des investissements, nette des amortissements). L'idée sous-jacente étant celle de dépenses induites ("Folgekosten"): chaque nouveau bâtiment, chaque nouvelle route induit des dépenses d'entretien et de réparation. La nature de la relation est un modèle à correction d'erreur (ECM) estimé, ce qui renforce en principe la validité de cette relation (si c'est économétriquement valable, l'hypothèse de dépendance a plus de chances d'être vraie).

La masse salariale est obtenue en multipliant le coût salarial moyen par l'emploi. Comme dit précédemment, l'emploi est supposé être exogène. Le coût salarial dépend des salaires dans les autres branches privées. Ceci est vérifié économétriquement. Si ce constat étonne, il faut se rappeler que les salaires dans le secteur privé dépendent de l'inflation (échelle mobile) et de la productivité. Donc, indirectement, les salaires dans la fonction publique dépendent des mêmes variables que ceux du secteur privé. Certes, ce sujet mériterait une analyse plus approfondie, car on affirme souvent l'inverse que les salaires du public influencent celui du privé. Si pour certains métiers, pour certaines qualifications, ceci peut être vrai à court terme, au niveau macro, il est peu vraisemblable que:

1. les salaires du public soient fixés arbitrairement (et non en fonction de critères macro-économiques), et,
2. que les salaires du privé suivent ceux du public, et,
3. que ceci est une situation d'équilibre de long terme....

Les prestations sociales dépendent de la masse salariale. C'est une hypothèse a priori forte, mais qui se justifie si l'on prend soin de disséquer les principales catégories de dépenses de prestations sociales. On peut prendre l'exemple des pensions, qui sont fixées en fonction des salaires (réels) dans l'économie et en fonction de l'échelle mobile. Le flux de pensions dépend du stock passé d'actifs. Certaines prestations liées aux enfants dépendent de l'échelle mobile et du nombre de travailleurs actifs au Luxembourg. Il faut penser au fait que l'immigration est souvent une immigration de jeunes travailleurs et que la natalité est plus forte auprès des étrangers qu'auprès des luxembourgeois. Si le nombre de bénéficiaires de prestations sociales s'accroît, c'est que le nombre de travailleurs s'est accru. Ces hypothèses sont vérifiées économétriquement.

L'économétrie révèle également que les prestations sociales en liquide dépendent, dans le court terme, négativement de l'emploi. Ceci pourrait vouloir dire que si la conjoncture s'améliore, le nombre de bénéficiaires de ce type de prestations diminue, un phénomène qu'on pourrait éventuellement lier à la baisse des prestations de chômage.

Distinction des volumes et des valeurs en ce qui concerne les agrégats des finances publiques

Une difficulté soulevée par l'exercice concerne la distinction entre les volumes (c.-à-d. les prix constants) et les valeurs (prix courants). Pour des raisons de cohérence interne à Modux, toutes les variables doivent être exprimées suivant ces deux concepts même si pour certaines catégories (dont les finances publiques) cette distinction fait peu de sens. Que représentent les prestations sociales en volume? En fait, il faut spécifier toutes les équations comportementales sur base de grandeurs en volume. Celles-ci sont ensuite multipliées par un prix pour donner l'agrégat en valeur. Mais comme il n'existe souvent pas de prix propre aux catégories de recettes et de dépenses de l'État, on prend en pratique un indice de prix général, comme les prix à la consommation ou le déflateur du PIB. Cela permet de s'assurer qu'un choc sur les prix ou les salaires agit effectivement à travers les variables de prix et n'influence pas (directement) les volumes.

Les recettes

Dans Modux, les différentes catégories de recettes peuvent être modélisées de quatre façons différentes:

1. suivant un ECM (modèle à correction d'erreur) estimé;
2. par une équation économétrique en différence première;
3. par un taux apparent;
4. par une identité.

Les méthodes de détermination des principales catégories de recettes sont reprises au tableau 33.

Ad 1.: L'équation à correction d'erreur intègre dans une seule équation la dynamique de court et de long terme. La spécification est la suivante:

$$\Delta y = \alpha \Delta x + \phi(y_{-1} + \beta x_{-1}) + \varepsilon$$

où α est l'élasticité de court terme et β celle du long terme. ϕ est le paramètre de correction d'erreur (cf. Maddala 1998, pp. 39-41). L'équation peut être estimée en une ou deux étapes. Il est normalement admis que

l'estimation en une étape est meilleure. En pratique, en présence d'un nombre peu élevé d'observations, on doit souvent fixer le paramètre de long terme, eu égard à la théorie ou à d'autres résultats. Du côté des recettes, seules les recettes au titre de la production marchande et non-marchande sont modélisées par un ECM.

Ad 2.: La spécification en différence première:

$$\Delta y = \alpha \Delta x + \gamma$$

Actuellement, aucune catégorie des recettes n'est modélisée de cette façon. Seules quelques catégories de dépenses le sont.

Ad 3.: La spécification est en "taux apparent ou implicite". C'est le cas le plus fréquent. Tous les impôts indirects et directs sont modélisés ainsi. Pour y parvenir, il faut connaître la base fiscale, c.-à-d. la variable macro-économique qui donne lieu à l'impôt collecté ainsi que le montant de l'impôt perçu.

$$t = \text{impôt} / \text{base fiscale}$$

où t est le taux d'imposition apparent. Le taux apparent est observé sur le passé et fixé de façon exogène sur le futur lors des prévisions. Cette méthode a l'avantage que les modifications de la fiscalité (en prévision par exemple) peuvent facilement être mises en oeuvre (cf. ci-après).

Pour implémenter une modification de la fiscalité, il suffit de connaître la plus ou moins-value d'imposition. Cette dernière est alors ajoutée à l'impôt et donne le nouveau taux implicite:

$$t' = (\text{impôt} + \text{plus/moins value}) / \text{base fiscale}$$

La méthode basée sur les taux apparents est simple d'application mais elle ne tient pas compte de la complexité du système de la perception des impôts, surtout dans deux cas:

- a) lorsque les barèmes d'impôts sont progressifs (cf. imposition des ménages);
- b) lorsque la base fiscale n'est pas bien connue ou difficile à cerner du point de vue économique ou statistique.

Aussi, dans le cas a), en raison de la progressivité du barème de l'impôt sur le revenu des personnes physiques, il serait faux de fixer à un niveau constant le taux apparent d'imposition des ménages. Du fait de l'inflation salariale, celui-ci progresse en fait. Une évaluation est donc effectuée afin de tenir compte de cette progressivité et le taux d'imposition apparent des ménages est augmenté de x point de pour-cent sur l'horizon de prévision.

Dans le cas b), lors de l'établissement de prévisions, l'avis d'expert ("expert judging") devient crucial. Les taux d'imposition apparents sont repris aux graphiques 8 à 10.

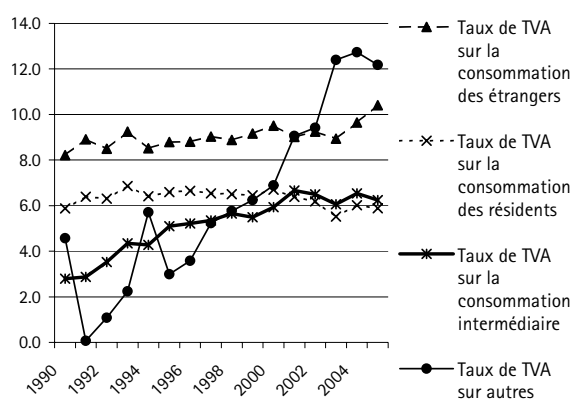
Il convient encore de préciser que plus les taux d'imposition apparents sont stables dans le temps, plus cette méthode est valide. Parmi les taux les plus stables on trouve le taux de TVA sur la consommation finale des résidents et sur celle des non-résidents, le taux de cotisation, le taux d'imposition du revenu des personnes physiques.

Ad 4.: Dans quelques cas isolés, une catégorie de recettes peut s'obtenir par identité comptable. Ceci est le cas de la production non marchande qui dépend de la consommation publique et des prestations sociales en nature.

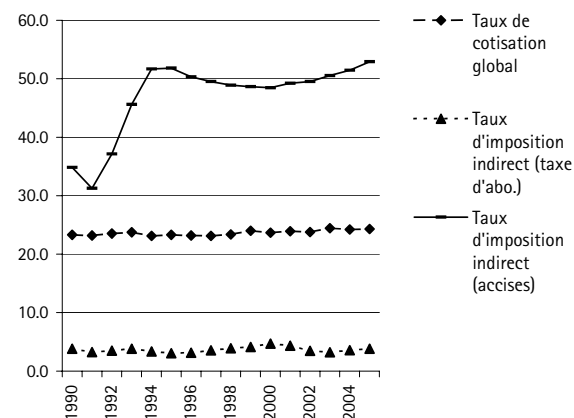
Tableau 33: Liens économiques concernant certaines catégories de recettes

Variable finances publiques	Part dans le total (2005)	Variables macro-économique en déterminant l'évolution	Mécanisme
<i>Impôts sur la production et les importations</i>	100.0		
TVA	44.0		
TVA perçue sur la consommation des étrangers au Luxembourg	(33.0)	Consommation des résidents sur le territoire, hors loyers imputés	Taux implicite ¹
TVA perçue sur la consommation intermédiaire et divers	(15.0)	Consommation des étrangers au Luxembourg	Taux implicite
TVA perçue sur d'autres agrégats (e-commerce)	(25.0)	Consommation intermédiaire des adm. publ., VAB totale	Taux implicite
	(27.0)	FBCF adm. publ., FBCF bâtiments résid., exportations de services non-financiers	Taux implicite
Autres impôts indirects, perçus sur les importations, accises	33.0	Consommation des étrangers au Luxembourg	Taux implicite
Impôts indirects divers, dont taxe d'abonnement	23.0	VAB totale	Taux implicite
<i>Impôts courants sur le revenu, le patrimoine, etc.</i>			
Impôts courants sur le revenu des personnes physiques	52.0	Revenu imposable (=masse salariale - cotisations sociales + transferts sociaux en liquide ²)	Taux implicite
Impôts courants sur le revenu des personnes morales	43.0	Excédent brut d'exploitation	Taux implicite
Impôt sur la fortune	4.0	exogène	...
Divers	1.0	exogène	...

