

“The proportion of (monthly or quarterly) exchange rate changes that current [macro-based] models can explain is essentially zero.”

Meese (1990)

“Exchange rate models are not as bad as you think”

Engel, Mark and West (2007)

“The great discovery of the nineteenth century was that the equations of Nature are linear, and the great discovery of the twentieth century is that they are not.”

Körner (1988)

La modélisation du taux de change demeure l’une des questions les plus débattues de macroéconomie et finance internationales, concentrant à elle seule de nombreuses énigmes et controverses de la littérature (aussi bien théorique qu’empirique) qui continuent d’attiser la curiosité intellectuelle de la communauté scientifique.

Il est possible de distinguer deux grandes dimensions, à savoir les approches positives et celles, relevant d’orientations plus normatives. Les premières se sont intéressées aux variations du taux de change (nominal) de court terme et plus spécifiquement, au rôle tenu par ses déterminants fondamentaux pour expliquer et prévoir la valeur du taux ‘*spot*’, i.e. le taux au jour le jour, à différents horizons temporels. En marge de ces considérations, une grande variété de modèles ont été développés, dans le but de déterminer des valeurs (réelles) d’ancrage ou “d’équilibre” prévalant à moyen ou long terme, ce dans un soucis plus opérationnel. L’objectif est dans ce dernier cas de prévoir non pas ce que le taux de change *sera* mais ce qu’il *devrait être* compte-tenu d’une certaine vision de l’équilibre macroéconomique à long terme en termes de production, d’emploi, d’inflation, de compte courant, etc. D’un point de vue empirique, comme le mentionnent Lee and Pesaran (1998), l’incapacité chronique des modèles linéaires traditionnels à caractériser les phénomènes économiques et le développement concomitant des capacités de calcul des ordinateurs a rendu possible l’émergence du “non linéaire”. Dans le champ de l’économétrie, cette “révolution” a été motivée par l’attrait que ces modèles revêtaient pour répondre à un grand nombre de problématiques de macroéconomie et finance internationales parmi lesquelles figure en bonne place la modélisation du taux de change.

Cette thèse tente de contribuer à la littérature en explorant successivement ces deux angles. Dans

une première partie (Chapitres 2 et 3), nous nous proposons tout d’abord de mettre en cohérence les principales approches de taux de change d’équilibre au travers d’une modélisation unifiée en équilibre partiel. Une seconde partie (Chapitres 4 et 5) est quant à elle dévolue à la modélisation et l’analyse de non linéarités affectant la dynamique du taux de change. Dans ce qui suit, je me propose de présenter un état de l’art de la modélisation du taux de change avant d’introduire les questions de recherche ainsi que les résultats principaux développés dans cette thèse.

Modélisation du taux de change : Du court au long terme

Si l’on se concentre sur la littérature ayant émergé à l’issue de la chute du régime de Bretton Woods en 1971, l’histoire débute par les modèles monétaristes. Ces derniers expliquent la valeur du taux de change par les stocks (et non les flux) de monnaie détenus dans l’économie. Comme le rappelle Frenkel (1976), une implication de cette vision tient au rôle attribué aux anticipations des agents. Dans un tel cadre, les demandes de monnaie domestique et étrangère dépendent, tout comme la demande pour n’importe quel autre actif, des rendements anticipés. De ce fait, les valeurs courantes du taux de change devraient incorporer les anticipations des agents face aux événements futurs et de large variations de prix devraient survenir lorsque les agents font face à de larges variations de leurs anticipations. Parmi l’abondante littérature dans cette veine¹, la contribution de Dornbusch (1976) se distingue par bien des aspects². Rogoff (2002) rappelle qu’en plus de son élégance et sa simplicité à fournir des éléments de compréhension d’un fait stylisé jusqu’alors ignoré, à savoir l’extrême volatilité de court-terme des taux de change, le modèle de “sur-ajustement” a été le premier à marier les hypothèses de rigidité des prix et d’anticipations rationnelles, qui sont aujourd’hui à la base de tout modèle de macroéconomie ouverte relevant du courant dominant.

Cependant, aussi satisfaisants intellectuellement que ces modèles soient, il semble que les nombreuses investigations empiriques menées à la fin des années 1970 - début des années 1980 n’aient pas permis de valider leurs principales prédictions théoriques³. En particulier, la fameuse contribution de Meese and Rogoff (1983), qui conclut à l’incapacité de ces modèles à “battre” une

¹Citons entre autres contributions Frenkel (1976), Bilson (1978), Dornbusch (1976), Frankel (1979), ou encore Hooper and Morton (1982), pour les plus fameuses d’entre elles.

²Selon Rogoff (2002), la contribution de Dornbusch (1976) représente “l’un des papiers les plus influents écrits dans le champ de l’économie internationale depuis la Seconde Guerre mondiale”.

³Pour une revue détaillée des preuves empiriques relatives aux modèles monétaristes, voir le chapitre 6 de MacDonald (2007).

simple marche aléatoire pour la prédiction du taux de change à court terme, a eu d'importantes répercussions sur le champ même de la modélisation du taux de change. A la suite de cette publication, les modèles monétaristes connurent une longue disgrâce, laissant ainsi le champ libre pour d'autres pistes de recherche⁴.

Dans le même temps, des suites de la "révolution des anticipations rationnelles" menée par Sargent and Wallace (1975), le champ de la Macroéconomie tout entier a connu une "refonte" complète qui semble progressivement converger vers une vision commune de la "synthèse néo-Keynésienne", telle que décrite par Blanchard (2008). En Macroéconomie Internationale, cette révolution trouve son origine dans les travaux pionniers d'Obstfeld and Rogoff et leur modèle "Redux" qui a inspiré de nombreuses études explorant les fondements microéconomiques de la dynamique du taux de change, lesquelles se sont progressivement organisées autour d'un champ qu'il est commun de nommer la "Nouvelle Macréconomie Ouverte" (NOEM pour 'New Open Economies Macroeconomics')⁵. Elles reposent pour la plupart, sur des modèles d'équilibre général avec rigidités nominales dans un cadre de concurrence imparfaite sur les marchés des biens ou du travail avec en filigrane, l'hypothèse d'agents rationnels maximisateurs sous contrainte intertemporelle. Cependant, comme le soulèvent De Grauwe and Grimaldi (2006), ces développements ont été menés sans soucis de cohérence empirique, laissant émerger de nombreuses énigmes ou '*puzzles*' tels que définis par les mêmes auteurs pionniers⁶. Citons entre autres les "énigmes de la détermination et de la déconnection du taux de change" associées au constat d'un taux de change pouvant être durablement déconnecté de ses fondamentaux théoriques⁷;

⁴Selon MacDonald (2007), le fait que l'exercice empirique proposé par Meese and Rogoff (1983) repose sur des spécifications du taux de change n'incorporant pas de dimension dynamique, pourtant considéré comme un élément essentiel de la modélisation du taux de change - l'ajustement vers la Parité de Pouvoir d'Achat (PPA) par exemple est supposé instantané alors qu'il a été montré qu'il s'agissait d'un processus lent, voir Rogoff (1996) pour un survey, relativise la portée de ces conclusions. En se fondant sur des modèles de cointégration, l'auteur montre que l'hypothèse de marche aléatoire peut être battue dans de nombreux cas, pour plus de détails consulter les pp.150-157 de MacDonald (2007).

⁵Pour plus de détails, voir le papier séminal d'Obstfeld and Rogoff (1995) et Lane (2001) ou Corsetti (2008) pour des revues récentes de la littérature.

⁶Voir Obstfeld and Rogoff (2000).

⁷Comme le rappellent Bacchetta and van Wincoop (2006), Lyons (2001) est le premier à caractériser le faible pouvoir explicatif des fondamentaux macroéconomiques, qu'illustrent les résultats de Meese and Rogoff (1983) ou plus récemment ceux de Cheung, Chinn and Garcia Pascual (2005), "d'énigme de détermination du taux de change". Cette énigme appartient à un corpus plus large qu'Obstfeld and Rogoff (2000) qualifient "d'énigme de déconnection du taux de change". Celle-ci inclut également l'absence d'effets à rebours du taux de change sur l'économie réelle ainsi que l'excès de volatilité (relativement aux fondamentaux), tel qu'exploré par Baxter and Stockman (1989) ou Flood and Rose (1995).

