



HAL
open science

Coûts de transaction et dynamique non-linéaire des prix des actifs financiers : une note théorique

Fredj Jawadi, Slim Chaouachi

► **To cite this version:**

Fredj Jawadi, Slim Chaouachi. Coûts de transaction et dynamique non-linéaire des prix des actifs financiers : une note théorique. 2006. hal-04138865

HAL Id: hal-04138865

<https://hal.science/hal-04138865v1>

Preprint submitted on 23 Jun 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



<http://economix.u-paris10.fr/>

Document de Travail

Working Paper

2006-20

Coûts de transaction et dynamique non-linéaire des prix des actifs financiers : une note théorique

Fredj JAWADI
Slim CHAOUACHI



UMR 7166 CNRS

Université Paris X-Nanterre
Maison Max Weber (bâtiments K et G)
200, Avenue de la République
92001 NANTERRE CEDEX

Tél et Fax : 33.(0)1.40.97.59.07
Email : secretariat-economix@u-paris10.fr



Université Paris X Nanterre

Coûts de transaction et dynamique non-linéaire des prix des actifs financiers : une note théorique

Transaction Costs and Nonlinear Dynamic of Financial Asset prices : A Theoretical Note

Fredj JAWADI, Professeur au Groupe Sup de CO Amiens-Picardie, chercheur associé à EconomiX, fredj.jawadi@supco.amiens.fr⁺
Slim CHAOUACHI (Université de Val de Marne paris12, ERUDITE)

Résumé

Le débat d'actualité concerne la place occupée par les modèles non-linéaires au sein des formalisations des séries financières. Pour justifier la non-linéarité inhérente à la dynamique de ces séries, nous explorons les effets de la microstructure du marché financier et les enseignements de la théorie de finance comportementale (i.e. coûts de transaction, asymétrie d'information, hétérogénéité des intervenants sur le marché, mimétisme). Nous montrons que la présence de coûts de transaction dissuade l'arbitrage, limite les transactions, prive les prix de s'ajuster linéairement et continuellement et induit des déviations des cours asymétriques et persistantes.

Mots clés : Coûts de transaction, mésalignements de prix, Ajustement non-linéaire, asymétrie et persistance.
JEL : G12, G14

I. Introduction

« *Les phases de contraction sont plus violentes (de plus grande intensité) mais plus brèves (de plus courte durée) que les phases d'expansion* », Keynes (1936), *Théorie Générale de l'Emploi, de l'Intérêt et de la Monnaie* (p.314).

Les marchés financiers constituent des systèmes dynamiques ouverts soumis à l'influence de leur environnement économique, politique et social. Leur rôle est d'allouer les ressources productives à l'économie. L'observation des distributions de séries financières montre que ces données sont caractérisées par des mouvements cycliques (Sercu et al.(1995)), des fluctuations asymétriques (Escribano et Mira (1997)), des ruptures de tendance, des irrégularités dans les mouvements (Teräsvirta et Anderson (1992)), un caractère *leptokurtique* (Jawadi et Koubaa (2006), et une variabilité excessive (Shiller (1981)).

L'asymétrie des séries financières peut être signe de la présence de non-linéarité dans le processus d'évolution de ces séries. Or, les modèles linéaires ne peuvent générer qu'un comportement symétrique de la série et ne peuvent pas donc rendre compte des phénomènes d'asymétrie. Les modèles non-linéaires peuvent ainsi nous permettre de réconcilier les notions d'asymétrie et de non-linéarité.

Conviés à chercher des spécifications adéquates pour reproduire les dynamiques des prix des actifs financiers, plusieurs travaux ont mis l'accent sur les insuffisances des processus linéaires et ont montré l'inadaptation des modèles linéaires. Dès lors, se sont développées de nouvelles voies de modélisation qui ont fait appel aux notions de non-linéarité, de non stationnarité et d'instabilité structurelle. La recherche s'est essentiellement concentrée sur la définition de la forme fonctionnelle du processus sous-jacent à la dynamique d'ajustement des prix et sur le développement des différentes classes de modèles non-linéaires permettant de décrire ce type de dynamique.