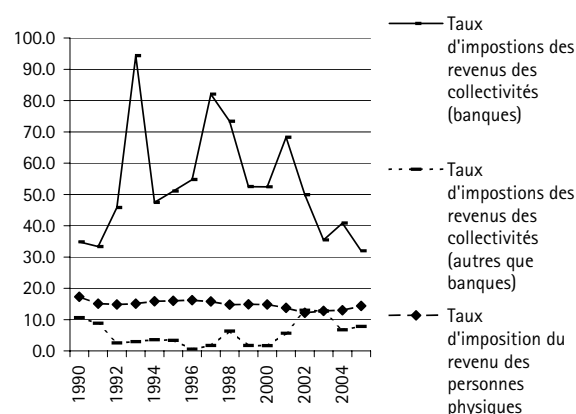
Source: STATEC

¹ La recette dépend d'une base fiscale et d'un taux implicite: recette = taux*base. Le taux est généralement la dernière valeur observée avant le début des simulations² Parmi les transferts sociaux en liquide, seules les pensions sont imposables**Graphiques 8: Taux de TVA**

Source: STATEC

Graphique 9: Autres taux d'imposition indirects, taux de cotisation

Source: STATEC

Graphique 10: Taux d'imposition directs, ménages et entreprises

Source: STATEC

Annexe 3: Modux (variables et équations)

Code de la variable	Explication	Code de la variable	Explication
BASETVA	Base imposable TVA tot. (mia eur)	MSALPRVHCE	Masse sal. priv. HCE (mia Eur)
BASETVAC	Base imposable TVA cons. terr. (mia eur)	MSALPRVO	Masse sal. priv. n.-fin. (mia Eur)
BASETVACETR	Base imposable TVA c. etr. (mia eur)	MSALPRVOHCE	Masse sal. priv. n.-fin. HCE (mia Eur)
BASETVACFIN	Base imposable TVA c. res. (mia eur)	MSALSNM	Masse sal. serv. n.-march. (mia Eur)
BASETVACI	Base imposable TVA c. int. (mia eur)	MSALSNMHCE	Masse sal. serv. n.-march. HCE (mia Eur)
BASETVAO	Base imposable TVA autre (mia eur)	MSO	Imp serv. n.-fin. (mia eur)
BEFUS	Taux change BEF/USD puis EUR/USD (2000=1)	MSO_R	Imp serv. n.-fin. (vol., mia eur)
CAPN	Stock cap. net (valeur)	MSW_R	Demande mondiale services (vol.)
CAPN_R	Stock cap. net (vol.)	NSAL	Emploi sal. tot. (1000 pers.)
CAPNBQ	Stock cap. net sect. fin.	NSALBNQ	Emploi sal. sect. fin. (1000 pers.)
CAPNBQ_R	Stock cap. net sect. fin. (vol.)	NSALPRV	Emploi sal. priv. (1000 pers.)
CAPNMEQ	Stock cap. net mach. & equip.	NSALPRVO	Emploi sal. priv. n.-fin. (1000 pers.)
CAPNMEQ_R	Stock cap. net mach. & equip. (vol.)	NSALSNM	Emploi sal. serv. n.-march. (1000 pers.)
CAPNRES	Stock cap. net résidentiel	PARTEMP	Part frontaliers dans l'emploi salarié (% flux)
CAPNRES_R	Stock cap. net res. (vol.)	P_PETUS	Prix pétrole USD
CAPNSNM	Stock cap. net serv. non-march.	P_PIBUE	Prix PIB zone euro (2000=1)
CAPNSNM_R	Stock cap. net serv. non-march. (vol.)	P_PREMUS	Prix mat. prem. hors pet. (2000=1)
CCSNM	Consommation de capital, serv. non-march.	P_VAIW	Prix mond. biens (industrie) (2000=1)
CETR	Cons. etr. terr.	P_VASW	Prix mond. services (2000=1)
CETR_R	Cons. etr. terr. (vol.)	P_XBW	Prix exp. monde biens (2000=1)
CETRHTVA	Cons. etr. terr. hors TVA	P_XSW	Prix exp. monde services (2000=1)
CETRHTVA_R	Cons. etr. terr. hors TVA (vol.)	PIB	PIB (val., mia eur)
CFIN	Cons. men. residents	PIB_R	PIB (vol., mia eur)
CFIN_R	Cons. men. residents (vol.)	PIB_R_POT	PIB potentiel (vol.)
CFINHTVA	Cons. men. résidents hors TVA	PIBUE_R	PIB zone euro (vol.)
CFINHTVA_R	Cons. men. résidents hors TVA (vol.)	POP1564	Pop. age 15-64 ans (1000 pers.)
CG	Cons. publ.	POPACT	Pop. active (1000 pers.)
CG_R	Cons. publ. (vol.)	POPTOT	Pop. totale (1000 pers.)
CLUX	Cons. lux. etr.	PRODE	Productivité apparente du travail (VAB vol./EMP)
CLUX_R	Cons. lux. etr. (vol.)	PRODEBNQ	Prod. app. trav. BNQ (VAB vol./EMP)
COSOC	Cotisations soc. tot.	PRODEBNQ_HP	Prod. app. trav. BNQ (VAB vol./EMP, HP)
COSOCEFF	Cotisations soc. effectives tot.	PRODEBNQH	Prod. app. trav. BNQ (VAB vol./L)
COSOCEFFEMP	Cotisations soc. effectives emploi	PRODEBNQH_HP	Prod. app. trav. BNQ (VAB vol./L, HP)
COSOCEFFEMPBNQ	Cot. soc. eff. emp. sect. fin.	PRODEH	Productivité app. horaire du trav. (VAB vol./L)
COSOCEFFEMPPRVO	Cot. soc. eff. emp. sect. privé non-fin.	PRODEPRV	Prod. app. trav. PRV (VAB vol./EMP)
COSOCEFFEMPNSNM	Cot. soc. eff. emp. serv. non-march.	PRODEPRVH	Prod. app. trav. PRV (VAB vol./L)
COSOCEFFMEN	Cot. soc. eff. menages	PRODEPRVO	Prod. app. trav. PRVO (VAB vol./EMP)
COSOCIMP	Cot. soc. imputées	PRODEPRVO_HP	Prod. app. trav. PRVO (VAB vol./EMP, HP)
CSU	Coût salarial unitaire	PRODEPRVOH	Prod. app. trav. PRVO (VAB vol./L)
CSU_R	Coût salarial unitaire réel	PRODEPRVOH_HP	Prod. app. trav. PRVO (VAB vol./L, HP)
CSUBNQ	Coût salarial unitaire sect. fin.	PRODESNM	Prod. app. trav. SNM (VAB vol./EMP)
CSUBNQ_R	Coût salarial unitaire réel sect. fin.	PRODESNMH	Prod. app. trav. SNM (VAB vol./L)
CSUPRV	Coût salarial unitaire sect. priv.	PRODSNM	Production SNM (mia eur)
CSUPRV_R	Coût salarial unitaire réel sect. priv.	PRODSNMNRC	Production SNM march. (mia eur)
CSUPRVO	Coût salarial unitaire sect. priv. non-fin.	PRODSNMNRC	Production SNM n.-march. (mia eur)
CSUPRVO_R	Coût salarial unitaire réel sect. priv. non-fin.	PRODSNMNRCIND	Production SNM n.-march. mesurée indirectement (mia eur)
CSUSNM	Coût salarial unitaire serv. non-march.	PRODSNMNRCPAY	Production SNM n.-march. payée (mia eur)
DFIN	Demande finale	PUCBNQ	Coût usage du capital BNQ
DFIN_R	Dem. fin. (vol.)	PUCMEQ	Coût usage du capital mach/equip
DNAT	Demande nationale	PUCRES	Coût usage du capital résidentiel
DNAT_R	Dem. nat. (vol.)	R_CC	Taux d'amortissement (total)
DNATM_R	Dem. nat. donnant lieu à des importations (vol.)	R_CCBNQ	Taux amort. cap. sect. fin.
DPSNM	Dépenses publ. tot. (mia eur)	R_CCMEQ	Taux amort. cap. mach. & equip.
DPSNMANF	Acquisitions - cessions d'actifs non-financiers non produits, SNM (mia eur)	R_CCRES	Taux amort. cap. res.
DPSNMCA	Transferts en capital à payer, SNM (mia eur)	R_CCSNM	Taux amort. cap. serv. non-march.
DPSNMCI	Cons. int., SNM (mia eur)	R_COSOC	Taux de cotisation global
DPSNMCI_R	Cons. int., SNM (vol., SNM (mia eur)	R_COSOCEFF	Taux de cot. effectif global
DPSNMIMPROD	Aut. impôts sur la production, SNM (mia eur)	R_COSOCEFFEMP	Taux cot. eff. entreprises
DPSNMIMRW	Impôts courants sur le revenu et le patrimoine, SNM (mia eur)	R_COSOCEFFEMPBNQ	Taux cot. eff. sec. fin.
DPSNMIPROP	Revenus de la propriété, SNM (mia eur)	R_COSOCEFFEMPBNQ	Taux cot. eff. sec. fin.
DPSNMSOC	Prestations sociales totales, SNM (mia eur)	R_COSOCEFFEMPBRV	Taux cot. eff. entr. priv.
DPSNMSOCLQ	Prestations sociales en liquide, SNM (mia eur)	R_COSOCEFFEMPBRVO	Taux cot. eff. entr. priv. n.-fin.
DPSNMSOCLQ_R	Prest. soc. liq., SNM (vol., mia eur)	R_COSOCEFFEMPBRVO	Taux cot. eff. entr. priv. n.-fin.
DPSNMSOCNAT	Prestations sociales en nature, SNM (mia eur)	R_COSOCEFFEMPNSNM	Taux cot. eff. serv. n.-march.
DPSNMSOCNAT_R	Prest. soc. nat., SNM (vol., mia eur)	R_COSOCEFFEMPNSNM	Taux cot. eff. serv. n.-march.
DPSNMSUB	Subventions payées, SNM (mia eur)	R_COSOCEFFMEN	Taux cot. eff. m
DPSNMTRC	Autres transferts courants, SNM (mia eur)	R_COSOCEFFMEN	Taux cot. eff. ménages
DST	Var. stocks	R_COSOCIMP	Taux de cot. impute
DST_R	Var. stocks (vol.)	R_COSOCIMP	Taux de cot. imputé global
EBE	Excédent brut d'exploitation + revenu mixte (EBE)	R_EMPNAT	Taux emploi (%)
EBEBNQ	EBE sect. fin.	R_FRIN	Part front. emp. sal. (% stocks)
EBEPRV	EBE sect. privé	R_IMPMDIV	Taux imp. indir. divers (%)
EBEPRVO	EBE sect. privé non-fin.	R_IMPMM	Taux imp. indir. imports (%)
EBESNM	EBE serv. non-march.	R_IMPMTVA	Taux TVA implicite global (%)
EMP	Emploi intérieur (1000 pers.)	R_IMPMTVACETR	Taux TVA cons. etr. terr. (%)
EMPBNQ	Emploi tot. sect. fin. (pers.)	R_IMPMTVACFIN	Taux TVA cons. residents (%)
EMPGR	Emploi Grande Région (1000 pers.)	R_IMPMTVACI	Taux TVA cons. int. snm (%)
EMP NAT	Emploi national (1000 pers.)	R_IMPMTVAO	Taux TVA autres (%)
EMP PRV	Emploi tot. priv. (1000 pers.)	R_IMRWPM	Taux imp. rev. pers. mor. (%)