“l’énigme de la PPA” qui caractérise selon les termes de Rogoff (1996), la difficulté de réconcilier la très forte volatilité du taux de change à court terme et la lenteur de l’ajustement de ce dernier à son niveau de parité de pouvoir d’achat (PPA)⁸ ; ou encore “l’énigme de la prime à terme” illustrée par l’échec de la validation empirique de la parité des taux d’intérêt⁹. Pour expliquer l’occurrence de telles énigmes d’autres théories ont émergé. En particulier, trois d’entre elles paraissent particulièrement fructueuses.

Une première voie de recherche alternative consiste en la théorie de la microstructure des marchés financiers, qui fournit des clés permettant de mieux comprendre le comportement du taux de change à (très) court terme¹⁰. Selon Lyons (2001), l’approche microstructurelle peut être vue comme le complémentaire des modèles monétaristes dans le sens où, à l’instar de ces approches, la demande de monnaie est supposée résulter de la confrontation des offres et demandes d’actifs, tout en faisant jouer un rôle central aux anticipations. Plus précisément, le taux de change est supposé varier en fonction des offres et demandes *signées* de devises, i.e. les “flux d’ordre”. Les principales différences entre les approches monétariste et microstructurelle tiennent à leurs hypothèses respectives quant à la façon dont l’information est incorporée dans le prix. L’approche monétariste suppose un cadre de marché efficient à anticipations rationnelles, dans lequel les agents sont homogènes. Le taux de change est alors supposé refléter toute l’information pertinente concernant les fondamentaux macroéconomiques en tous points du temps. L’approche microstructurelle quant à elle considère que toute l’information pertinente n’est pas nécessairement accessible publiquement. De plus, les anticipations ou motivations des agents à échanger peuvent être hétérogènes en raison notamment des différences d’accès à l’information, de préférences ou croyances, ou encore de niveaux de richesse distincts. De ce fait, l’information est incorporée graduellement dans le taux de change grâce à un mécanisme de transmission opéré via l’agrégation des flux d’ordres, du plus informé au moins informé des ‘*traders*’. Dans cette perspective, les réponses aux principales énigmes soulevées plus haut tiennent à la façon dont les agents forment leurs anticipations sur la valeur des fondamentaux futurs et à la manière dont l’information transite *via* ces anticipations, en d’autres termes, se pose la question de l’efficacité du processus d’agrégation des flux d’ordre.

Explorant plus en avant cette idée d’hétérogénéité individuelle, une autre branche de la littérature va encore plus loin en relâchant l’hypothèse de rationalité parfaite des agents. Comme

⁸Voir Rogoff (1996).

⁹ Pour plus de détails, voir Froot and Thaler (1990) ou Lewis (1995).

¹⁰Voir Lyons (2001) pour un tour d’horizon complet.

le rappellent De Grauwe and Grimaldi (2006), l'accumulation d'anomalies que les théories existantes ne pouvaient justifier, a créé les conditions favorables au développement et à la popularisation d'autres approches intégrant des éléments de réflexion du champ des neuro-sciences au sein même de l'analyse économique. Inspiré entre autres, des travaux de Kahneman and Tversky (1973) ou Tversky and Kahneman (1974), un corpus de recherche labellisé "finance comportementale" a vu le jour¹¹. Hommes (2008) explique que selon cette approche, "les marchés financiers sont perçus comme des systèmes adaptatifs complexes, constitués d'un grand nombre d'agents à rationalité limitée interagissant au travers de stratégies d'investissement hétérogènes simples en adaptant constamment leur comportement en réponse à l'afflux d'informations nouvelles et aux performances des différentes stratégies"¹². Cette classe de modèles permet de reproduire les principaux faits stylisés caractérisant les marchés financiers, i.e. la non-prédictibilité des prix et rendements d'actifs, l'excès de volatilité, l'émergence soudaine de bulles ou de crashes, la taille et la persistance des volumes échangés sur les marchés, les regroupements ("clusters") de volatilité ou encore les phénomènes de mémoire longue. Concernant la modélisation du marché des changes, De Grauwe and Grimaldi (2006) ont proposé un tour d'horizon quasi-exhaustif des questions pouvant être traitées dans un tel cadre¹³. En particulier, des explications des principales énigmes du taux de change telles que celles relatives à la détermination et à la déconnection du taux de change, sont proposées.

Enfin, il semble utile de s'arrêter un temps sur le récent retour en grâce des modèles monétaristes initié par une série de contributions dues à Engel et ses co-auteurs (voir Engel and West, 2005, Engel and West, 2006 et Engel et al., 2007), dont les performances empiriques se sont révélées prometteuses. Engel and West (2005) démontrent dans un premier temps que la contribution de Meese and Rogoff (1983) ne permet pas de conclure à l'inefficacité des modèles macroéconomiques du taux de change pour la prévision de court terme. En effet, reprenant le concept de valeur actuelle dans un cadre d'anticipations rationnelles pour caractériser les modèles macroéconomiques standards du taux de change, ils montrent que la série de taux de change présente un comportement de quasi-marche aléatoire puisque les fondamentaux sont intégrés d'ordre 1 et que le facteur d'actualisation avoisine l'unité (après calibration réalisée à partir d'études passées). Aussi, un comportement de marche aléatoire ne traduit pas nécessairement une absence

¹¹Voir Hommes (2005) ou Hommes (2008) pour des revues complètes de la littérature.

¹²Pour plus de détails concernant la notion de "rationalité limitée", on se référera à profit aux leçons données par les récipiendaires du prix en l'honneur d'Alfred Nobel de Simon (1979) ou Sargent (1993).

¹³Voir Piccillo (2009) ou Rovira Kaltwasser (2010) pour de récentes et significatives extensions de ce cadre d'analyse.

de lien entre le taux de change et ses fondamentaux. A la suite de cette contribution, les approches (néo)-monétaristes ont connu un regain d'intérêt. En particulier, Engel and West (2006) construisent, à l'aide d'un modèle à deux pays suivant chacun une règle de Taylor, une série taux de change "théorique" conçue comme la valeur actuelle de la différence des output gaps et taux d'inflation domestique et étranger, et comparent son évolution à celle du taux de change observé. Du fait de la forte corrélation entre les deux séries, les auteurs concluent au rôle central joué par les fondamentaux dans l'explication des fluctuations du taux de change. Plus récemment, une contribution de Molodtsova and Papell (2009) établit des preuves tangibles de la prédictibilité de court terme du taux de change lorsque des spécifications fondées sur l'observation de règles de Taylor sont retenues.

Tout comme son objet d'étude, la modélisation du taux de change semble avoir été sujette à de nombreuses fluctuations et ruptures de tendances. Les approches macroéconomiques d'abord dominantes ont été mises au rebut durant de nombreuses années en raison de la faiblesse des résultats empiriques justifiant leur recours, avant un récent retour en grâce initié par le développement d'une nouvelle génération de modèles fondés sur la réalisation de règles de Taylor. Comme le soulignent avec humour Engel et al. (2007), "les modèles de taux de change ne sont pas aussi mauvais que [ce que les chercheurs ont pu] penser [par le passé]" et ouvrent la voie pour de nombreux et fructueux développements futurs.

En marge de ces considérations court-termistes, une vaste littérature s'est développée autour de la détermination de valeurs "d'équilibre" pour le taux de change à moyen ou long terme, de la théorie de la PPA aux concepts plus avancés intégrant des mesures d'équilibres interne et externe de l'économie.