Mais, peu de travaux se sont intéressés à la justification économique de la non-linéarité et à l'étude des différentes hypothèses comportementales qui sont à l'origine de la non-linéarité des dynamiques financières. Par exemple, Benning et Protopapadakis (1988), Dumas (1992), Sercu et al.(1995), Michael, Nobay et Peel (1997), et Obstfeld et Taylor (1997) ont expliqué la non-linéarité inhérente à la dynamique d'ajustement des taux de change par l'existence des coûts de transaction. Krugman (1991) a attribué cette non-linéarité à la présence des zones cibles. Teräsvirta (1994), De Grawe et Grimaldi (2001) ont retenu quant à eux l'hétérogénéité des anticipations des investisseurs comme source de non-linéarité. En effet, suite à l'arrivée d'une nouvelle information, les agents peuvent réagir instantanément mais pas nécessairement au même temps et ce, en raison

⁺ ESC Amiens School of Management, 18 place Saint Michel, 80000 Amiens cedex, Tél : +33 (0)3 22 82 24 41.

de la différence au niveau de la compréhension de l'information et du degré d'aversion au risque. Jawadi (2006) a expliqué la non-linéarité caractérisant les dynamiques boursières par la présence de coûts de transaction, l'interaction entre investisseurs informés et investisseurs mal informés, l'existence d'anticipations différenciées et la tendance à suivre des comportements mimétiques.

Les comportements mimétiques constituent une source de non linéarité puisqu'ils peuvent provoquer la création de séquences d'achats ou de ventes et peuvent amener les investisseurs à réagir - à tort- de la même manière lors de la publication d'informations¹. Selon Orléan, le marché financier est assimilé à un système ouvert à l'influence de deux forces : Une force interne, mettant en évidence la psychologie du marché, les mouvements collectifs, les comportements mimétiques, et une force externe, reflétant l'environnement économique du marché, les chocs aléatoires, les nouvelles informations². D'où le caractère déstabilisant de la spéculation

Mais, quoi qu'il en soit, ce travail aura pour objet d'étudier de manière rigoureuse l'impact des coûts de transaction sur la dynamique des prix des actifs financiers, de réconcilier les concepts de coûts de transaction et de non-linéarité et de tenir compte de l'éventuelle interaction entre ces deux concepts pour expliquer et justifier les éventuels mésalignements des prix des actifs financiers.

A cette fin, le présent travail s'articulera autour de cinq sections. La deuxième sera consacrée à la présentation des limites de la modélisation linéaire et des raisons nous permettant de croire aux modèles non-linéaires. La troisième section exposera un bref panorama de la littérature consacrée à la réconciliation entre les coûts de transaction et la non-linéarité. La quatrième section présentera brièvement la théorie de coûts de transaction et justifiera la non-linéarité de l'ajustement du prix par rapport à l'équilibre par la présence des coûts de transaction. La cinquième section conclura.

II. Insuffisances économiques et économétriques de la linéarité

1. Insuffisances économiques de la linéarité

La linéarité était depuis A.Smith la coutume en matière de modélisation économique. Les modèles linéaires gaussiens ont dominé le développement de la modélisation des séries temporelles depuis plus de soixante ans. Cette phase a débuté avec les processus autorégressifs, pour se généraliser à la classe des modèles ARMA. Cette catégorie de modèles a été couramment utilisée dans plusieurs applications pour reproduire les phases du cycle économique du fait que l'hypothèse de linéarité est facile à adopter et qu'elle admet un traitement mathématique simple. Les modèles linéaires ont connu ainsi une utilisation quasi-systématique. Du fait de leurs nombreux avantages, ils ont été fréquemment retenus pour le traitement des relations économiques et financières. En effet, l'hypothèse de linéarité reflète un compromis entre les propriétés de maniabilité et de réalisme que tout oscillateur économique est censé comporter. De plus, les méthodes d'estimation linéaire (Moindres Carrés Ordinaires (MCO) et Moindres Carrés Généralisé (MCG)) sont plus simples que les méthodes d'estimation non-linéaires (i.e. Moindres Carrés Non Linéaires (MCNL), Maximum de Vraisemblance (MV)).