Code de la variable	Explication	Code de la variable	Explication
EMPPRVO	Emploi tot. priv. n.-fin. (1000 pers.)	R_IMRWPMBNQ	Taux imp. rev. sect. fin. (%)
EMPSNM	Emploi tot. serv. n.-march. (1000 pers.)	R_IMRWPMPRVO	Taux imp. priv. h. sect. fin. (%)
EMS	Echelle mobile des salaires (moyenne cotes d'application)	R_IMRWPP	Taux imp. rev. pers. phys. (%)
EQUEXT	Solde exterieur	R_MSAL	Part salariale (%)
EQUEXT_R	Solde exterieur (vol.)	R_MSALBNQ	Part salariale BNQ (%)
EQUEXTB	Solde ext. biens	R_MSALPRV	Part salariale PRV (%)
EQUEXTB_R	Solde ext. biens (vol.)	R_MSALPRVO	Part salariale PRVO (%)
EQUEXTC	Solde ext. serv. fin.	R_MSALSNM	Part salariale SNM (%)
EQUEXTC_R	Solde ext. serv. fin. (vol.)	R_MSO	Part imp. aut. serv. PIB (%)
EQUEXTS	Solde ext. serv.	R_MSO_R	Part imp. aut. serv. PIB vol. (%)
EQUEXTS_R	Solde ext. serv. (vol.)	R_POP1564	Part Pop. 15-64 pop. tot. (%)
EQUEXTSO	Solde ext. serv. n.-fin.	R_POPACT	Taux activite (%)
EQUEXTSO_R	Solde ext. serv. n.-fin. (vol.)	R_POPACTFEM	Taux activite feminin (%)
EURUS	Taux de change nominal EUR/USD (2000=1)	R_PRODSNMNRC_AJUST1	Facteur ajust. 1 prod SNM (mia eur)
FONCT	Fonctionnaires intx. (1000 pers.)	R_PRODSNMNRC_AJUST2	Facteur ajust. 2 prod SNM (mia eur)
FRIN	Frontaliers entrants (1000 pers.)	R_RCDPSNM	Solde public (% PIB)
FRLUX	Frontaliers lux. trav. etranger (1000 pers.)	R_RCDPSNMSTRUCT	Solde public struct. (% PIB)
FRONT	Frontaliers nets (1000 pers.)	R_RCSNM	Part recettes publ. PIB (%)
HO	Durée travail (2000=1)	R_SID	Part de la sidérurgie luxembourgeoise dans le PIB (%)
HOBNO	Durée travail sec. fin. (2000=1)	R_U	Taux de chômage (ADEM, %)
HOPRV	Durée travail sec. priv. (2000=1)	R_UA	Taux de chômage large (ADEM, %)
HOPRVO	Durée travail priv. h.-fin. (2000=1)	R_UBIT	Taux de chômage BIT (%)
HOSNM	Durée travail n.-march. (2000=1)	R_UGR	Taux de chômage Grande Region (%)
I	FBCF	R_UGRL	Taux de chô. moyen Grande Région yc Lux. (%)
I_R	FBCF (vol.)	RCDPSNM	Solde public (mia Eur)
lbnq_R	FBCF sect. fin.	RCSNM	Recettes publ. (mia Eur)
IBNO_R	FBCF sect. fin. (vol.)	RCSNMCAP	Transferts en capital à recevoir, SNM (mia EUR)
IM	Impôts perçus (tot.)	RCSNMPROD	Recettes de la production, SNM, (mia EUR)
IMCAP	Impôts en capital	RCSNMPRODNRRC	Recettes de la production marchande, SNM, (mia EUR)
IMEQ	FBCF mach. Et equip.	RCSNMPRODNRCPAY	Recettes de la production non-marchande, payées, SNM, (mia EUR)
IMEQ_R	FBCF mach. Et equip. (vol.)	RCSNMPROP	Revenus de la propriete, SNM, (mia Eur)
IMPM	Impôts sur la production et les importations (mia eur)	RCSNMSUB	Autres subventions sur la production, reçues, SNM (mia eur)
IMPMDIV	Imp. p/i divers (mia eur)	RCSNMTRC	Autres transferts courants, reçus, SNM, (mia eur)
IMPMDIVABO	Imp. p/i taxe d'abo. (mia eur)	RD MEN	Revenu disponible des ménages (mia Eur)
IMPMDIVDIV	Imp. p/i divers (mia eur)	RD MEN_R	Rev. disp. ménages (vol., mia Eur)
IMPMDIVMOB	Imp. p/i transact. mobilières / immobilières (mia eur)	RD MENBFDN	Rev. disp. ménages étrangers (BFD), par ménage par an
IMPMM	Imp. p/i accises, importations, (mia eur)	RD MENLN	Rev. disp. ménages luxembourgeois, par ménage par an
IMPMMDIV	Imp. p/i importations (mia eur)	SALM	Coût sal. moyen (CSM) (1000 Eur/an)
IMPMMPET	Imp. p/i accises sur les produits pétroliers (mia eur)	SALMBNQ	Coût sal. moyen sect. fin. (1000 Eur)
IMPMMTAB	Imp. p/i accises sur le tabac (mia eur)	SALMBNQH	Coût sal. moyen sect. fin. heure (1000 Eur)
IMPMTVA	Imp. p/i TVA (mia eur)	SALMBNQHCE	CSM sect. fin. hors cot. emp. (1000 Eur)
IMPMTVAC	Imp. p/i TVA cons. terr. (mia eur)	SALMBNQHHCE	CSM sect. fin. heure hors cot. emp. (1000 Eur)
IMPMTVACETR	Imp. p/i TVA cons. etr. (mia eur)	SALMH	Coût sal. moyen heure (1000 Eur)
IMPMTVACFIN	Imp. p/i TVA cons. res. (mia eur)	SALMHCE	CSM hors cot. emp. (1000 Eur)
IMPMTVACI	Imp. p/i TVA cons. int. (mia eur)	SALMHCE	CSM heure hors cot. emp. (1000 Eur)
IMPMTVAO	Imp. p/i TVA aut. (mia eur)	SALMPRV	Coût sal. moyen priv. (1000 Eur)
IMPROD	Impôts sur la production (PIB optique production) (mia eur)	SALMPRVH	CSM priv. heure (1000 Eur)
IMPROD_R	Impôts sur la production (PIB optique production) (vol., mia eur)	SALMPRVHCE	CSM priv. hors cot. emp. (1000 Eur)
IMPRODO	Imp. prod. hors TVA (mia eur)	SALMPRVHCE	CSM priv. heure hors cot. emp. (1000 Eur)
IMRW	Impôts sur le revenu et la fortune (mia eur)	SALMPRVO	Coût sal. moyen priv. n.-fin. (1000 Eur)
IMRWDIV	Impôts r/f divers (mia eur)	SALMPRVOH	CSM heure priv. n.-fin. (1000 Eur)
IMRWFORT	Impôts r/f fortune (mia eur)	SALMPRVOHCE	CSM priv. n.-fin. hors cot. emp. (1000 Eur)
IMRWFORTBNQ	Impôts r/f fortune BNQ (mia eur)	SALMPRVOHHCE	CSM heure priv. n.-fin. hors cot. emp. (1000 Eur)
IMRWFORTPRVO	Impôts r/f fortune PRVO (mia eur)	SALMSNM	Coût sal. moyen serv. n.-march. (1000 Eur)
IMRWPM	Impôts r/f personnes morales / entreprises (mia eur)	SALMSNMH	CSM heure serv. n.-march. (1000 Eur)
IMRWPMBNQ	Impôts r/f entreprises financières (mia eur)	SALMSNMHCE	CSM serv. n.-march. hors cot. emp. (1000 Eur)
IMRWPMCC	Impôts r/f commercial communal (mia eur)	SALMSNMHHCE	CSM heure serv. n.-march. hors cot. emp. (1000 Eur)
IMRWPMCCBNQ	Impôts r/f c/c BNQ (mia eur)	SALMIGR	Solde migratoire (1000 pers.)
IMRWPMCCPRVO	Impôts r/f c/c PRVO (mia eur)	SLDNAT	Solde naturel (1000 pers.)
IMRWPMPRVO	Impôts r/f entreprises non-financières (mia eur)	SSM	Salaire soc. min. (1000 Eur)
IMRWPMREV	Impôt sur le revenu des collectivités (mia eur)	STOXX50	Indice boursier zone Euro Stoxx50 (2000=100)
IMRWPMREVBNO	Impôts rev. ent. BNQ (mia eur)	SUBV	Subventions (mia eur)
IMRWPMREVPRVO	Impôts rev. ent. PRVO (mia eur)	SUBV_R	Subventions (mia eur, vol.)
IMRWPMMSOL	Impôt solidarité entreprises (mia eur)	TICTDM	Taux d'intérêt court terme (DEM puis Eur)
IMRWPP	Impôts revenus / fortune ménages (mia eur)	TICTEUR	Taux d'int. CT (Eur)
INDEP	Emploi indépendants tot. (pers.)	TICTFB	Taux d'int. CT (BEF puis Eur)
INDEPBNQ	Emploi indép. sect. fin. (pers.)	TICTUS	Taux d'int. CT (USD)
INDEPPRV	Emploi indép. priv. (pers.)	TIHYP	Taux d'int. hypothecaire
INDEPPRVO	Emploi indép. priv. n.-fin. (pers.)	TILTDM	Taux d'int. LT (DM puis Eur)
INDEPSNM	Emploi indép. serv. n.-march. (pers.)	TILT EUR	Taux d'int. LT (Eur)
IRES	FBCF residential inv.	TILT FB	Taux d'int. LT (BEF puis Eur)
IRES_R	FBCF residential inv. (vol.)	TILTUS	Taux d'int. LT (USD)

Code de la variable	Explication	Code de la variable	Explication
ISNM	FBCF serv. n.-march.	TXEEMB	Taux de change effectif nominal, pondéré par la structure des importations biens, (2000=1)
ISNM_R	FBCF serv. n.-march. (vol.)	TXEEMSO	Taux chge. eff. nom. import. aut. serv. (2000=1)
L	Emploi effectif (heures)	TXEEXB	Taux chge. eff. nom. export. biens (2000=1)
LBNQ	Emploi effectif sec. fin.	TXEEXO	Taux chge. eff. nom. export. aut. serv. (2000=1)
LOYERMEN	Loyers imputés ménages	U	Nombre de chômeurs (ADEM, 1000 pers.)
LOYERMEN_R	Loyers imputés ménages (vol.)	UA	Nombre de chômeurs large (ADEM, 1000 pers.)
LPRV	Emploi effectif sec. priv.	UBIT	Nombre de chômeurs BIT (1000 pers.)
LPRVO	Emploi effectif sec. priv. hors fin.	UGR	Nombre de chômeurs Grande Region (1000 pers.)
LSNM	Emploi effectif serv. n.-march.	VAB	Valeur ajoutée tot. (mia eur)
MB	Importations de biens (mia eur)	VAB_R	Valeur ajoutée tot. (mia eur, vol.)
MB_R	Imp. biens (vol., mia eur)	VABBNO	VAB sect. fin. (mia eur)
MBE	Imp. biens énérg. (mia eur)	VABBNO_R	VAB sect. fin. (mia eur, vol.)
MBE_R	Imp. biens énérg. (vol. mia eur)	VABPRV	VAB priv. (mia eur)
MBO	Imp. biens autres (mia eur)	VABPRV_R	VAB priv. (mia eur, vol.)
MBO_R	Imp. biens aut. (vol., mia eur)	VABPRVO	VAB priv. n.-fin. (mia eur)
MBS	Import. tot. (mia eur)	VABPRVO_R	VAB priv. n.-fin. (mia eur, vol.)
MBS_R	Import. tot. (vol., mia eur)	VABSNM	VAB serv. n.-march. (mia eur)
MBW_R	Demande mondiale biens (vol.)	VABSNM_R	VAB serv. n.-march. (mia eur, vol.)
MCOMM	Importations de services financiers (mia eur)	XB	Exp. biens (mia eur)
MCOMM_R	Imp serv. fin. (vol., mia eur)	XB_R	Exp. biens (mia eur, vol.)
MES	Pers. en mesure ADEM (1000 pers.)	XBS	Export. tot. (mia eur)
MIGRIN	Flux migratoires entrants (1000 pers.)	XBS_R	Export. tot. (mia eur, vol.)
MIGRINBFDNL	Flux migratoires entrants (B, F, D, NL) (1000 pers.)	XCOMM	Exp. serv. fin. (mia eur)
MIGRINO	Flux migratoires entrants (autres pays) (1000 pers.)	XCOMM_R	Exp. serv. fin. (mia eur, vol.)
MIGRINYUG	Flux migratoires entrants (Ex-Yugosl.) (1000 pers.)	XS	Exp. serv. tot. (mia eur)
MIGROUT	Flux migratoires sortants (1000 pers.)	XS_R	Exp. serv. tot. (mia eur, vol.)
MS	Imp. serv. tot. (mia eur)	XSO	Exp serv. n.-fin. (mia eur)
MS_R	Imp. serv. tot. (vol., mia eur)	XSO_R	Exp serv. n.-fin. (mia eur, vol.)
MSAL	Masse sal. intérieure (mia eur)		
MSALBNO	Masse sal. sect. fin. (mia eur)		
MSALBNOHCE	Masse sal. BNO HCE (mia eur)		
MSALHCE	Masse sal. tot, hors cot. empl. (mia eur)		
MSALIND	Coût sal. moyen industrie (mia eur)		
MSALPRV	Masse sal. priv. (mia eur)		