Comme le rappelle MacDonald (2007), la première idée qui vient à l'esprit lorsqu'une valeur d'ancrage de long-terme est nécessaire pour le taux de change, est de recourir à la théorie de la PPA. Reprenant Rogoff (1996) dans l'introduction de son célèbre *survey*, "la parité de pouvoirs d'achat est la proposition empirique désarmante de simplicité qui énonce qu'une fois convertie dans une même monnaie, les niveaux de prix nationaux doivent être égaux". Si ce type de relation est vraie pour une palette suffisamment large de biens, alors les niveaux de prix nationaux devraient présenter une très forte corrélation entre eux du fait des opérations d'arbitrage. En pratique toutefois, il semble difficile de réconcilier la très forte volatilité de court terme du taux de change et la lenteur de l'ajustement de ce dernier vers la PPA. Comme le notent Rogoff

(1996), le consensus d'un ajustement dont la demi-vie serait comprise entre trois et cinq ans apparaît bien trop long pour être compatible avec les opérations d'arbitrage telles que décrites plus haut, menant à ce que ces auteurs qualifient "d'énigme de la PPA". La littérature (extrêmement proluxe) sur le sujet, s'est concentrée autour de deux aspects, à savoir la validation empirique de la PPA d'une part et l'explication des énigmes associées à cette théorie d'autre part. Concernant le premier angle, il semble que la quête de validation empirique de la PPA ait stimulé le développement d'outils économétriques de plus en plus sophistiqués dans le domaine des tests de racine unitaire et de cointégration en séries temporelles et plus récemment, en données de panel non stationnaires¹⁴. Dans un tel contexte, si la PPA semble servir de prétexte à des démonstrations de virtuosité économétrique, peu de conclusions émergent quant aux déterminants du processus de convergence du taux de change vers sa parité de long terme. En marge de ces considérations d'autres contributions se sont intéressées aux causes structurelles de l'énigme de la PPA. Parmi elles, les plus fameuses sont les critiques de Balassa (1964) et Samuelson (1964), qui associent les mouvements du taux de change réel à ceux des niveaux de productivité entre les secteurs des biens échangeables et non échangeables. Par ailleurs, Obstfeld and Taylor (1997) et plus récemment Imbs, Mumtaz, Ravn and Rey (2003) à un niveau désagrégé, ont montré que les coûts de transaction pouvaient être à l'origine d'une "bande de non-arbitrage" au sein de laquelle le processus de convergence du taux de change vers la PPA ne pouvait avoir lieu. Alors que la modélisation linéaire traditionnelle conduisait à des évaluations de demi-vies particulièrement élevées, des cadres non linéaires tels que les modèles à seuil permettent de capturer des demi-vies de déviations de prix évaluées en mois plutôt qu'en années, et donc compatibles avec les opérations d'arbitrage des agents sur ces marchés. Enfin, suite aux travaux précurseurs de Krugman (1986) et Dornbusch (1987), une autre branche de la recherche s'est quant à elle concentrée sur des justifications liées aux caractéristiques structurelles de marché¹⁵.

Dans l'ensemble, ces contributions illustrent le fait que la PPA ne tient qu'à un horizon très lointain¹⁶. De ce fait, comme le note MacDonald (2007), cette théorie n'est que de peu d'aide

¹⁴Voir Froot and Rogoff (1995), ou plus récemment, Sarno and Taylor (2002), Taylor and Taylor (2004) et Taylor (2006) pour des revues de la littérature et Pedroni (2001), Bai and Ng (2001), ou Franses and van Dijk (2006) pour des applications économétriques récentes de la PPA.

¹⁵Pour plus de détails sur les justifications économiques de l'énigme de la PPA, voir le chapitre 3 de MacDonald (2007).

¹⁶Un débat récent a divisé les chercheurs sur cette question. D'un côté, Imbs, Mumtaz, Ravn and Rey (2005a) et Imbs, Mumtaz, Ravn and Rey (2005b) arguent que la dynamique hétérogène d'ajustement des prix au niveau sectoriel - que la plupart des méthodes standards d'économétrie des séries temporelles ou des données de panel ne prenaient pas en considération, peut engendrer des biais d'estimation à la hausse de la persistance. De l'autre,

pour comprendre les fluctuations du taux de change à moyen ou long terme. A ces horizons temporels, les facteurs réels ou “fondamentaux” sont susceptibles de jouer un rôle clé et d’autres modèles dits “de taux de change d’équilibre” ont d’ailleurs été développés en les introduisant au cœur même de leur structure. Comme le rappellent MacDonald (2000) ou encore Driver and Westaway (2004), le type d’équilibre retenu et l’horizon temporel associé peuvent grandement différer d’un concept à l’autre. Il est toutefois possible de distinguer deux grandes approches canoniques - dans le sens où les autres concepts se définissent par analogie ou opposition à elles, que sont les modèles FEER et BEER. Le “FEER” fait référence au “taux de change d’équilibre fondamental” (ou ‘*Fundamental Equilibrium Exchange Rate*’) et a été initialement développé par Williamson (1985). Il repose sur l’idée que le taux de change réel cible à long terme correspond au niveau permettant la réalisation concomitante des équilibres interne et externe de l’économie. Concernant le “BEER” cette fois, à savoir le “taux de change d’équilibre comportemental” (ou ‘*Behavioral Equilibrium Exchange Rate*’), proposé par Clark and MacDonald (1998), il consiste en l’estimation d’une relation de cointégration entre le taux de change réel et un ensemble de fondamentaux théoriques. Les valeurs d’équilibre sont ensuite dérivées à partir des coefficients estimés de l’équation de long terme et comparées aux valeurs courantes. Dans tous les cas, i.e. à la fois pour le FEER et le BEER, ces calculs ou estimations permettent de définir des phases de mésalignement du taux de change, correspondant à des sur- ou sous-évaluations de la monnaie d’intérêt, définies comme des périodes durant lesquelles le taux de change réel diffère de sa valeur d’équilibre (resp. à la hausse ou à la baisse). Souvent d’un grand intérêt pour les institutions ou banques centrales qui s’appuient sur ce type d’évaluations pour orienter la politique économique, ces développements demeurent largement sous-exploités dans les modèles structurels, tels que ceux décrits dans la section précédente. Ma thèse est une tentative de réconciliation de ces deux branches de la littérature en utilisant une part de l’expertise de ces modèles dans le cadre de développements théoriques et économétriques qui seront rendus plus clairs dans les paragraphes qui suivent.

Après ce rapide tour d’horizon des modèles théoriques et empiriques propres à caractériser les mouvements du taux de change, décrivons plus attentivement l’une de ses caractéristiques majeures, à savoir son caractère non linéaire, et intéressons nous à la façon dont la littérature a pris acte de ce fait stylisé dans ses contributions les plus récentes.

Chen and Engel (2005) et plus récemment Gadea and Mayoral (2009) démontrent que cette justification n’est pas suffisante, l’énigme de la PPA reste donc entière selon ces auteurs.

La prise en compte des non linéarités

Comme l'une des citations liminaires le suggère, ces dernières années ont été caractérisées par un intérêt grandissant pour le “non linéaire”, entraînant de profonds changements dans de nombreux champs scientifiques, parmi lesquels l'économie et l'économétrie. A cet égard, Colletaz and Hurlin (2007) proposent une comparaison particulièrement éclairante. Selon ces auteurs, cette révolution peut être assimilée à celle que connut la microéconomie lorsqu'abandonnant le cadre Walrasien - assimilable au monde linéaire en économétrie, de multiples formes de concurrence imparfaite furent explorées, à l'instar des différentes structures non linéaires aujourd'hui développées. Le terme “non linéaire” renvoie de manière tautologique, à tout ce qui n'est pas linéaire, c'est-à-dire tout système dont les *outputs* ne sont pas parfaitement proportionnels à ses *inputs*. Dans un tel cadre, la variable d'intérêt ne peut être écrite comme la combinaison linéaire de composantes indépendantes. Cette question est d'un intérêt certain en économie dans la mesure où il a été montré que les agrégats macroéconomiques sont caractérisés par des changements structurels permanents et/ou des comportements asymétriques, nécessitant des outils de modélisation spécifiques à même de reproduire ces faits stylisés. A cet effet, de nombreuses techniques ont été développées dans différents champs notamment en traitement du signal, en analyse spectrale¹⁷, ou encore en analyse statistique sur laquelle les paragraphes suivants se concentrent.