C'est notamment, le critère de simplicité qui a conduit au recours aux modèles linéaires. En effet, la difficulté d'ordre méthodologique, l'absence d'outils quantitatifs performants et la faiblesse d'outils mathématiques ont amené les économètres à adapter la théorie des oscillations linéaires aux phénomènes économiques. Néanmoins, l'aspect dominant de ces processus linéaires ne doit pas nous faire oublier les limites et les inconvénients qui ont été attribués à cette catégorie de modèles linéaires. En effet, plusieurs études ont montré que la classe des modèles linéaires est inadaptée et que ces modèles risquent de dissimuler les propriétés importantes des fluctuations cycliques des séries telle que les oscillations auto-entretenues, la variabilité excessive de certaines séries financières, les changements de régime, les ruptures de tendance et l'asymétrie du cycle, qui fait que les phases d'expansion et de récession n'ont ni les mêmes durées, ni les mêmes amplitudes,.

De plus, ces modèles contraignent les oscillateurs économiques à être périodiques et à se produire à l'identique d'une période à une autre (symétrie). Or, il est évident que les phases de récession durent plus longtemps que les phases d'expansion et que les chocs défavorables ont des conséquences plus importantes et plus durables que les chocs favorables. Escribano (1986), Dumas (1992), Balke et Fomby (1997), Escribano (1997), Michael, Nobay et Peel (1997), Michael, Peel et Taylor (1997), Escribano et Pfann (1998), Peel et Taylor

¹ « En de multiples occasions, le marché se comporte plus comme une foule que comme un ensemble de monades calculatrices », Orléan (1990), (p.841).

² Selon la théorie des News, les informations nouvelles sont des inputs qui activent le système de détermination des cours; toute hausse ou baisse des cours est proportionnelle à l'information nouvelle.

(2000) et Dufrénot et Mignon (2002) ont mis en évidence les phénomènes d'asymétrie ainsi que les mouvements irréguliers caractérisant les marchés financiers (marché boursier, marché monétaire, marché de change)³. Ces auteurs ont mis l'accent sur les difficultés du modèle linéaire à apporter un soutien empirique à la dynamique des prix à long terme et à prévoir le retour du prix vers l'équilibre. Ils ont retenu les modèles à correction d'erreur non linéaires et ont montré que les séries macroéconomiques et financières peuvent être générées de façon endogène à partir d'un mécanisme à correction d'erreur non-linéaire.

En effet, ces auteurs ont suggéré que l'ajustement des prix peut ne pas se faire d'une façon continue, linéaire et à vitesse constante et ont montré que l'estimation du modèle à correction non-linéaire peut apporter une information supplémentaire permettant de reproduire l'asymétrie de l'ajustement des prix vers la cible de long terme. Par exemple, Dumas (1992) a analysé la dynamique des processus d'ajustement des taux de change réel en présence des coûts de transaction et a montré que les déviations du taux de change par rapport à la PPA (Parité des Pouvoirs d'Achat) suivent un processus non-linéaire dont la vitesse d'ajustement par rapport à l'équilibre est une fonction de l'ampleur de l'écart du cours par rapport à l'équilibre. Michael, Nobay et Peel (1997), Michael, Peel et Taylor (1997), Peel et Taylor (2000) ont également montré que l'ajustement vers un équilibre fondamental ne se fait pas nécessairement de façon symétrique et qu'il dépend de l'ampleur de l'écart par rapport à l'équilibre.

Outre ces limites économiques de la linéarité, des insuffisances économétriques peuvent justifier le recours aux modèles non-linéaires.