Listing des équations de Modux

$$\text{DLOG}(\text{CFIN}_R) = 0.67 * \text{DLOG}(\text{RDMEN}_R) + 0.32 * \text{DLOG}(\text{RDMEN}_R(-1)) - 0.0077 * \text{D}(\text{R_UBIT}) + 0.057 * \text{DLOG}(\text{STOXX50}) - 0.31 * (\text{LOG}(\text{CFIN}_R(-1)) - \text{LOG}(\text{RDMEN}_R(-1))) - 0.0061 * (\text{TICTEUR}(-1) - \text{DLOG}(\text{P_CFIN}(-1)) * 100) + 0.042 * (\text{D91} - \text{D92}) + 0.027 + \text{EC_CFIN}_R$$

$$\text{DLOG}(\text{CAPBMEQ}_R) = 0.10 * \text{DLOG}(\text{VABPRVO}_R) - 0.022 * \text{DLOG}(\text{PUCMEQ}/\text{P_VABPRVO}) - 0.12 * (\text{LOG}(\text{CAPBMEQ}_R(-1)) - \text{LOG}(\text{VABPRVO}_R(-1))) + 0.3 * \text{LOG}(\text{PUCMEQ}(-1)/\text{P_VABPRVO}(-1))) + 0.061 + 0.020 * \text{D03} + \text{EC_CAPBMEQ}_R$$

$$\text{imeq}_r = \text{capbmeq}_r - (1 - r_{\text{retmeq}_r} / 100) * \text{capbmeq}_r(-1)$$

$$\text{DLOG}(\text{CAPBBNO}_R) = 0.21 * \text{DLOG}(\text{VABBNO}_R) - 0.051 * \text{DLOG}(\text{PUCBNO}/\text{P_VABBNO}) - 0.11 * (\text{LOG}(\text{CAPBBNO}_R(-1)) - \text{LOG}(\text{VABBNO}_R(-1))) + 0.5 * \text{LOG}(\text{PUCBNO}(-1)/\text{P_VABBNO}(-1))) - 0.063 - 0.058 * \text{D96} - 0.054 * (\text{D05} + \text{D04}) + \text{EC_CAPBBNO}_R$$

$$\text{ibnq}_r = \text{capbbnq}_r - (1 - r_{\text{retbnq}_r} / 100) * \text{capbbnq}_r(-1)$$

$$\text{DLOG}(\text{CAPBRES}_R) = 0.038 * \text{DLOG}(\text{RDMEN}_R/\text{EMPENAT}) - 0.00059 * \text{D}(\text{TIHYP} - 100 * \text{DLOG}(\text{P_CFIN})) - 0.34 * (\text{LOG}(\text{CAPBRES}_R(-1)) - \text{LOG}(\text{POPTOT}(-1))) + 0.036 * \text{LOG}(\text{RDMEN}_R(-1)/\text{EMPENAT}(-1)) - 0.00087 * (\text{TIHYP}(-1) - 100 * \text{DLOG}(\text{P_CFIN}(-1))) - 0.90 + 0.0038 * \text{D05} + \text{EC_CAPBRES}_R$$

$$\text{ires}_r = \text{capbres}_r - (1 - r_{\text{retres}_r} / 100) * \text{capbres}_r(-1)$$

$$\text{i}_r = \text{imeq}_r + \text{ires}_r + \text{ibnq}_r + \text{isnm}_r$$

$$\text{capbsnm}_r = \text{isnm}_r + (1 - r_{\text{retsnm}}_r / 100) * \text{capbsnm}_r(-1)$$

$$\text{capb}_r = \text{capbmeq}_r + \text{capbres}_r + \text{capbbnq}_r + \text{capbsnm}_r$$

$$\text{dnat}_r = \text{cfin}_r + \text{cg}_r + \text{i}_r + \text{dst}_r$$

$$\text{dnatm}_r = 0.5 * (\text{cfin}_r - \text{loyermen}_r) + 0.75 * (\text{imeq}_r + \text{ibnq}_r) + 0.5 * (\text{isnm}_r + \text{ires}_r) + 0.25 * (\text{dpsnmci} + \text{dpsnmsocnat}) / \text{p}_{\text{cg}} + 0.5 * \text{xb}_r$$

$$\text{DLOG}(\text{XB}_R) + 0.25 * \text{DLOG}(\text{P}_{\text{XB}}) = 0.83 * \text{DLOG}(\text{MBW}_R) + 0.78 * \text{DLOG}(\text{P}_{\text{VAIW}}) - 0.80 * (\text{LOG}(\text{XB}_R(-1)) - \text{LOG}(\text{MBW}_R(-1))) - 0.5 * \text{LOG}(\text{P}_{\text{VAIW}}(-1) / \text{P}_{\text{XB}}(-1)) + 0.057 * \text{R}_{\text{SID}}(-1) - 3.07 + \text{EC}_{\text{XB}_R}$$

$$\text{DLOG}(\text{XSO}_R) = 1.06 * \text{DLOG}(\text{MSW}_R) + 0.98 * \text{DLOG}(\text{P}_{\text{VASW}} / \text{P}_{\text{XSO}}) - 0.62 * (\text{LOG}(\text{XSO}_R(-1)) - \text{LOG}(\text{MSW}_R(-1))) - 1.4 * \text{LOG}(\text{P}_{\text{VASW}}(-1) / \text{P}_{\text{XSO}}(-1)) - 0.009 * @\text{TREND}(1980) - 0.08 * @\text{TREND}(2000) * (@\text{TREND}(2000) > 0) - 0.095 * \text{D01} + 0.11 * \text{D91} - 2.08 + \text{EC}_{\text{XSO}_R}$$

$$\text{DLOG}(\text{CETR}_R) = 0.90 * \text{DLOG}(\text{FRIN}) - 0.51 * \text{LOG}(\text{CETR}_R(-1)) + 0.20 * \text{LOG}(\text{FRIN}(-1)) - 0.60 + \text{EC}_{\text{CETR}_R}$$

$$\text{DLOG}(\text{XCOMM}_R) = + 0.21 * \text{DLOG}(\text{STOXX50}) - 0.54 * (\text{LOG}(\text{XCOMM}_R(-1)) - \text{LOG}(\text{PIBUE}_R(-1))) + 0.11 * \text{LOG}(\text{STOXX50}(-1)) + 0.029 * @\text{TREND}(1980) - 4.36 + \text{EC}_{\text{XCOMM}_R}$$

$$\text{xs}_r = \text{xso}_r + \text{xcomm}_r$$

$$\text{xbs}_r = \text{xb}_r + \text{xs}_r + \text{cetr}_r$$

$$\text{dfin}_r = \text{dnat}_r + \text{xbs}_r$$

$$\text{DLOG}(\text{MBO}_R) = 1.12 * \text{DLOG}(\text{DNATM}_R) - 0.47 * (\text{LOG}(\text{MBO}_R(-1)) - \text{LOG}(\text{DNATM}_R(-1))) + 0.35 * \text{LOG}(\text{P}_{\text{VABPRVO}}(-1) / \text{P}_{\text{MBO}}(-1)) - 0.063 + \text{EC}_{\text{MBO}_R}$$

$$\text{DLOG}(\text{MBE}_R) = 0.42 * \text{DLOG}(\text{VAB}_R) - 0.29 * (\text{LOG}(\text{MBE}_R(-1)) / \text{VAB}_R(-1)) - 0.25 * \text{R}_{\text{SID}}(-1) - 0.85 + \text{EC}_{\text{MBE}_R}$$

$$\text{mb}_r = \text{mbe}_r + \text{mbo}_r$$

$$\text{DLOG}(\text{MSO}_R) = 0.92 * \text{DLOG}(\text{XSO}_R) - 0.20 * (\text{LOG}(\text{MSO}_R(-1)) - \text{LOG}(\text{XSO}_R(-1))) - 0.010 + \text{EC}_{\text{MSO}_R}$$

$$\text{DLOG}(\text{MCOMM}_R) = 0.92 * \text{DLOG}(\text{XCOMM}_R) - 0.37 * (\text{LOG}(\text{MCOMM}_R(-1)) - \text{LOG}(\text{XCOMM}_R(-1))) + 0.00847 * @\text{TREND}(1980) - 0.31 + \text{EC}_{\text{MCOMM}_R}$$

$$\text{ms}_r = \text{mso}_r + \text{mcomm}_r$$

$$\text{DLOG}(\text{CLUX}_R) = 0.41 * \text{DLOG}(\text{RDMEN}_R) + 0.47 * \text{DLOG}(\text{P}_{\text{CFIN}} / \text{P}_{\text{PIBUE}}) - 0.51 * \text{LOG}(\text{CLUX}_R(-1)) + 0.24 * \text{LOG}(\text{RDMEN}_R(-1)) + 0.85 * \text{LOG}(\text{P}_{\text{CFIN}}(-1) / \text{P}_{\text{PIBUE}}(-1)) - 0.87 - 0.13 * \text{D95} + \text{EC}_{\text{CLUX}_R}$$

$$\text{mbs}_r = \text{mb}_r + \text{ms}_r + \text{clux}_r$$

$$\text{equext}_r = \text{xbs}_r - \text{mbs}_r$$

$$\text{equextb}_r = \text{xb}_r - \text{mb}_r$$

$$\text{equextso}_r = \text{xso}_r - \text{mso}_r$$

$$\text{equexts_r} = \text{xs_r} - \text{ms_r}$$

$$\text{equextc_r} = \text{xcomm_r} - \text{mcomm_r}$$

$$\text{pib_r} = \text{dnat_r} + \text{equext_r}$$

$$\text{DLOG(VABBNQ_R)} = 0.61 * \text{DLOG(XCOMM_R)} - 0.56 * \text{LOG(VABBNQ_R(-1))} + 0.25 * \text{LOG(XCOMM_R(-1))} + 0.14 + 0.083 * \text{D92} + \text{EC_VABBNQ_R}$$

$$\text{DLOG(IMPROD_R)} = 1.09 * \text{DLOG(VAB_R)} - 0.55 * \text{LOG(IMPROD_R(-1))} + 0.27 * \text{LOG(VAB_R(-1))} + 0.020 * @\text{TREND}(1994) * (@\text{TREND}(1994) > 0) - 0.48 + \text{EC_IMPROD_R}$$

$$\text{vabprvo_r} = \text{pib_r} - \text{vabsnm_r} - \text{vabbnq_r} - \text{improd_r} + \text{subv_r} + \text{prodi_r}$$

$$\text{vabprv_r} = \text{vabprvo_r} + \text{vabbnq_r}$$

$$\text{vab_r} = \text{vabprv_r} + \text{vabsnm_r}$$

$$\text{DLOG(LPRVO)} = 0.21 * \text{DLOG(VABPRVO_R)} + 0.11 * \text{DLOG(VABPRVO_R(-1))} - 0.17 * \text{DLOG(SALMPRVOH/P_VABPRVO)} - 0.21 * (\text{LOG(LPRVO(-1))} - \text{LOG(VABPRVO_R(-1))}) + 0.3 * \text{LOG(SALMPRVOH(-1)/P_VABPRVO(-1))} + 0.015 * @\text{TREND}(1975)) + 0.89 + \text{EC_LPRVO}$$

$$\text{empprvo} = \text{lprvo} / \text{hoprvo}$$

$$\text{nsalprvo} = \text{empprvo} - \text{indeprvo}$$

$$\text{DLOG(LBNQ)} = 0.30 * \text{DLOG(VABBNQ_R)} + 0.19 * \text{DLOG(VABBNQ_R(-1))} - 0.048 * \text{DLOG(SALMBNQH/P_VABBNQ)} - 0.189771481343363 * (\text{LOG(LBNQ(-1))} - \text{LOG(VABBNQ_R(-1))}) + 0.5 * \text{LOG(SALMBNQH(-1)/P_VABBNQ(-1))} + 0.007 * @\text{TREND}(1985)) + 0.81 - 0.10 * \text{D92} + \text{EC_LBNQ}$$