Teräsvirta (2006) rappelle que l'une des idées les plus populaires des applications économiques tient à une forme de changement de régime, probablement parce que ce type de modélisation permet d'interpréter les données en distinguant les dynamiques relatives à des “régimes hauts” de celles relevant de “régimes bas”¹⁸, et que ce type de situations convient bien à un grand nombre de problématiques économiques, comme le suggèrent Colletaz and Hurlin (2007)¹⁹. Plusieurs cadres d'analyse ont été développés. Ceux-ci diffèrent quant à la manière dont le changement

¹⁷Ce champ couvre entre autres, les techniques de filtrage, les méthodes évolutives et autres splines et ondelettes. Pour plus de détails, voir le Chapitre 6 de Hamilton (1994) et Ahamada and Flachaire (2008) pour un focus sur les méthodes non-paramétriques associées, en particulier les Chapitre 4 et 5 consacrés aux régressions linéaires à partir de la technique des ondelettes et splines respectivement.

¹⁸A titre d'exemple, une telle décomposition peut être pertinente pour analyser les périodes d'agitation/crise vs. périodes tranquilles/de non crise notamment dans la littérature relatives aux “Early Warning Systems” (voir Abiad (2003) pour une revue de la littérature), ou encore des régimes de forte vs. faible volatilité tel que proposé par Bauwens, Preminger and Rombouts (2006) dans le cadre de spécifications Regime Swithing-GARCH (RS-GARCH).

¹⁹Nous nous concentrons ici sur la description des modèles à changements de régime sur les rendements, c'est-à-dire la modélisation non linéaire de la moyenne conditionnelle. Pour plus de détails concernant les modèles à changements de régime adaptés à l'analyse de la volatilité, voir le chapitre 4 issue de Franses and van Dijk (2002).

de régime est caractérisé. Plus spécifiquement, deux grandes classes de modèles peuvent être distinguées selon que le mécanisme de transition dépend d'une variable observable ou non. En premier lieu, les modèles à seuil reposent sur l'hypothèse que le mécanisme de transition dépend d'une variable observable, en l'occurrence la variable de transition, dont la distance par rapport à une valeur seuil conditionne la réalisation de tel ou tel régime. Il est alors possible d'opposer les modèles à transition brutale (modèles TAR pour '*Threshold AutoRegressive*'), des modèles à transition lisse (modèles STR pour '*Smooth Transition Regression*') selon que la transition d'un régime à l'autre s'opère de manière abrupte ou lisse au travers d'une fonction de transition respectivement, généralement de forme logistique ou exponentielle²⁰. Une autre approche tient aux modèles à changements de régimes Markoviens ou à chaînes de Markov cachées, qui reposent quant à eux sur un mécanisme de transition inobservable. Dans cette classe de modèles, la variable de transition (inobservable) est supposée suivre une chaîne de Markov associée à un ensemble fini d'états possibles, généralement d'ordre 1²¹. Les probabilités de transition d'un état à un autre sont inconnues et doivent être estimées à partir des données, via la méthode du maximum de vraisemblance ou alternativement, au moyen de techniques Bayésiennes²².

Dernièrement, ces développements, initialement associés au champ des séries temporelles, ont été étendus au cadre des données de panel, grâce aux travaux de Hansen (1999) et González, Teräsvirta and van Dijk (2005) pour les modèles à seuil et ceux de Asea and Blomberg (1998) et Chen (2007) pour des spécifications de type *Markov-Switching*. Il est à noter que ces contributions ne considèrent qu'un cadre statique, i.e. elles ne spécifient aucune structure dynamique pour éviter tout problèmes d'estimation liés à la présence de régresseurs endogènes (voir Arellano and Bond, 1991, dans le contexte linéaire)²³.

Les modèles à changement de régime ont été abondamment utilisés dans la littérature empirique du taux de change. Sarno (2003) rappelle que deux questions en particulier ont été étudiées dans de tels cadres, à savoir : (i) le processus de convergence vers la PPA, et en filigrane, la capacité des modèles non linéaire à résoudre une partie de l'énigme énoncée par Rogoff (1996) ;

²⁰Pour plus de détails sur ces différentes spécifications, voir Teräsvirta (2006), pp.397-402.

²¹Pour plus de détails concernant ces approches, voir le papier fondateur de Hamilton (1989) ou le Chapitre 22 issu de Hamilton (1994).

²²On consultera à profit le chapitre 11 issu de Frühwirth-Schnatter (2006) pour un panorama complet des techniques d'estimation des modèles à changements de régime Markoviens, et plus spécifiquement les outils Bayésiens développés dans ce cadre.

²³A notre connaissance, seule la contribution de Fok, van Dijk and Franses (2005) propose une version dynamique d'un modèle à seuil en panel.

(ii) leurs performances prédictives, c'est-à-dire leur capacité à battre la marche aléatoire, conçue comme le *benchmark* traditionnel depuis Meese and Rogoff (1983). Concernant le premier point, comme mentionné précédemment, l'idée sous-jacente est que des coûts de transaction sur les marchés des changes entraîne l'émergence d'une "bande de non-arbitrage" au sein de laquelle, le taux de change ne peut converger vers la PPA. De ce fait, les modèles linéaires traditionnels conduisent à des estimations biaisées à la hausse des demi-vies, alors que des modèles à seuil tels que les spécifications TAR ou STAR qui permettent de distinguer différents régimes à l'intérieur et à l'extérieur de la bande, conduisent à des chiffres devenant cohérents avec la théorie de la PPA²⁴. Concernant le second point, si les contributions pionnières de Diebold and Nason (1990) et Meese and Rose (1991), présentent toutes deux des résultats mitigés sur les performances de ces modèles (estimés ici via des techniques non paramétriques), les orientations de recherche de ces dernières décennies semblent avoir démenti quelque peu ces conclusions pessimistes. En particulier, les travaux de Engel and Hamilton (1990), Engel (1994) et plus récemment ceux de Lee and Chen (2006) qui ont rationalisé le recours à des modèles à changement de régime Markoviens à des fins prédictives, ont démontré la supériorité de ce cadre d'analyse pour la prédiction du taux de change à court terme. Dans le même temps, Sarantis (1999) obtient des résultats plus mesurés quant à l'usage de modèles 'Exponential Smooth Transition AutoRegressive' (ESTAR) pour un large panel de pays industrialisés et Mizrach (1992) ne peut conclure à la supériorité de son estimateur non-paramétrique. Tous ces résultats empiriques doivent donc être appréhendés avec une grande prudence. En particulier, comme le notent Colletaz and Hurlin (2007), l'usage de modèles non linéaire nécessite de repenser les critères d'évaluation de la performance qui devraient être construits non plus sur des estimations ponctuelles mais à partir de densités de distribution²⁵. Appliquant de telles évaluations sur deux modèles de taux de change concurrents, i.e. un linéaire vs. un non linéaire, à partir de la même relation théorique inspirée des travaux de Clarida and Taylor (1997), Sarno (2003) conclut qu'en sus de potentiellement produire de meilleures estimations ponctuelles du taux de change en niveau, le modèle non linéaire offre de meilleures prévisions des moments d'ordre supérieur, en d'autres termes, les valeurs prédites du modèle non linéaire sont associées, dans ce cas précis, à une incertitude moindre.

En parallèle de ces considérations, d'autres explications ont été exhibées dans la littérature pour tenter de justifier l'existence de phénomènes non linéaires dans la dynamique des taux de change, parmi lesquelles : la confrontation d'agents hétérogènes sur le marché des changes (voir

²⁴Voir Obstfeld and Taylor (1997) ou Michael, Nobay and Peel (1997).

²⁵A ce sujet, voir les chapitres 3 et 4 issus de Colletaz and Hurlin (2007) pour une revue complète de ces nouvelles approches.