2. Insuffisances économétriques de la linéarité

La linéarité constitue une hypothèse trop restrictive pour pouvoir décrire des événements tels que les krachs et les fortes variations caractéristiques des périodes turbulentes typiques des marchés boursiers. Elle a été considérée comme étant une hypothèse qui restreint les dynamiques possibles du cycle économique. D'après le théorème de Wald, tout processus ARMA peut s'écrire sous la forme d'un processus de moyenne mobile infinie de type :

$$X_t = \sum_{i=0}^{\infty} \beta_i \varepsilon_{t-i} \quad (1)$$

En ce sens, le passé ne fournit aucune information relative au comportement futur de la série. En outre, cette formulation se limite à engendrer des phases d'expansion et de récession similaires. D'où l'incapacité des modèles ARMA à prendre en compte les phénomènes d'asymétrie ainsi que les ruptures de forte amplitude. En effet, les processus ARMA ne prennent en considération que les moments d'ordre deux de la série induisant ainsi une exploitation incomplète de l'information contenue dans la série.

Dans le même ordre d'idées, Frank et Stengos (1989) ont souligné l'incapacité des tests classiques de bruits blancs (i.e. test de Box-Pierce et test de Ljung-Box) à détecter la dépendance temporelle inhérente aux séries générées par des processus non-linéaires. Leur étude est intéressante, car particulièrement révélatrice de l'inadéquation des tests classiques de dépendance temporelle en analyse des séries temporelles, lorsqu'ils sont appliqués à des données générées par des processus non linéaires. En effet, elle montre que tout observateur peut être induit en erreur par ces tests et conclut tout de suite au caractère de bruit blanc d'un processus alors même qu'il est issu d'une loi d'évolution dont la dépendance temporelle est non-linéaire.

Froot et Rogoff (1995) et Lothian et Taylor (1996) ont mis en évidence le fait que les tests traditionnels (tests de racine unitaire, tests de cointégration) ainsi employés durant les années 1980 pour examiner la stabilité du taux de change réel peuvent avoir une très faible puissance pour rejeter l'hypothèse nulle d'instabilité du taux de change réel. En effet, l'argument tient au fait que la vérification du taux de change réel sur cette période ne produit pas assez d'information pour détecter un retour vers la PPA. Mais, même en disposant de plus d'informations ou en étalant la période, la puissance du test n'augmente que très légèrement (au maximum autour de 11% sur la vue la plus optimiste de la vitesse de retour à l'équilibre⁴).

³ Les cotations des actifs sur les marchés financiers n'ont aucune raison d'être régulières vu que l'intervalle de temps séparant deux cotations dépend de la volonté des agents d'acheter et de vendre.

⁴ « ... Même avec un siècle de données pour le taux de change réel livre sterling-Dollar américain, on aura pourtant une faible chance de rejeter l'hypothèse de racine unitaire », Lothian et Taylor (1996, pp. 950-951).

Ces limites montrent que les modèles linéaires ne peuvent pas rendre compte de l'asymétrie des phases du cycle économique et rendent nécessaire le recours aux modèles non-linéaires en économie et en Finance. En outre, nous comprenons qu'appliquer les tests traditionnels peut conduire à réfuter certaines hypothèses théoriques pourtant avérées. Ceci ne peut que nous inciter à rechercher quels sont les moyens de détecter la présence de termes non-linéaires au sein des processus temporels. Mais, si la linéarité conduit à une vision très affaiblie de l'évolution des systèmes, si elle semble être une hypothèse excessive et si elle doit être isolée, faut-il encore préciser pourquoi doit-on faire recours à la non-linéarité ? Quels sont les fondements théoriques de la non-linéarité ? Quels sont les facteurs de comportement qui peuvent créer de la non-linéarité ?

Pour répondre à ces questions, le troisième paragraphe justifie le recours aux processus non-linéaires en réconciliant la notion de non-linéarité et les hypothèses comportementales sur le marché financier et en s'inspirant de la microstructure des marchés financiers (i.e. asymétrie d'information, rigidité des prix, hétérogénéité des agents, coûts de transaction).