$$\text{empbnq} = \text{lbq} / \text{hobq}$$

$$\text{nsalbnq} = \text{empbnq} - \text{indebnq}$$

$$\text{lprv} = \text{lbq} + \text{lprvo}$$

$$\text{empprv} = \text{empbnq} + \text{empprvo}$$

$$\text{hoprv} = \text{lprv} / \text{empprv}$$

$$\text{nsalprv} = \text{nsalbnq} + \text{nsalprvo}$$

$$\text{empsnm} = \text{lsnm} / \text{hosnm}$$

$$\text{nsalsnm} = \text{empsnm} - \text{indepsnm}$$

$$\text{nsal} = \text{nsalprv} + \text{nsalsnm}$$

$$\text{l} = \text{lprv} + \text{lsnm}$$

$$\text{emp} = \text{empprv} + \text{empsnm}$$

$$\text{ho} = \text{l} / \text{emp}$$

indep = emp - nsal

$$\begin{aligned} \text{DLOG}(\text{FRIN}/\text{NSAL}) &= 0.45 * \text{DLOG}(\text{FRIN}(-1)/\text{NSAL}(-1)) + 0.12 * \text{DLOG}(\text{RDMENLN}/\text{RDMENBFDN}) + 0.0059 * (\text{R_UGR} - \\ &\text{R_UBIT}) - 0.44 * (\text{LOG}(\text{FRIN}(-1)/\text{NSAL}(-1)) - 0.34 * \text{LOG}(\text{RDMENLN}(-1)/\text{RDMENBFDN}(-1)) - 0.11 * @\text{TREND}(1985) \\ &+ 0.06 * @\text{TREND}(1991) * (@\text{TREND}(1991) > 0) + 0.035 * @\text{TREND}(2002) * (@\text{TREND}(2002) > 0)) - 1.02 - \\ &0.0215 * \text{D02} + \text{EC_FRIN} \end{aligned}$$

front = frin - fonct - frlux

r_frin = frin / nsal * 100

partemp = (frin - frin(-1)) / (nsal - nsal(-1)) * 100

empnat = emp - front

r_empnat = empnat / pop1564 * 100

ugr = (r_ugr * empgr / 100) / (1 - r_ugr / 100)

prodebnq = vabbnq_r / empbnq

prodesnm = vabsnm_r / empsnm

prode = vab_r / emp

prodeprv = vabprv_r / empprv

prodeprvo = vabprvo_r / empprvo

prodebnqh = vabbnq_r / lbnq

prodesnmh = vabsnm_r / lsnm

prodeh = vab_r / l

prodeprvh = vabprv_r / lprv

prodeprvoh = vabprvo_r / lprvo

$$\begin{aligned} \text{DLOG}(\text{MIGRINBFDNL}) &= 0.40 * \text{DLOG}(\text{MIGRINBFDNL}(-1)) + 0.96 * \text{DLOG}(\text{RDMENLN}/\text{RDMENBFDN}) + \\ &1.56 * \text{DLOG}(\text{EMP}) - 0.42 * (\text{LOG}(\text{MIGRINBFDNL}(-1)/\text{POPTOT}(-1)) - 1.5 * \text{LOG}(\text{RDMENLN}(-1)/\text{RDMENBFDN}(-1)) - \\ &0.05 * (\text{R_UGR}(-1) - \text{R_UBIT}(-1))) - 2.34 + \text{EC_MIGRINBFDNL} \end{aligned}$$

migrin = migrinbfdnl + migrino + migrinyug

$$\begin{aligned} \text{DLOG}(\text{MIGROUT}) &= 8.34 * \text{DLOG}(\text{POPTOT}(-1)) - 0.66 * \text{DLOG}(\text{RDMENLN}/\text{RDMENBFDN}) - 0.54 * (\text{LOG}(\text{MIGROUT}(-1)/\text{POPTOT}(-1)) \\ &+ 1.5 * \text{LOG}(\text{RDMENLN}(-1)/\text{RDMENBFDN}(-1)) + 0.05 * (\text{R_UGR}(-1) - \text{R_UBIT}(-1))) + \\ &0.030 * @\text{TREND}(1995) * (@\text{TREND}(1995) > 0) - 1.93 + \text{EC_MIGROUT} \end{aligned}$$

sldmigr = migrin - migrout

sldmigr1564 = sldmigr - sldmigrh1564

$d(\text{pop1564}) = \text{sldmigr1564}$

$d(\text{poptoth1564}) = \text{sldnat} + \text{sldmigrh1564}$

$\text{poptot} = \text{pop1564} + \text{poptoth1564}$

$\text{DLOG}(\text{R_POPACT}) = 0.37 * \text{DLOG}(\text{EMP NAT}) + 0.00089 * \text{D}(\text{R_POPACTFEM}) - 0.24 * (\text{LOG}(\text{R_POPACT}(-1)) - 0.35 * \text{LOG}(\text{R_POPACTFEM}(-1)) + 0.006 * (\text{R_UBIT}(-1))) + 0.018 * \text{D04} + 0.67 + \text{EC_R_POPACT}$

$\text{popact} = (\text{r_popact} / 100) * \text{pop1564}$

$\text{autre1564} = \text{pop1564} - \text{popact}$

$\text{ubit} = \text{popact} - \text{empnat}$

$\text{r_ubit} = \text{ubit} / \text{popact} * 100$

$u = u(-1) + d(\text{ubit})$

$\text{mes} = \text{r_mesu} * u / 100$

$\text{r_u} = 100 * u / (\text{empnat} + u)$

$ua = u + \text{mes}$

$\text{r_ua} = 100 * ua / (\text{empnat} + u)$

$\text{r_mes} = 100 * \text{mes} / (\text{empnat} + u)$

$\text{r_ugrl} = (1 - \text{r_frin} / 100) * \text{r_ubit} + (\text{r_frin} / 100) * \text{r_ugr}$

$\text{DLOG}(\text{P_CFINHTVA}) - 0.25 * \text{DLOG}(\text{P_MB}) = 0.31 * \text{DLOG}(\text{P_VABPRVO}) - 0.10 * (\text{LOG}(\text{P_CFINHTVA}(-1)) - 0.75 * \text{LOG}(\text{P_VABPRVO}(-1)) - 0.25 * \text{LOG}(\text{P_MB}(-1))) + 0.0067 - 0.021 * \text{D89} - 0.013 * \text{D04} + [\text{AR}(1) = 0.36] + \text{EC_P_CFINHTVA}$

$\text{p_cfin} = \text{p_cfinhtva} * (1 + \text{r_impmtvacfin} / 100)$

$\text{cfin} = \text{cfin_r} * \text{p_cfin}$

$\text{cfinhtva} = \text{cfin} - \text{impmtvacfin}$

$\text{cfinhtva_r} = \text{cfinhtva} / \text{p_cfinhtva}$

$\text{loyermen} = \text{loyermen_r} * \text{p_cfin}$

$\text{DLOG}(\text{P_IMEQ}) = 0.24 * \text{DLOG}(\text{P_MB}) - 0.43 * (\text{LOG}(\text{P_IMEQ}(-1)) - 0.75 * \text{LOG}(\text{P_VABPRVO}(-1)) - 0.25 * \text{LOG}(\text{P_MB}(-1))) + 0.0028 - 0.12 * \text{D85} + \text{EC_P_IMEQ}$

$\text{imeq} = \text{imeq_r} * \text{p_imeq}$

$\text{DLOG}(\text{P_IBNQ}) = 0.72 * \text{DLOG}(\text{P_VABPRVO}) - 0.69 * (\text{LOG}(\text{P_IBNQ}(-1)) - 0.55 * \text{LOG}(\text{P_MBO}(-1)) - 0.45 * \text{LOG}(\text{P_VABPRVO}(-1)) + 0.05 * @TREND(1994) * (@TREND(1994) >= 0)) + 0.18 + 0.25 * \text{D96} + \text{EC_P_IBNQ}$

$$\text{ibnq} = \text{ibnq_r} * \text{p_ibnq}$$

$$\text{DLOG(P_IRES)} = 0.44 * \text{DLOG(P_IRES(-1))} + 0.030 * \text{DLOG(P_VABPRVO)} - 0.11 * \text{LOG(P_IRES(-1))} + 0.11 * \text{LOG(P_VABPRVO(-1))} + 0.010 + \text{EC_P_IRES}$$

$$\text{ires} = \text{ires_r} * \text{p_ires}$$

$$\text{DLOG(P_ISNM)} = 0.93 * \text{DLOG(P_IRES)} - 0.033 * \text{LOG(P_ISNM(-1))} + 0.025 * \text{LOG(P_IRES(-1))} - 0.0015 - 0.029 * \text{D02} + \text{EC_P_ISNM}$$

$$\text{DLOG(P_CAPBSNM)} + 0.5 * \text{LOG(P_CAPBSNM(-1)/P_ISNM(-1))} = 0.70 * \text{DLOG(P_ISNM)} + 0.0053 + \text{EC_P_CAPBSNM}$$

$$\text{isnm} = \text{isnm_r} * \text{p_isnm}$$

$$\text{capbsnm} = \text{capbsnm_r} * \text{p_capbsnm}$$

$$i = \text{isnm} + \text{imeq} + \text{ibnq} + \text{ires}$$

$$\text{p_i} = i / i_r$$

$$\text{pucbnq} = \text{p_capbbnq} * (\text{tiltdm} / 100 + \text{r_retbnq_r} / 100 - \text{dlog(p_capbbnq)})$$

$$\text{pucre} = \text{p_capbres} * (\text{tihyp} / 100 + \text{r_retres_r} / 100 - \text{dlog(p_capbres)})$$

$$\text{pucmeq} = \text{p_capbmeq} * (\text{tiltdm} / 100 + \text{r_retmeq_r} / 100 - \text{dlog(p_capbmeq)}) / (1 - \text{r_imrwpmpvrvo} / 100)$$

$$\text{puc} = (\text{vabbnq_r} / \text{vab_r}) * \text{pucbnq} + (\text{vabprvo_r} / \text{vab_r}) * \text{pucmeq} + (\text{vabsnm_r} / \text{vab_r}) * \text{pucre}$$

$$\text{DLOG(P_CAPBMEQ)} = 0.47 * \text{DLOG(P_IMEQ)} - 0.39 * (\text{LOG(P_CAPBMEQ(-1)/P_IMEQ(-1))}) + 0.0077 - 0.072 * \text{D03} + \text{EC_P_CAPBMEQ}$$

$$\text{DLOG(P_CAPBBNQ)} = 0.36 * \text{DLOG(P_IBNQ)} - 0.22 * (\text{LOG(P_CAPBBNQ(-1)/P_IBNQ(-1))}) - 0.013 + \text{EC_P_CAPBBNQ}$$

$$\text{DLOG(P_CAPBRES)} = 0.99 * \text{DLOG(P_IRES)} - 0.14 * (\text{LOG(P_CAPBRES(-1))} - \text{LOG(P_IRES(-1))}) - 0.00017 + \text{EC_P_CAPBRES}$$

$$\text{dnat} = \text{cfin} + \text{cg} + i + \text{dst}$$

$$\text{p_dnat} = \text{dnat} / \text{dnat_r}$$

$$\text{DLOG(P_XB)} = 0.65 * \text{DLOG(P_VABPRVO)} + 0.35 * \text{DLOG(P_VAIW)} - 0.26 * (\text{LOG(P_XB(-1))} - 0.23 * \text{LOG(P_VAIW(-1))}) - 0.77 * \text{LOG(P_VABPRVO(-1))} + 0.019 * @\text{TREND}(1985) * (@\text{TREND}(1985) > 0) + 0.056 + \text{EC_P_XB}$$

$$\text{xb} = \text{xb_r} * \text{p_xb}$$

$$\text{DLOG(P_XSO)} = 0.15 * \text{DLOG(P_VASW)} + 0.50 * \text{DLOG(P_VABPRVO)} - 0.48 * (\text{LOG(P_XSO(-1))} - 0.7 * \text{LOG(P_VASW(-1))} - 0.3 * \text{LOG(P_VABPRVO(-1))}) - 0.0045 + \text{EC_P_XSO}$$

$$\text{xso} = \text{xso_r} * \text{p_xso}$$

$$\text{DLOG}(\text{P_XCOMM}) = 0.23 * \text{DLOG}(\text{STOXX50}) + 0.44 * \text{DLOG}(\text{P_VABBNQ}) - 0.14 * (\text{LOG}(\text{P_XCOMM}(-1)) - 0.35 * \text{LOG}(\text{STOXX50}(-1)) - 0.65 * \text{LOG}(\text{P_VABBNQ}(-1))) - 0.25 + \text{EC_P_XCOMM}$$