Frankel and Froot, 1990, De Long, Shleifer, Summers and Waldmann, 1990, et plus récemment De Grauwe and Grimaldi, 2006 dans le cadre de finance comportementale précédemment décrit), les politiques d'intervention des banques centrales en présence de zones cibles pour le taux de change (Krugman, 1991), ou encore les mesures de préservation contre des attaques spéculatives sur les devises (Flood and Marion, 1999).

Questions de recherche

Un des objectifs de cette thèse est de “réconcilier” les littératures structurelle et opérationnelle relatives à la modélisation du taux de change.

Pour ce faire, nous proposons dans le Chapitre 2²⁶, un cadre théorique en équilibre partiel dans lequel les principales approches de taux de change d'équilibre (taux de change d'équilibre fondamental - FEER, taux de change d'équilibre comportemental - BEER et Parité de Pouvoirs d'Achat - PPA) apparaissent comme les solutions d'un même modèle à différents horizons temporels (respectivement à moyen, long et très long termes). Nous illustrons notre approche au travers d'une analyse détaillée de l'euro/dollar. Par suite, le Chapitre 3²⁷ complète cette vue d'ensemble en investiguant la robustesse des mesures basées sur la théorie de la cointégration. Dans l'ensemble, nos résultats montrent que bien que plus robustes à des choix de modélisation alternatifs, l'approche BEER repose par construction, sur une confiance excessive dans les comportements passés en termes d'allocation de portefeuille, alors que le FEER symétriquement, sous-estime la plasticité des marchés internationaux en reposant sur le seul équilibrage de la balance courante. Forte de cette expertise empirique, je développe dans le Chapitre 5²⁸, un modèle de finance comportementale original. Plus spécifiquement, je pars de l'observation - attestée par des enquêtes récentes - que les agents qui opèrent sur le marché des changes diffèrent par l'horizon temporel qu'ils considèrent pour leurs prévisions, auxquels, comme le suggère le Chapitre 2, peuvent être associées des valeurs d'ancrage distinctes du taux de change. Je montre par la suite que de la confrontation de ces prévisions hétérogènes sur le marché des changes, naissent des dynamiques du taux de change à caractère non linéaire proches des observations empiriques.

Dans la seconde partie de cette thèse, nous nous intéressons à deux des principales énigmes associées au taux de change, à savoir “l'énigme de la PPA” ainsi que celle dite de la “décon-

²⁶Ce chapitre est issu de Bénassy-Quéré, Béreau and Mignon (2010).

²⁷Ce chapitre est issu de Bénassy-Quéré, Béreau and Mignon (2009).

²⁸Ce chapitre est issu de Béreau (2010).

nection du taux de change” au travers deux exercices de modélisation non linéaire. Le Chapitre 4²⁹ expose tout d’abord les résultats d’une étude empirique qui consiste en l’implémentation d’un modèle à seuil en panel récent - soit le ‘*Panel Smooth Transition Regression model*’ de González et al. (2005) au cadre d’une spécification à correction d’erreur évaluant la vitesse de convergence du taux de change vers une valeur d’ancrage de long terme de type BEER. Nos résultats confirment pour un sous-ensemble de pays émergents, qu’une fois pris en considération le caractère non linéaire du processus d’ajustement, les demies-vies sont réduites de façon drastique. Plus spécifiquement, en comparant différents sous-groupes de pays, nous montrons qu’il existe des comportements différenciés entre pays industrialisés et émergents. Pour ces derniers, le processus de retour à la moyenne du taux de change réel à long terme apparaît asymétrique relativement au signe et donc à la nature du mésalignement, i.e. ce processus est très lent dans le cas d’une sous-évaluation et accéléré en cas de surévaluation de la monnaie domestique, alors qu’aucune non linéarité ne peut être mise en exergue pour les principales économies du G7 pour lesquelles la demie-vie comprise entre 2 et 4 ans en moyenne est conforme aux résultats antérieurs en séries temporelles. Nous montrons que cette conclusion est compatible avec la théorie de la “peur du flottement” développée par Calvo and Reinhart (2002) et l’observation concomitante que la plupart des pays émergents de notre échantillon ont adopté des régimes de ciblage d’inflation. Une autre des conclusions majeures de notre étude tient à l’absence de réaction du taux de change aux niveaux de déséquilibres de compte courant ou de position extérieure nette, confirmant ainsi les intuitions du Chapitre 2 sur la nécessité de prendre en compte d’autres types d’ajustements dans l’appréhension des déséquilibres mondiaux.

Enfin, dans le Chapitre 5 nous proposons une extension Bayésienne d’un modèle de finance comportementale à la manière de De Grauwe and Grimaldi (2006) dans lequel les agents diffèrent de par leur horizon de prévision. Comme mentionné *supra*, ces différences ont pour conséquence d’introduire de l’hétérogénéité dans l’évaluation des valeurs d’équilibre que ces agents incorporent dans leurs schémas d’anticipation. Nous supposons ici trois types de règles correspondant au court, long et moyen termes. Alors que les deux premières correspondent à la représentation traditionnelle opposant agents chartistes (à court terme) et fondamentalistes (à long terme), nous introduisons un régime intermédiaire, de nature fondamentale, reposant sur l’évaluation d’une valeur d’équilibre de moyen terme évaluée ici dans le cadre d’une décomposition tendance-cycle au moyen d’un filtre de Kalman. Les agents peuvent alors, selon les performances passées de leurs règles relativement à celles qu’ils n’ont pas choisies, ajuster leur position. Le cadre Bayésien que nous mettons en œuvre nous autorise à étendre le processus d’essais et d’erreurs sur la base

²⁹Ce chapitre est issu de Béreau, López Villavicencio and Mignon (2010).

duquel ils se fondent pour choisir leur règle, à la manière dont la valeur d’ancrage du taux de change est évaluée et prise en compte. Deux conclusions principales émergent de nos résultats : (i) En sus de la “bataille” traditionnelle entre agents déstabilisateurs de court terme (chartistes) et stabilisateurs de long terme (fondamentalistes), nous montrons que les agents de moyen-terme peuvent basculer d’un état à l’autre (stabilisateur ou déstabilisateur) au gré de leur capacité à incorporer l’information pertinente pour évaluer la valeur fondamentale de moyen terme du taux de change. En d’autres termes, même en présence d’une règle de type fondamentale majoritaire sur le marché, des déconnexions durables du taux de change de sa valeur fondamentale de long terme peuvent survenir, illustrant ainsi de manière originale la fameux ‘*puzzle*’ énoncé par Obstfeld and Rogoff (2000) ; (ii) une bonne perception des fondamentaux est une pré-condition à la propriété stabilisatrice de la règle fondamentale de moyen-terme.

Dans les paragraphes qui suivent, je me propose de détailler les cadres d’analyse ainsi que les principaux éléments de conclusion se dégageant des quatre chapitres.

Des taux de change d’équilibre

Dans la première section de ma thèse, je m’intéresse aux modèles de taux de change d’équilibre et développe dans un premier chapitre, un modèle unifié d’équilibre partiel qui permet de réconcilier les trois principales approches que sont le FEER, le BEER et la PPA. Dans un second temps, j’étudie la robustesse des mesures reposant sur la théorie de la cointégration (mesures BEER) relativement au choix d’un certain nombre de paramètres. -

De la complémentarité des approches de taux de change d’équilibre³⁰

Je propose un cadre d’analyse simple, reposant sur une relation d’équilibre stock-flux qui permet d’embrasser les principaux concepts de taux de change d’équilibre comme autant de solutions du même modèle d’équilibre partiel, à des horizons temporels distincts. J’évalue ensuite des jeux de FEERs et BEERs pour un panel de 15 pays sur la période 1980-2005. La cohérence d’ensemble de l’approche est assurée par (i) le recours à un unique concept d’équilibre de la position extérieure nette, l’un des principaux déterminants des taux de change dans les études empiriques récentes, qui détermine ici à la fois les valeurs d’ancrage de type FEER et BEER, et (ii) l’étude en données de panel plutôt qu’en séries temporelles pays par pays, qui permet d’appréhender la question des déséquilibres mondiaux dans une perspective globale. Enfin, j’illustre la façon dont ces différents concepts de taux de change d’équilibre peuvent être combinés pour évaluer les mésalignements

³⁰Ce chapitre repose sur Bénassy-Quéré et al. (2010).

de l'euro/dollar. Dans l'ensemble, la valeur d'équilibre de l'euro/dollar est évalué à 1.20 à la fin 2007, ce qui n'est pas très éloigné de la valeur de PPA valant pour la France ou l'Allemagne (autour de 1.15). Ces chiffres vont dans le sens d'un euro bien moins fort que les évaluations faites sur la base des ratios de compte courants, soient les taux de change cohérents avec la résorption des déséquilibres mondiaux. Sur la base des évaluations de cibles proposées par Williamson, la valeur d'équilibre de l'euro/dollar pointe à 1.60 à la fin 2007, voire plus lorsque ces cibles sont évaluées à partir de la relation stock-flux. A la lumière de ces résultats, il semble clair que le taux de change ne peut à lui seul contenir le poids des déséquilibres mondiaux et que d'autres effets vont jouer un rôle majeur, parmi lesquels, les effets de valorisation.