$$\text{xcomm} = \text{p_xcomm} * \text{xcomm_r}$$

$$\text{xs} = \text{xso} + \text{xcomm}$$

$$\text{p_xs} = \text{xs} / \text{xs_r}$$

$$\text{DLOG}(\text{P_CETRHTVA}) = 1.13 * \text{DLOG}(\text{P_CFINHTVA}) + 0.018 * \text{DLOG}(\text{P_PETUS} * \text{BEFUS}) - 0.13 * (\text{LOG}(\text{P_CETRHTVA}(-1)) - 0.95 * \text{LOG}(\text{P_CFINHTVA}(-1)) - 0.05 * \text{LOG}(\text{P_PETUS}(-1) * \text{BEFUS}(-1))) + 0.0023 * @TREND(1985) - 0.048 + \text{EC_P_CETRHTVA}$$

$$\text{p_cetr} = \text{p_cetrhtva} * (1 + \text{r_impmtvacetr} / 100)$$

$$\text{cetr} = \text{p_cetr} * \text{cetr_r}$$

$$\text{cetrhtva} = \text{cetr} - \text{impmtvacetr}$$

$$\text{cetrhtva_r} = \text{cetrhtva} / \text{p_cetrhtva}$$

$$\text{xbs} = \text{xb} + \text{xs} + \text{cetr}$$

$$\text{p_xbs} = \text{xbs} / \text{xbs_r}$$

$$\text{dfin} = \text{dnat} + \text{xbs}$$

$$\text{p_dfin} = \text{dfin} / \text{dfin_r}$$

$$\text{DLOG}(\text{P_MBO}) + 0.25 * (\text{LOG}(\text{P_MBO}(-1)) - 0.85 * \text{LOG}(\text{P_XBW}(-1) * \text{TXEEMB}(-1)) - 0.15 * \text{LOG}(\text{P_VABPRVO}(-1))) = 0.47 * \text{DLOG}(\text{P_XBW} * \text{TXEEMB}) + 0.011 + \text{EC_P_MBO}$$

$$\text{mbo} = \text{mbo_r} * \text{p_mbo}$$

$$\text{DLOG}(\text{P_MBE}) = 0.56 * \text{DLOG}(\text{P_PETUS} * \text{BEFUS}) - 0.64 * (\text{LOG}(\text{P_MBE}(-1)) - 0.5 * \text{LOG}(\text{P_VABPRVO}(-1))) + 0.45 * \text{LOG}(\text{P_PETUS}(-1) * \text{BEFUS}(-1)) - 1.47 + \text{EC_P_MBE}$$

$$\text{mbe} = \text{mbe_r} * \text{p_mbe}$$

$$\text{mb} = \text{mbe} + \text{mbo}$$

$$\text{p_mb} = \text{mb} / \text{mb_r}$$

$$\text{DLOG}(\text{P_MSO}) - 0.25 * \text{DLOG}(\text{P_XSW} * \text{TXEEMSO}) = 0.30900080140938 * \text{DLOG}(\text{P_MSO}(-1)) + 0.278751645322368 * \text{DLOG}(\text{P_VABPRVO}) - 0.157797702987624 * (\text{LOG}(\text{P_MSO}(-1)) - 0.7 * \text{LOG}(\text{P_XSW}(-1) * \text{TXEEMSO}(-1)) - 0.3 * \text{LOG}(\text{P_VABPRVO}(-1))) + 0.0035646775405952 * @TREND(1980) - 0.0496667195238884 + \text{EC_P_MSO}$$

$$\text{mso} = \text{mso_r} * \text{p_mso}$$

$$\text{DLOG}(\text{P_MCOMM}) = 0.38 * \text{DLOG}(\text{STOXX50}) + 0.30 * \text{DLOG}(\text{P_VABBNQ}) - 0.40 * (\text{LOG}(\text{P_MCOMM}(-1)) - 0.35 * \text{LOG}(\text{STOXX50}(-1)) - 0.65 * \text{LOG}(\text{P_VABBNQ}(-1))) - 0.80 + \text{EC_P_MCOMM}$$

$$mcomm = p_mcomm * mcomm_r$$

$$ms = mso + mcomm$$

$$p_ms = ms / ms_r$$

$$DLOG(P_CLUX) = 0.45 * DLOG(P_PIBUE) + 0.53 * DLOG(P_PIBUE(-1)) - 0.095 * (LOG(P_CLUX(-1)) - LOG(P_PIBUE(-1))) - 0.0021 + EC_P_CLUX$$

$$clux = p_clux * clux_r$$

$$mbs = mb + ms + clux$$

$$p_mbs = mbs / mbs_r$$

$$equext = xbs - mbs$$

$$p_equext = equext / equext_r$$

$$equextb = xb - mb$$

$$p_equextb = equextb / equextb_r$$

$$equexts = xs - ms$$

$$p_equexts = equexts / equexts_r$$

$$equextso = xso - mso$$

$$p_equextso = equextso / equextso_r$$

$$equextc = xcomm - mcomm$$

$$p_equextc = equextc / equextc_r$$

$$DLOG(P_VABPRVO) - 0.15 * LOG(PIB_R/PIB_R_POT) = 0.13 * DLOG(CSUPRVO) + 0.015 * DLOG(PUCMEQ) - 0.24 * (LOG(P_VABPRVO(-1)) - 0.9 * LOG(SALMPRVOH(-1)/PRODEPRVOH_HP(-1)) - 0.1 * LOG(PUCMEQ(-1))) + 0.044 * (D82 - D91) - 1.27 + EC_P_VABPRVO$$

$$vabprvo = vabprvo_r * p_vabprvo$$

$$DLOG(P_VABBNQ) = 0.37 * DLOG(CSUBNQ) - 0.069 * D(TICTEUR - TILTEUR) - 0.30 * (LOG(P_VABBNQ(-1)) - 0.9 * LOG(SALMBNQH(-1)/PRODEBNQH_HP(-1)) - 0.1 * LOG(PUCBNQ(-1))) - 1.59 - 0.28 * D93 + EC_P_VABBNQ$$

$$vabbnq = p_vabbnq * vabbnq_r$$

$$vabprv = vabprvo + vabbnq$$

$$DLOG(PRODSNMNRCPAY) = 0.75 * DLOG(VABPRV) - 0.35 * (LOG(PRODSNMNRCPAY(-1)) - LOG(VABPRV(-1))) - 1.61 + EC_PRODSNMNRCPAY$$

$$DLOG(PRODSNMMRC) = 0.25 * DLOG(VABPRV) - 0.13 * (LOG(PRODSNMMRC(-1)) - 0.53 * LOG(VABPRV(-1))) - 0.085 * D99 - 0.33 + EC_PRODSNMMRC$$

$$p_vabprv = vabprv / vabprv_r$$

$$vab = vabprv + vabsnm$$

$$p_vab = vab / vab_r$$

$$DLOG(IMPRODO) = 0.69*DLOG(VABPRVO) - 0.44*(LOG(IMPRODO(-1)) - LOG(VABPRVO(-1))) - 0.99 + EC_IMPRODO$$

$$improd = improdo + impmtva$$

$$p_improd = improd / improd_r$$

$$p_subv = subv / subv_r$$

$$pib = vabprvo + vabsnm + vabbnq + improd - subv - prodi$$

$$p_pib = pib / pib_r$$

$$dst = pib - (cfin + cg + i + xbs - mbs)$$

$$p_dst = dst / dst_r$$

$$DLOG(SALMPRVOHHCE) - 0.75*DLOG(P_CFIN) = 0.30*DLOG(PRODEPRVOH) + 0.14*DLOG(P_VABPRVO) - 0.17*(LOG(SALMPRVOHHCE(-1)) - LOG(PRODEPRVOH_HP(-1))) - 0.85*LOG(P_CFIN(-1)) - 0.15*LOG(P_VABPRVO(-1))) - 0.0079*R_UGRL(-1) + 1.10 + EC_SALMPRVOHHCE$$

$$salmprvohce = salmprvohhce * hoprvo$$

$$msalprvohce = salmprvohce * nsalprvo / 1000$$

$$msalprvo = msalprvohce / (1 - r_cosoceffempprvo / 100)$$

$$salmprvo = msalprvo / nsalprvo * 1000$$

$$salmprvoh = salmprvo / hoprvo$$

$$DLOG(SALMBNQHHCE) = 1.22*DLOG(P_CFIN) + 0.093*DLOG(PRODEBNQH) - 0.70*LOG(SALMBNQHHCE(-1)) + 0.48*LOG(PRODEBNQH_HP(-1)) + 1.03*LOG(P_CFIN(-1)) - 0.013*R_UGRL(-1) + 3.88 + EC_SALMBNQHHCE$$

$$salmbnqhce = salmbnqhhe * hobnq$$

$$msalbnqhce = salmbnqhce * nsalbnq / 1000$$

$$msalbnq = msalbnqhce / (1 - r_cosoceffempbnq / 100)$$

$$salmbnq = msalbnq / nsalbnq * 1000$$

$$salmbnqh = salmbnq / hobnq$$

$$msalprvhce = msalprvohce + msalbnqhce$$

$$salmprvhce = msalprvhce / nsalprv * 1000$$

$$\text{salmprvhce} = \text{salmprvhce} / \text{hoprv}$$

$$\text{DLOG}(\text{SALMSNMHHCE}) - 0.8 * \text{DLOG}(\text{P_CFIN}) = 0.59 * \text{DLOG}(\text{SALMPRVHCE} / \text{P_CFIN}) - 0.24 * (\text{LOG}(\text{SALMSNMHHCE}(-1)) - \text{LOG}(\text{SALMPRVHCE}(-1))) + 0.11 + 0.047 * \text{D88} + \text{EC_SALMSNMHHCE}$$

$$\text{salsnmhce} = \text{salsnmhce} * \text{hosnm}$$

$$\text{msalsnmhce} = \text{salsnmhce} * \text{nsalsnm} / 1000$$

$$\text{msalsnm} = \text{msalsnmhce} / (1 - \text{r_cosoceffempsnm} / 100)$$

$$\text{salsnm} = \text{msalsnm} / \text{nsalsnm} * 1000$$

$$\text{salsnmh} = \text{salsnm} / \text{hosnm}$$

$$\text{DLOG}(\text{P_VABSNM}) = 0.23 * \text{DLOG}(\text{P_VABSNM}(-1)) + 0.61 * \text{DLOG}(\text{SALMSNM}) - 0.25 * (\text{LOG}(\text{P_VABSNM}(-1)) - \text{LOG}(\text{SALMSNM}(-1))) - 1.00914403514429 - 0.037 * \text{D99} - 0.022 * \text{D05} + \text{EC_P_VABSNM}$$

$$\text{DLOG}(\text{P_CG}) = 0.61 * \text{DLOG}(\text{SALMSNM}) - 0.46 * (\text{LOG}(\text{P_CG}(-1)) - \text{LOG}(\text{SALMSNM}(-1))) - 0.0023 * @\text{TREND}(1990) - 1.82 + \text{EC_P_CG}$$