De la robustesse des mesures de taux de change reposant sur le cadre de la cointégration³¹

Concernant plus spécifiquement la modélisation BEER, je me propose d'explorer dans ce deuxième chapitre, la robustesse de différentes mesures selon quatre directions successives. Dans un premier temps, je m'intéresse à l'impact du choix de proxy pour la mesure de productivité relative, très controversée dans la littérature sur le sujet. Par suite, j'étudie l'impact des caractéristiques structurelles des pays en développements vs. pays développés en étudiant séparément ces mesures sur différents panels couvrant les pays du G20 ou alternativement ceux du G7 et du non-G7. Je teste ensuite l'influence du choix d'une monnaie spécifique comme "numéraire" sur la détermination des taux de change bilatéraux. Enfin, j'évalue la robustesse temporelle des différentes estimations. Les résultats montrent que d'un point de vue général, les modèles BEER sont plus robustes et plus stables que les modèles FEER. Pour autant, les modèles BEER reposent, par construction, sur une confiance sans doute excessive dans les comportements passés en termes d'allocation de portefeuille. De manière symétrique, les FEERs sous-estiment sans doute la plasticité des marchés internationaux de capitaux du fait qu'ils se concentrent sur le seul ajustement de la balance courante. Aussi, ces approches, plutôt que concurrentes, doivent être vues comme complémentaires dans le sens où elles correspondent à des périodes distinctes de l'ajustement macroéconomique, le moyen terme pour le FEER lorsque les différentiels de productivité se sont égaux au niveau mondial, et le long terme pour le BEER, lorsque les stocks se sont également stabilisés autour d'une valeur soutenable.

³¹Ce chapitre repose sur Bénassy-Quéré et al. (2009).

La prise en compte des non linéarités

Je consacre la deuxième partie de ma thèse à l’investigation de deux énigmes du taux de change au moyen de deux cadres d’analyse non linéaire distincts.

Ajustement non linéaire du taux de change à sa valeur d’équilibre de long terme : une application en panel non linéaire³²

J’implémente dans ce chapitre un modèle à seuil en panel, à savoir le modèle “Panel Smooth Transition Regression” (PSTR) développé par González et al. (2005) et l’applique au contexte d’un modèle à correction d’erreurs vectoriel (VECM) afin d’explorer le caractère non linéaire du processus d’ajustement du taux de change réel vers sa valeur d’ancrage de long terme selon une approche BEER. Les résultats montrent une opposition entre pays industrialisés, qui exhibent une dynamique linéaire, et les pays émergents, pour lesquels la non linéarité ne peut être rejetée, confirmant ainsi des études antérieures en séries temporelles. Plus précisément, les épisodes de sous-évaluations sont corrigées plus fortement que les sur-évaluations, ce qui corrobore la théorie du “fear of floating” introduite par Calvo and Reinhart (2002). Enfin, cet exercice empirique tente à montrer l’indépendance du processus de convergence relativement à l’ampleur des déséquilibres de compte courant ou de position extérieure nette, faisant écho aux conclusions émanant du Chapitre 2, à savoir que le taux de change n’est peut-être pas la clé de la résorption des déséquilibres mondiaux.

Une approche de finance comportementale du taux de change³³

Dans ce dernier chapitre, je propose un exercice théorique qui consiste en l’extension Bayésienne d’un modèle de finance comportementale “à la” De Grauwe and Grimaldi (2006) dans lequel les agents opérant sur le marché des changes diffèrent en termes d’horizons de prévision. Plus précisément, comme le montre la littérature récente (voir à ce titre Gehrig and Menkhoff, 2003, 2004, 2005), les agents peuvent cibler le court, le moyen ou le long terme, et en cela, potentiellement différentes valeurs d’équilibre comme les résultats du Chapitre 2 tendent à montrer. Je distingue donc trois types d’agents auxquels correspondent trois règles différentes. Deux d’entre elles reprennent la taxonomie standard, à savoir, qu’à court terme, je suppose un comportement de type chartiste alors qu’à long terme la PPA apparaît comme un ancrage naturel. Entre ces

³²Ce chapitre repose sur Béreau et al. (2010).

³³Ce chapitre repose sur un travail en cours, entamé au sein du groupe de travail d’économie internationale de la KULeuven. Je tiens à remercier Paul De Grauwe, Jean-Yves Gnabo, Valérie Mignon, Giulia Piccillo, Romain Restout, ainsi que les participants aux séminaires internes du CREST et de l’Université du Kent pour leurs commentaires avisés sur des versions préliminaires de ce chapitre.

deux extrêmes, j'introduis une troisième règle, de type fondamentale, reposant sur l'appréhension d'une valeur d'équilibre à moyen terme que j'évalue ici au travers d'un modèle APEER comme alternative du cadre FEER-BEER. En parallèle, j'étends l'hypothèse traditionnelle d'ajustement de la règle selon un processus d'essais et d'erreurs à la façon dont les agents évaluent la valeur d'équilibre de moyen terme, ce via une procédure de mise à jour séquentielle Bayésienne. De mes résultats émergent deux conclusions majeures : (i) en sus de la traditionnelle opposition entre les agents de long terme (fondamentalistes) stabilisateurs et les court-termistes (chartistes) déstabilisateurs, les agents de moyen terme peuvent basculer d'un état à l'autre (stabilisateurs ou déstabilisateurs) selon leur capacité à prédire correctement les fondamentaux et par là, la valeur d'ancrage à moyen terme. En d'autres termes, la présence d'agents fondamentalistes sur le marché ne garantit pas l'absence de déconnexions durables du taux de change de ses fondamentaux ; (ii) la bonne perception des fondamentaux est une condition nécessaire pour rendre la règle médiane stabilisatrice.

Dans l'ensemble, ces résultats illustrent la pertinence de la modélisation non linéaire appliquée à la question des taux de change, ouvrant la voie pour de futurs développements dans cette même veine.

Références

- Abiad, A. G. (2003), Early Warning Systems : A Survey and a Regime-Switching Approach , IMF Working Papers 03/32, International Monetary Fund.
- Ahamada, I. and Flachaire, E. (2008), *Econométrie non paramétrique*, Economica.
- Arellano, M. and Bond, S. (1991), 'Some Tests of Specification for Panel Data : Monte Carlo Evidence and an Application to Employment Equations', *Review of Economic Studies* **58**(2), 277–297.
- Asea, P. K. and Blomberg, B. (1998), 'Lending Cycles', *Journal of Econometrics* **83**(1-2), 89–128.
- Bacchetta, P. and van Wincoop, E. (2006), 'Can Information Heterogeneity Explain the Exchange Rate Determination Puzzle?', *American Economic Review* **96**(3), 552–576.
- Bai, J. and Ng, S. (2001), A New Look at Panel Testing of Stationarity and the PPP Hypothesis, Economics Working Paper Archive 467, The Johns Hopkins University, Department of Economics.