$$\text{msalprv} = \text{msalprvo} + \text{msalbnq}$$

$$\text{salmprv} = \text{msalprv} / \text{nsalprv} * 1000$$

$$\text{msal} = \text{msalprv} + \text{msalsnm}$$

$$\text{salm} = \text{msal} / \text{nsal} * 1000$$

$$\text{salmh} = \text{salm} / \text{ho}$$

$$\text{msalhce} = \text{msalprvhce} + \text{msalbnqhce} + \text{msalsnmhce}$$

$$\text{salmhce} = \text{msalhce} / \text{nsal} * 1000$$

$$\text{csuprvo} = \text{msalprvo} / \text{vabprvo_r}$$

$$\text{csuprv} = \text{msalprv} / \text{vabprv_r}$$

$$\text{csubnq} = \text{msalbnq} / \text{vabbnq_r}$$

$$\text{csu} = \text{msal} / \text{vab_r}$$

$$\text{csubnq_r} = \text{csubnq} / \text{p_vabbnq}$$

$$\text{csuprvo_r} = \text{csuprvo} / \text{p_vabprvo}$$

$$\text{csuprv_r} = \text{csuprv} / \text{p_vabprv}$$

$$\text{csu_r} = \text{csu} / \text{p_vab}$$

$$\text{ebbnq} = \text{vabbnq} - \text{msalbnq}$$

$$ebesnm = vabsnm - msalsnm$$

$$ebeprvo = vabprvo - msalprvo$$

$$ebeprv = ebeprvo + ebebnq$$

$$ebe = ebeprv + ebesnm$$

$$r_msal = msal / vab * 100$$

$$r_msalprv = msalprv / vabprv * 100$$

$$r_msalbnq = msalbnq / vabbnq * 100$$

$$r_msalprvo = msalprvo / vabprvo * 100$$

$$r_msalsnm = msalsnm / vabsnm * 100$$

$$rdmen = salmhce * (nsal - frin + frlux + fonct * 1.5 + indep) / 1000 - cosoceffmen - cosocimp + loyermen + dpsnmsoclq - imrwpp$$

$$epmen = rdmen - cfin$$

$$r_epmen = epmen / rdmen * 100 + 15$$

$$rdmen_r = rdmen / p_cfin$$

$$DLOG(RDMENLN) = 0.42 * DLOG(RDMEN/EMP NAT) - 0.039 * (LOG(RDMENLN(-1)) - LOG((RDMEN(-1)/EMP NAT(-1)))) + 0.54 + EC_RDMENLN$$

$$basetvacfin = cfin - clux - loyermen$$

$$basetvacetr = cetr$$

$$basetvac = basetvacfin + basetvacetr$$

$$basetvaci = dpsnmci + 0.25 * vabprv$$

$$basetvao = isnm + ires + 0.25 * xso$$

$$basetva = basetvac + basetvao + basetvaci$$

$$impmtvacfin = r_impmtvacfin * basetvacfin / 100$$

$$impmtvacetr = r_impmtvacetr * basetvacetr / 100$$

$$impmtvac = impmtvacfin + impmtvacetr$$

$$impmtvaci = r_impmtvaci * basetvaci / 100$$

$$impmtvao = r_impmtvao * basetvao / 100$$

$$impmtva = impmtvac + impmtvao + impmtvaci$$

$$r_impmtvac = impmtvac / basetvac * 100$$

$$r_impmtva = impmtva / basetva * 100$$

$$impmm = r_impmm * cetr / 100$$

$$DLOG(IMPMDIV) = 0.36 * DLOG(STOXX50) + 0.66 * DLOG(VABPRV) - 0.53 * LOG(IMPMDIV(-1)) + 0.19 * LOG(STOXX50(-1)) + 0.29 * LOG(VABPRV(-1)) - 2.05 + EC_IMPMDIV$$

$$impm = impmtva + impmm + impmdiv$$

$$imrwpp = r_imrwpp * (msal - cosoc + dpsnmsocq) / 100 + ec_imrwpp$$

$$imrwpmprvo = r_imrwpmprvo * ebeprvo / 100 + ec_imrwpmprvo$$

$$imrwpmbnq = r_imrwpmbnq * ebebnq / 100 + ec_imrwpmbnq$$

$$imrwpm = imrwpmprvo + imrwpmbnq$$

$$imrw = imrwpp + imrwpm + imrwfort + imrwdiv$$

$$r_imrwpm = imrwpm / ebeprv * 100$$

$$cosocoeffemp = msal - msalhce$$

$$cosocoeffmen = r_cosocoeffmen / 100 * msal$$

$$cosocoeff = cosocoeffemp + cosocoeffmen$$

$$r_cosocoeff = cosocoeff / msal * 100$$

$$cosocimp = r_cosocimp / 100 * msal$$

$$cosoc = cosocoeff + cosocimp$$

$$r_cosoc = cosoc / msal * 100$$

$$im = impm + imrw + imcap + cosocoeff$$

$$DLOG(DPSNMCI_R) = 0.30 * DLOG(DPSNMCI_R(-1)) - 0.093 * DLOG(ISNM_R) - 0.79 * (LOG(DPSNMCI_R(-1)) - LOG(CAPBSNM_R(-1))) + 0.0084 * @TREND(1990) - 2.54 - 0.12 * (D94 - D95) - 0.048 * (D04 - D05) + EC_DPSNMCI_R$$

$$dpsnmci = dpsnmci_r * p_vabprvo$$

$$DLOG(DPSNMSOCNAT_R) = -0.76 * (LOG(DPSNMSOCNAT_R(-1)) - 1.25 * LOG(POPACT(-1)) - 0.035 * @TREND(1990)) - 8.13 + EC_DPSNMSOCNAT_R$$

$$dpsnmsocnat = dpsnmsocnat_r * salm$$

$$DLOG(DPSNMSOCLQ_R) = -0.78 * DLOG(EMP) - 0.63 * (LOG(DPSNMSOCLQ_R(-1)) - LOG(EMP(-1))) + 0.0029 * @TREND(1990) - 5.12 - 0.046 * D92 + EC_DPSNMSOCLQ_R$$

$$\text{dpsnmsoclq} = \text{dpsnmsoclq_r} * \text{salm}$$

$$\text{dpsnmsoc} = \text{dpsnmsoclq} + \text{dpsnmsocnat}$$

$$\text{dpsnm} = \text{dpsnmci} + \text{isnm} + \text{msalsnm} + \text{dpsnmimprod} + \text{dpsnmsub} + \text{dpsnmprop} + \text{dpsnmimrw} + \text{dpsnmsoc} + \text{dpsnmtrc} + \text{dpsnmcap} + \text{dpsnmanf}$$

$$\text{rcsnmprodnrcpay} = \text{prodsnmnrcpay}$$

$$\text{rcsnmprodmrc} = \text{prodsnmnrc}$$

$$\text{rcsnmprod} = \text{rcsnmprodnrcpay} + \text{rcsnmprodmrc}$$

$$\text{rcsnm} = \text{rcsnmprod} + \text{impm} + \text{rcsnmsub} + \text{rcsnmprop} + \text{imrw} + \text{cosoc} + \text{rcsnmtrc} + \text{rcsnmcap}$$

$$\text{rcdpsnm} = \text{rcsnm} - \text{dpsnm}$$

$$\text{r_rcsnm} = \text{rcsnm} / \text{pib} * 100$$

$$\text{r_dpsnm} = \text{dpsnm} / \text{pib} * 100$$

$$\text{r_rcdpsnm} = \text{rcdpsnm} / \text{pib} * 100$$

$$\text{r_rcdpsnmstruct} = \text{r_rcdpsnm} - 0.49 * ((\text{pib_r} / \text{pib_r_pot} - 1) * 100)$$

$$\text{ccsnm} = \text{r_ccsnm} / 100 * \text{capbsnm}(-1)$$

$$\text{prodsnmnrc_ajust1} = \text{r_prodsnmnrc_ajust1} / 100 * \text{msalsnm}$$

$$\text{prodsnmnrc_ajust2} = \text{r_prodsnmnrc_ajust2} / 100 * \text{msalsnm}$$

$$\text{cg} = \text{msalsnm} + \text{dpsnmci} + \text{ccsnm} + \text{dpsnmsocnat} - \text{prodsnmnrcpay} - \text{prodsnmnrc_ajust1}$$

$$\text{prodsnmnrc} = \text{cg} - \text{dpsnmsocnat} + \text{prodsnmnrcpay} - \text{prodsnmnrc_ajust2}$$

$$\text{prodsnm} = \text{prodsnmnrc} + \text{prodsnmnrc}$$

$$\text{vabsnm} = \text{prodsnm} - \text{dpsnmci}$$

$$\text{cg_r} = \text{cg} / \text{p_cg}$$

$$\text{vabsnm_r} = \text{vabsnm} / \text{p_vabsnm}$$

$$\text{r_dpsnmsoc} = (\text{dpsnmsoclq} + \text{dpsnmsocnat}) / \text{pib} * 100$$

$$\text{dlog(dpsnmcap)} = \text{dlog(pib)} + \text{ec_dpsnmcap}$$

$$\text{dlog(dpsnmimprod)} = \text{dlog(pib)} + \text{ec_dpsnmimprod}$$

$$\text{dlog(dpsnmprop)} = \text{dlog(pib)} + \text{ec_dpsnmprop}$$

$$\text{dlog(dpsnmsub)} = \text{dlog(pib)} + \text{ec_dpsnmsub}$$

$$\text{dlog(dpsnmtrc)} = \text{dlog(pib)} + \text{ec_dpsnmtrc}$$

Annexe 4: Les fonctions d'importation

A plusieurs reprises, il a été relevé dans ce cahier que les fonctions d'importation revêtent une importance particulière pour les résultats des simulations. Il y a au moins deux raisons:

- plus une activité donne lieu à des importations, moins elle a des répercussions favorables sur le PIB (donc l'activité sur le territoire);
- les biens importés sont en principe substituables aux biens domestiques et vice-versa⁶⁰.

Dans Modux, cinq fonctions d'importation sont distinguées:

- les biens énergétiques;
- les biens hors énergie;
- les services financiers;
- les services hors services financiers;
- la consommation des ménages luxembourgeoise à l'étranger.

Suivant Banque de France et al. (1996), et par analogie avec les fonctions d'exportation, une fonction d'importation peut être définie de la façon suivante:

$$M = D^{\alpha} * \left(\frac{P'e}{P} \right)^{\beta}$$

où M sont les importations (en volume), D un indicateur de demande intérieure donnant lieu à des importations (consommation finale, FBCF, exportations), P'e les prix étrangers exprimés en monnaie nationale et P les prix domestiques. Les symboles α et β représentent respectivement l'élasticité des importations par rapport à la demande et par rapport aux prix. On s'attend à ce que α soit positif et proche de 1 et β négatif (si les prix étrangers augmentent, les importations diminuent, il y a substitution de produits domestiques pour des produits étrangers).

Dans une petite économie ouverte comme le Luxembourg, caractérisée qui plus est par une spécialisation élevée du commerce extérieur (sidérurgie, services financiers), il n'est pas certain a priori si ce modèle standard peut être appliqué: les tests économétriques devront le confirmer, le cas échéant.

Les estimations ont été effectuées en remplaçant P'e par P_M qui représente les prix à l'importation observés. Ces derniers devraient refléter les prix étrangers de façon directe, car ils en dépendent. Si l'étranger modifie ses prix, il y aura des impacts sur les prix des pays qui importent des marchandises à partir de ces pays. P est représenté par les prix intérieurs de la valeur ajoutée.

Les estimations ont révélé que seuls les biens non énergétiques étaient sensibles aux prix relatifs, l'élasticité estimée étant de -0.75, soit une valeur proche de celles trouvées pour la France (cf. Banque de France 1996). L'élasticité par rapport à l'indicateur de demande est fixée à 1 dans le long terme, c'est une condition habituelle d'homogénéité, non rejetée par les données.

Les services financiers et les services non financiers dépendent directement des exportations de services de même nature, les élasticités de long terme étant également fixées à 1. Aucun élément de prix relatif n'intervient:

⁶⁰ Cette substituabilité est a priori difficile à cerner dans un contexte macro-économique où les produits en question ne sont pas discernables c'est-à-dire très agrégés. Dans Modux, cette substituabilité opère via les prix relatifs et elle exerce une fonction de rappel: en cas de hausse des prix intérieurs (supérieure à celle des prix étrangers ou concurrents), il y a substitution des biens étrangers aux biens produits localement.

pour les services financiers, la question de la détermination du prix pertinent n'a pas été abordée, tandis que pour les services non-financiers, les prix relatifs ne se sont pas avérés être statistiquement significatifs lors des estimations.

Ainsi, les services financiers et les services non-financiers dépendent uniquement d'un terme de demande exprimé en volume, à savoir les exportations de même nature. Les élasticités de long terme sont chaque fois contraintes à 1. Les importations de services financiers ont été augmentées d'une tendance linéaire qui exprime une hausse structurelle de ces importations de 2.3% par an. En fait, il en résulte que le contenu en importations des exportations de services financiers augmente tendancielle.