- Balassa, B. (1964), ‘The Purchasing Power Parity Doctrine : A Reappraisal’, *The Journal of Political Economy* **72**(6), 584–596.
- Bauwens, L., Preminger, A. and Rombouts, J. (2006), Regime Switching GARCH Models, CORE Discussion Papers 2006-011, Université catholique de Louvain, Center for Operations Research and Econometrics (CORE).
- Baxter, M. and Stockman, A. C. (1989), ‘Business Cycles and the Exchange-Rate Regime : Some International Evidence’, *Journal of Monetary Economics* **23**(3), 377–400.
- Bilson, J. F. (1978), ‘The Monetary Approach to the Exchange Rate : Some Empirical Evidence’, *IMF Staff Papers* **25**, 48–75.
- Blanchard, O. J. (2008), The State of Macro, NBER Working Papers 14259, National Bureau of Economic Research, Inc.
- Bénassy-Quéré, A., Béreau, S. and Mignon, V. (2009), ‘Robust Estimations of Equilibrium Exchange Rates : A Panel BEER Approach’, *Scottish Journal of Political Economy* **56**(5), 608–633.
- Bénassy-Quéré, A., Béreau, S. and Mignon, V. (2010), ‘On the complementarity of equilibrium exchange rate approaches’, *Review of International Economics* **18**(4), 618–632.
- Béreau, S. (2010), Heterogenous agents in the FX market : A matter of time horizon ? Mimeo.
- Béreau, S., López Villavicencio, A. and Mignon, V. (2010), ‘Nonlinear Adjustment of the Real Exchange Rate Towards its Equilibrium Value : a Panel Smooth Transition Error Correction Modelling’, *Economic Modelling* **27**(1), 404–416.
- Calvo, G. A. and Reinhart, C. M. (2002), ‘Fear of Floating’, *The Quarterly Journal of Economics* **117**(2), 379–408.
- Chen, S.-S. and Engel, C. (2005), ‘Does ‘Aggregation Bias’ Explain The PPP Puzzle?’, *Pacific Economic Review* **10**(1), 49–72.
- Chen, S.-W. (2007), ‘Measuring Business Cycle Turning Points in Japan with the Markov Switching Panel model’, *Mathematics and Computers in Simulation* **76**(4), 263–270.
- Cheung, Y.-W., Chinn, M. D. and Garcia Pascual, A. (2005), ‘Empirical Exchange Rate Models of the Nineties : Are Any to Survive?’, *Journal of International Money and Finance* **24**(7), 1150–1175.

- Clarida, R. H. and Taylor, M. P. (1997), ‘The Term Structure Of Forward Exchange Premiums And The Forecastability Of Spot Exchange Rates : Correcting The Errors’, *The Review of Economics and Statistics* **79**(3), 353–361.
- Clark, P. and MacDonald, R. (1998), Exchange Rates and Economic Fundamentals : A Methodological Comparison of BEERs and FEERs, IMF Working Papers 98/67, International Monetary Fund.
- Colletaz, G. and Hurlin, C. (2007), Modèles Non Linéaires et Prévisions, Rapport de recherche, Institut CDC pour la Recherche.
- Corsetti, G. (2008), New open economy macroeconomics, *in* S. N. Durlauf and L. E. Blume, eds, ‘The New Palgrave Dictionary of Economics’, Palgrave Macmillan, Basingstoke.
- De Grauwe, P. and Grimaldi, M. (2006), *The Exchange Rate in a Behavioral Finance Framework*, Princeton University Press.
- De Long, J. B., Shleifer, A., Summers, L. H. and Waldmann, R. J. (1990), ‘Noise Trader Risk in Financial Markets’, *Journal of Political Economy* **98**(4), 703–38.
- Diebold, F. X. and Nason, J. A. (1990), ‘Nonparametric Exchange Rate Prediction?’, *Journal of International Economics* **28**(3-4), 315–332.
- Dornbusch, R. (1976), ‘Expectations and Exchange Rate Dynamics’, *The Journal of Political Economy* **84**(6), 1161–1176.
- Dornbusch, R. (1987), ‘Exchange Rates and Prices’, *American Economic Review* **77**(1), 93–106.
- Driver, R. and Westaway, P. F. (2004), Concepts of Equilibrium Exchange Rates, Working Paper 248, Bank of England.
- Engel, C. (1994), ‘Can the Markov Switching Model Forecast Exchange Rates?’, *Journal of International Economics* **36**(1-2), 151–165.
- Engel, C. and Hamilton, J. D. (1990), ‘Long Swings in the Dollar : Are They in the Data and Do Markets Know It?’, *American Economic Review* **80**(4), 689–713.
- Engel, C., Mark, N. C. and West, K. D. (2007), Exchange Rate Models Are Not as Bad as You Think, NBER Working Papers 13318, National Bureau of Economic Research, Inc.
- Engel, C. and West, K. D. (2005), ‘Exchange Rates and Fundamentals’, *Journal of Political Economy* **113**(3), 485–517.

- Engel, C. and West, K. D. (2006), ‘Taylor Rules and the Deutschmark : Dollar Real Exchange Rate’, *Journal of Money, Credit and Banking* **38**(5), 1175–1194.
- Flood, R. and Marion, N. (1999), ‘Perspectives on the Recent Currency Crisis Literature’, *International Journal of Finance & Economics* **4**(1), 1–26.
- Flood, R. P. and Rose, A. K. (1995), ‘Fixing Exchange Rates A Virtual Quest for Fundamentals’, *Journal of Monetary Economics* **36**(1), 3–37.
- Fok, D., van Dijk, D. and Franses, P. (2005), ‘A Multi-Level Panel STAR Model for US Manufacturing Sectors’, *Journal of Applied Econometrics* **20**(6), 811.
- Frankel, J. (1979), ‘On the Mark : A Theory of Floating Exchange Rates Based on Real Interest Differentials’, *The American Economic Review* **69**(4), 610–622.
- Frankel, J. A. and Froot, K. A. (1990), ‘Chartists, Fundamentalists, and Trading in the Foreign Exchange Market’, *American Economic Review* **80**(2), 181–85.
- Franses, P. H. and van Dijk, D. (2006), ‘A Simple Test for PPP among Traded Goods’, *Applied Financial Economics* **16**(1-2), 19–27.
- Franses, P. and van Dijk, D. (2002), *Non-Linear Time Series Models in Empirical Finance*, 2nd edn, Cambridge University Press.
- Frenkel, J. (1976), ‘A Monetary Approach to the Exchange Rate : Doctrinal Aspects and Empirical Evidence’, *The Scandinavian Journal of Economics* **78**(2), 200–224.
- Frühwirth-Schnatter, S. (2006), *Finite Mixture and Markov Switching Models*, Springer.
- Froot, K. A. and Rogoff, K. (1995), Perspectives on PPP and Long-run Real Exchange Rates, in G. M. Grossman and K. Rogoff, eds, ‘Handbook of International Economics’, Elsevier.
- Froot, K. A. and Thaler, R. H. (1990), ‘Foreign exchange’, *Journal of Economic Perspectives* **4**(3), 179–92.
- Gadea, M. D. and Mayoral, L. (2009), ‘Aggregation is not the Solution : the PPP Puzzle Strikes Back’, *Journal of Applied Econometrics* **24**(6), 875–894.
- Gehrig, T. and Menkhoff, L. (2003), Technical Analysis in Foreign Exchange - The Workhorse Gains Further Ground, Diskussionspapiere dp-278, Universität Hannover, Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät.

- Gehrig, T. and Menkhoff, L. (2004), ‘The Use of Flow Analysis in Foreign Exchange : Exploratory Evidence’, *Journal of International Money and Finance* **23**(4), 573–594.
- Gehrig, T. and Menkhoff, L. (2005), ‘The Rise of Fund Managers in Foreign Exchange : Will Fundamentals Ultimately Dominate?’, *The World Economy* **28**(4), 519–540.
- González, A., Teräsvirta, T. and van Dijk, D. (2005), Panel Smooth Transition Regression Models, Working Paper Series in Economics and Finance 604, Stockholm School of Economics.
- Hamilton, J. (1994), *Time Series Analysis*, Princeton University Press.
- Hamilton, J. D. (1989), ‘A New Approach to the Economic Analysis of Nonstationary Time Series and the Business Cycle’, *Econometrica* **57**(2), 357–84.
- Hansen, B. (1999), ‘Threshold Effects in Non-dynamic Panels : Estimation, Testing, and Inference’, *Journal of Econometrics* **93**(2), 345–368.
- Hommes, C. (2008), Interacting Agents in Finance, in S. N. Durlauf and L. E. Blume, eds, ‘The New Palgrave Dictionary of Economics’, Palgrave Macmillan, Basingstoke.
- Hommes, C. H. (2005), Heterogeneous Agent Models in Economics and Finance, Tinbergen Institute Discussion Papers 05-056/1, Tinbergen Institute.
- Hooper, P. and Morton, J. (1982), ‘Fluctuations in the Dollar : A Model of Nominal and Real Exchange Rate Determination’, *Journal of International Money and Finance* **1**, 39–56.
- Imbs, J., Mumtaz, H., Ravn, M. O. and Rey, H. (2005a), “Aggregation Bias” DOES Explain the PPP Puzzle, NBER Working Papers 11607, National Bureau of Economic Research, Inc.
- Imbs, J., Mumtaz, H., Ravn, M. and Rey, H. (2003), ‘Nonlinearities and Real Exchange Rate Dynamics’, *Journal of the European Economic Association* **1**(2-3), 639–649.
- Imbs, J., Mumtaz, H., Ravn, M. and Rey, H. (2005b), ‘PPP Strikes Back : Aggregation and the Real Exchange Rate’, *The Quarterly Journal of Economics* **120**(1), 1–43.
- Kahneman, D. and Tversky, A. (1973), ‘On the Psychology of Prediction’, *Psychological Review* **80**(4), 237–251.
- Körner, T. W. (1988), Nonlinear oscillator i, in ‘Fourier Analysis’, Cambridge University Press.
- Krugman, P. (1986), Pricing to Market when the Exchange Rate Changes, NBER Working Papers 1926, National Bureau of Economic Research, Inc.

- Krugman, P. R. (1991), ‘Target Zones and Exchange Rate Dynamics’, *The Quarterly Journal of Economics* **106**(3), 669–82.
- Lane, P. R. (2001), ‘The New Open Economy Macroeconomics : A Survey’, *Journal of International Economics* **54**(2), 235–266.
- Lee, H.-Y. and Chen, S.-L. (2006), ‘Why Use Markov-Switching Models in Exchange Rate Prediction?’, *Economic Modelling* **23**(4), 662 – 668.
- Lee, K. and Pesaran, M. H. (1998), *Econometric Analysis of Nonlinear Dynamic Models with Applications in International Macroeconomics*. End-of Award Report, University of Leicester and University of Cambridge.
- Lewis, K. K. (1995), Puzzles in international financial markets, in G. M. Grossman and K. Rogoff, eds, ‘Handbook of International Economics’, Vol. 3 of *Handbook of International Economics*, Elsevier, chapter 37, pp. 1913–1971.
- Lyons, R. (2001), *The Microstructure Approach to Exchange Rates*, MIT Press.
- MacDonald, R. (2007), *Exchange Rate Economics : Theories and Evidence*, Routledge.
- MacDonald, R. R. (2000), ‘Concepts to Calculate Equilibrium Exchange Rates : An Overview’, *Discussion Paper, Economic Research of the Deutsche Bundesbank* **3**, 1–70.
- Meese, R. (1990), ‘Currency Fluctuations in the Post-Bretton Woods Era’, *Journal of Economic Perspectives* **4**(1), 117–134.
- Meese, R. A. and Rose, A. K. (1991), ‘An Empirical Assessment of Non-linearities in Models of Exchange Rate Determination’, *Review of Economic Studies* **58**(3), 603–19.
- Meese, R. and Rogoff, K. (1983), ‘Empirical Exchange Rate Models in the Seventies : Do they Fit Out of Sample?’, *Journal of International Economics* **14**(1-2), 3–24.
- Michael, P., Nobay, A. and Peel, D. (1997), ‘Transactions Costs and Nonlinear Adjustment in Real Exchange Rates ; An Empirical Investigation’, *Journal of Political Economy* **105**(4), 862–879.
- Mizrach, B. (1992), ‘Multivariate Nearest-Neighbor Forecasts of EMS Exchange Rates’, *Journal of Applied Econometrics* **7**(S), 151–163.
- Molodtsova, T. and Papell, D. H. (2009), ‘Out-of-Sample Exchange Rate Predictability with Taylor Rule Fundamentals’, *Journal of International Economics* **77**(2), 167–180.

- Obstfeld, M. and Rogoff, K. (1995), ‘Exchange Rate Dynamics Redux’, *Journal of Political Economy* **103**(3), 624–60.
- Obstfeld, M. and Rogoff, K. (2000), The Six Major Puzzles in International Macroeconomics : Is There a Common Cause ?, NBER Working Papers 7777, National Bureau of Economic Research, Inc.
- Obstfeld, M. and Taylor, A. (1997), ‘Nonlinear Aspects of Goods-Market Arbitrage and Adjustment : Heckscher’s Commodity Points Revisited’, *Journal of the Japanese and International Economies* **11**(4), 441–479.
- Pedroni, P. (2001), ‘Purchasing Power Parity Tests In Cointegrated Panels’, *The Review of Economics and Statistics* **83**(4), 727–731.
- Piccillo, G. (2009), Exchange Rates and Asset Prices : Heterogeneous Agents at Work, Working Paper Series 09.03, Centre for Economic Studies, Katholieke Universiteit Leuven.
- Rogoff, K. (1996), ‘The Purchasing Power Parity Puzzle’, *Journal of Economic Literature* **34**(2), 647–668.
- Rogoff, K. (2002), Dornbusch’s overshooting model after twenty-five years, IMF Working Papers 02/39, International Monetary Fund.
- Rovira Kaltwasser, P. (2010), ‘Uncertainty about Fundamentals and Herding Behavior in the FOREX Market’, *Physica A* **389**(6), 1215–1222.
- Samuelson, P. A. (1964), ‘Theoretical Notes on Trade Problems’, *The Review of Economics and Statistics* **46**(2), 145–154.
- Sarantis, N. (1999), ‘Modeling Non-linearities in Real Effective Exchange Rates’, *Journal of International Money and Finance* **18**(1), 27–45.
- Sargent, T. (1993), *Bounded Rationality in Macroeconomics*, Clarendon Press, Oxford.
- Sargent, T. J. and Wallace, N. (1975), “‘Rational’ Expectations, the Optimal Monetary Instrument, and the Optimal Money Supply Rule’, *Journal of Political Economy* **83**(2), 241–54.
- Sarno, L. (2003), Nonlinear exchange rate models : A selective overview, IMF Working Papers 03/111, International Monetary Fund.
- Sarno, L. and Taylor, M. (2002), ‘Purchasing Power Parity and the Real Exchange Rate’, *IMF Staff Papers* **49**(1), 65–105.

- Simon, H. A. (1979), 'Rational Decision Making in Business Organizations', *American Economic Review* **69**(4), 493–513.
- Taylor, A. M. and Taylor, M. P. (2004), 'The Purchasing Power Parity Debate', *Journal of Economic Perspectives* **18**(4), 135–158.
- Taylor, M. (2006), 'Real Exchange Rates and Purchasing Power Parity : Mean-Reversion in Economic Thought', *Applied Financial Economics* **16**(1), 1–17.
- Teräsvirta, T. (2006), Univariate Nonlinear Time Series Models, *in* T. C. Mills and K. Patterson, eds, 'Palgrave Handbook of Econometrics', Vol. 1 : Econometric Theory, Palgrave MacMillan, chapter 10, pp. 396–424.
- Tversky, A. and Kahneman, D. (1974), 'Judgment under Uncertainty : Heuristics and Biases', *Science* **185**(4157), 1124–1131.
- Williamson, J. (1985), *The Exchange Rate System*, second edn, MIT Press.