L'introduction des importations énergétiques n'est pas une fin en soi et n'a aucune vocation de modélisation des comportements en la matière. Les importations d'énergie ont été distinguées car les importations hors énergie sont alors plus faciles à modéliser. Les importations en biens énergétiques dépendent ainsi du seul niveau de l'activité économique mais un terme, qui représente la part de la valeur ajoutée de la sidérurgie dans l'économie domestique, a été rajouté. Il est affecté d'un signe positif ce qui traduit le fait que la baisse tendancielle de la part de l'industrie sidérurgique a contribué à diminuer le contenu en énergie de la production domestique. Aucun élément de prix relatif n'intervient.

La consommation des luxembourgeois à l'étranger représente environ 1.5% du total des importations et 5% du total de la consommation privée. Elle est expliquée par le revenu disponible et un indicateur de prix relatif qui reprend le prix de la consommation finale au Luxembourg au numérateur et un indice de prix représentatif pour la production étrangère, soit l'indice implicite du PIB de la zone Euro, au dénominateur. Les prix ne sont pas vraiment statistiquement significatifs mais il ont été laissés dans l'équation. L'élasticité de la demande a été trouvée comme étant inférieure à l'unité.

Revenons sur les importations de biens non énergétiques. Pour l'établissement de l'équation, il a été procédé en deux étapes:

- dans une première phase, une variable représentant la "demande finale donnant lieu à des importations" a été définie;
- dans une deuxième phase, une équation a été estimée expliquant les importations de biens non-énergétiques par cette demande finale donnant lieu à des importations et par les prix relatifs.

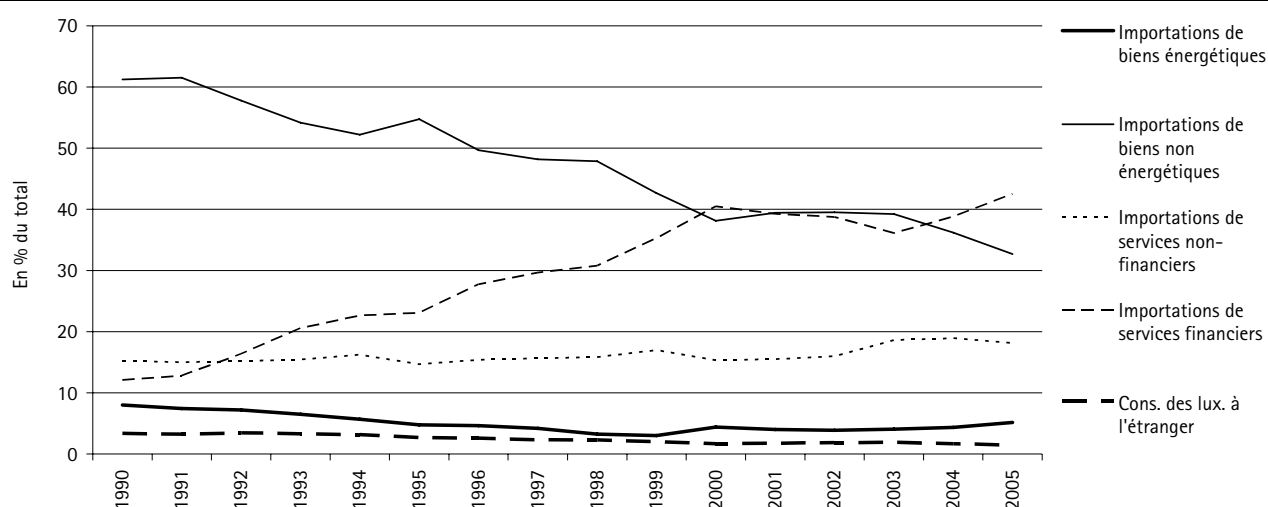
La définition de la demande finale donnant lieu à des importations a été établie en prenant recours aux contenus en importations tels qu'avancés dans Schuller (2000), tout en arrondissant ou en établissant des hypothèses simplificatrices. L'identité figurant dans Modux est la suivante:

$$\begin{aligned} \text{DNATM_R} = & 0.5*(\text{CFIN_R}-\text{LOYERMEN_R}) \\ & +0.75*(\text{IMEQ_R}+\text{IBANQ_R}) \\ & +0.5*(\text{ISNM_R}+\text{IRES_R}) \\ & +0.25*(\text{DPSNMCI}+\text{DPSNMSOCNAT})/\text{P_CG} \\ & +0.5*\text{XB_R} \end{aligned}$$

où DNATM_R est donc la demande finale donnant lieu à des importations, CFIN_R la consommation finale des ménages et LOYERMEN_R les loyers imputés des ménages résidents, dont le contenu en importations est supposé être nul. Pour la consommation finale des ménages hors loyers imputés le contenu en importations est supposé être de 50%. IMEQ_R et IBNQ_R sont respectivement l'investissement en machines et équipements des entreprises privées non bancaires et IBNQ_R l'investissement des banques: pour ces deux, le contenu en importations est supposé être de 75%. En ce qui concerne l'investissement public (ISNM_R) et celui en bâtiments résidentiels (IRES_R), le contenu en importations est fixé à 50%. Les prestations sociales en nature (DPSNMSOCNAT, c'est-à-dire des médicaments surtout) ainsi que la consommation par l'Etat de biens et de services intermédiaires (dépenses de fonctionnement, DPSNMCI) sont supposés avoir un contenu en importations relativement faible (25%). Pour les exportations de biens (XB_R), le contenu en importations est à nouveau fixé à 50%.

Les élasticités finalement retenues et estimées pour les équations d'importations sont reprises au **tableau xy**.

Graphique 11: Part dans les importations totales en valeur



Source: STATEC

Tableau 34: Équations d'importations

	Variables explicatives						
	Court terme			Long terme			Correction d'erreur
	Demande ¹	Prix relatifs ²		Demande	Prix relatifs ²	Part sidérurgie ³	Tendance ⁴
Importations de biens hors énergie	1.12	-		1.00	0.75	-	-0.47
Importations de biens énergétiques	0.22	-		1.00	-	0.25	-0.24
Importations de services non-financiers	0.92	-		1.00	-	-	-0.20
Importations de services financiers	0.92	-		1.00	-	-	0.023
Consommation des lux. à l'étranger	0.42	0.47		0.50	1.70	-	-0.50

Source: STATEC

* Sauf indications contraires, il s'agit d'élasticités, estimées à partir de variables exprimées en log. naturel

¹ Biens hors énergie: demande nationale donnant lieu à des importations (cf. texte); énergie: valeur ajoutée totale; services non-financiers et services financiers: exportations de même nature; consommation des luxembourgeois à l'étranger: revenu disponible réel.

² Prix domestiques / prix étrangers

³ Moyenne 1990-2005: 1.1%; valeur en 1970: 7.4%; valeur en 2005: 0.5%

⁴ Tendance linéaire, incrémentée de 1 par an

Annexe 5: Demande mondiale

Cette annexe décrit la construction des variables ayant trait à la demande mondiale telles que figurant dans la relation suivante (cf. page 33):

$$X = WD^{\alpha} * \left(\frac{P'e}{P} \right)^{\beta} \quad (1)$$

X constitue une exportation (en volume), WD un indicateur de la demande mondiale («world demand») et P'e un prix étranger exprimé en monnaie nationale (EUR) tandis que P est le prix domestique relatif aux exportations. Plusieurs remarques relatives aux notations:

- les notations figurant ci-dessus ne sont pas les mêmes que celles du listing des équations de modux (cf. annexe 3)⁶¹;
- P' représente un prix étranger, qui multiplie un taux de change effectif nominal e; dans Modux toutefois, P'e est représenté par un seul terme unique P_VAW qui a trait aux prix implicites de la valeur ajoutée étrangère.

Les explications qui suivent sont données pour les seules exportations de biens (XB_R), mais la démarche est analogue pour les exportations de services non financiers⁶². La première partie a trait au calcul de la demande mondiale tandis que la deuxième se réfère aux prix étrangers.

1. Demande étrangère

La demande étrangère est une moyenne pondérée des importations des principaux pays clients. Les pays considérés sont les trois pays voisins B, F, D ainsi que les Pays-Bas. S'y ajoutent les USA, le Royaume-Uni et l'Italie⁶³.

En vertu des modèles conventionnels dits "en parts de marché", les importations en provenance de ces pays devraient être pondérées par les parts du Luxembourg sur les marchés respectifs. Toutefois, vue l'infime part du Luxembourg dans le commerce mondial⁶⁴, cette façon de procéder est inapplicable. C'est pourquoi les importations des pays étrangers ont été pondérées par les parts des exportations du Luxembourg vers les pays respectifs.

⁶¹ Dans modux, la demande étrangère est représenté par les variables MBW_R et MSW_R (biens et services non financiers); les prix étrangers sont P_VAIW et P_VASW pour les prix implicites de la valeur ajoutée (industrie et services non financiers). Les taux de change effectifs commencent par TXEE...

⁶² Les services financiers sont modélisés de façon différente, l'indicateur de demande étrangère est représenté par les indices boursiers et par le PIB de la zone euro, tandis que les prix relatifs sont absents de l'équation qui explique les exportations de services financiers.

⁶³ Pour les services non financiers, la Suisse est également prise en compte. Ces pays couvrent 75% des exportations de biens et 85% des exportations de services non financiers.

⁶⁴ A titre d'exemple, les exportations de biens du Luxembourg vers l'Allemagne représentent 0.4% des importations totales de l'Allemagne.

Lorsqu'on maintient ces pondérations fixes, relatives à une année de base, l'équation qui en résulte ressemble à un modèle en parts de marché (cf. Banque de France, 1996, p. 58). Les évolutions des parts de marché vers les pays respectifs sont alors déterminées par les seules évolutions des prix relatifs⁶⁵.

Dans une première étape, les importations des pays clients sont exprimées à prix et à taux de change constants:

$$OMGN_i = \frac{UMGN_i * XNE_i}{P_MGN_i} \quad (2)$$

où $UMGN_i$ représente les importations à prix courants et en monnaie nationale des pays respectifs ($i=B, F, D, NL, I, USA, UK$); XNE_i un taux de change nominal vis-à-vis de l'EUR (une hausse traduisant une dépréciation de la monnaie étrangère) et P_MGN_i le déflateur de prix respectif⁶⁶.

$OMGN_i$ représente donc pour chaque pays les importations en volume, exprimées à prix et à taux de change constants. Rien n'est jusqu'ici spécifique au Luxembourg. Pour tenir compte de la structure du commerce extérieur du Luxembourg et pour construire l'indicateur agrégé, les $OMGN_i$ sont maintenant agrégées tout en étant pondérées par les parts que les pays respectifs tiennent dans le total des exportations luxembourgeoises:

$$WD = \sum_i OMGN_i * R_X_i^{2000} \quad (3)$$

où $R_X_i^{2000}$ constitue donc la part des exportations du Luxembourg qui sont dirigées vers le pays i en l'année 2000. Dans Modux, MBW_R est l'équivalent du terme WD pour ce qui est des exportations de biens.

2. Prix étrangers

Comme dit précédemment, dans Modux, le terme P_e (prix étranger en monnaie étrangère qui multiplie un taux de change effectif nominal) est remplacé par un terme unique, P_VAW ⁶⁷ qui est construit de la façon suivante:

$$P_VAW = \sum_i \frac{P_VA_i}{XNE_i} * R_X_i \quad (4)$$

⁶⁵ Pour un développement détaillé, voir Banque de France (1996). Par part de marché, il y a lieu d'entendre le rapport entre les exportations vers un pays respectif et les importations totales de ce pays.

⁶⁶ Les notations sont en principe celles de la base de donnée AMECO qui est utilisée pour constituer les données.

⁶⁷ Dans Modux, on distingue P_VAIW et P_VASW (industrie et services).