3. Pourquoi faut-il croire aux modèles non-linéaires ?

Plusieurs travaux ont essayé d'expliquer la très forte persistance des déviations des prix des actifs financiers. Ces études ont distingué plusieurs limites empêchant le prix d'un actif de se fixer au voisinage de sa valeur d'équilibre. Ces limites sont multiples : d'ordre physique (coûts de transport), juridique (interdiction pour un investisseur de passer des ordres de transaction sur d'autres marchés), commercial (politique commerciale). L'existence de ces limites rend difficile l'étude des dynamiques des séries financières par des modèles linéaires standards et laisse penser aux modèles non-linéaires. La classe des modèles non-linéaires apparaît pertinente pour expliquer les irrégularités constatées dans l'évolution des séries financières. Elle tient compte de la présence des coûts de transaction, de l'existence de comportements et réactions hétérogènes, du phénomène d'asymétrie entre les phases d'un cycle, de la variabilité excessive des séries financières et des effets de rigidités des prix.

De ce fait, une littérature empirique récente des travaux centrés sur l'étude des prix des actifs financiers a découvert l'importance des non-linéarités. Les coûts de transaction ont été identifiés en tant qu'une des sources les plus significatives de cette non-linéarité. En effet, la présence de ces coûts dans le marché de changes induit une bande d'inaction à l'intérieur de laquelle les déviations du cours par rapport à la PPA ne sont pas corrigées puisque les frais de transaction sont assez larges pour qu'ils soient couverts (voir section 4).

L'hétérogénéité des agents a été retenue pour expliquer la très forte persistance des déviations des prix et justifier le recours aux modèles non-linéaires. Le mimétisme, défini comme l'action qui consiste pour un opérateur à imiter les autres intervenants sur les marchés financiers, est également une explication possible de cette non-linéarité. En effet, les comportements mimétiques des investisseurs sont des facteurs de création de séquences d'achats et de séquences de ventes vu que l'agent, comme le note Orléan (1990) est *indécis, influençable, perpétuellement soumis aux rumeurs* qui circulent à l'emprise des regards des autres.

Ce type de comportement peut amener les agents à réagir de la même manière lors de la publication d'information. Or, la réaction des agents vis-à-vis de l'arrivée d'une nouvelle information est étroitement liée au degré de compréhension de l'information et à leur aversion vis-à-vis du risque. De ce fait, les anticipations des agents risquent de ne plus refléter leurs propres opinions, mais plutôt leur capacité à prévoir la psychologie du marché et les croyances des autres opérateurs sur le marché. L'individu ne cherchera donc plus à anticiper la valeur fondamentale du titre mais l'opinion moyenne des participants au marché. Les opérateurs vont alors spéculer non seulement sur leur informations privées mais également sur les croyances des autres investisseurs. Ce qui risque d'affecter négativement les prix des actifs financiers en ajoutant de la variance à la variance normale des actifs⁵.

Faut-il ajouter également que l'asymétrie d'information sur les marchés financiers qui se traduit par une différence entre la fourchette affichée et celle réalisée constitue une source des non-linéarités des dynamiques boursières. En effet, en présence d'asymétrie d'information, nous distinguons deux types d'investisseurs : les investisseurs informés et les investisseurs mal ou non-informés. Or, plus l'accès à l'information est facile, plus les agents sont incités à augmenter leur participation au marché financier. Ainsi, ceci peut engendrer une réduction totale du nombre des non-informés dans le marché et peut se traduire par une réaction plus rapide et un ajustement instantané des prix. En revanche, la présence d'investisseurs non-informés peut créer des fluctuations dans la demande, dans le degré d'aversion vis-à-vis du risque et au niveau des prix.

⁵ "It is efficient for me to imitate the others as long as they are better informed than I am, but it becomes inefficient if they are also imitators". Orléan et Tadjeddine (2000).

L'existence de limites à l'arbitrage contribue- entre autres- à la rigidité des prix sur les marchés financiers. De telles rigidités peuvent, d'une part, remettre en cause l'ajustement instantané et symétrique des prix et être à l'origine d'un sur-ajustement ou sous-ajustement réel persistant des prix. Les trajectoires suivies par les prix des actifs financiers ne sont pas indépendantes des régimes observés à chaque période et leurs dynamiques sont asymétriques et le plus souvent causées par ces rigidités.

D'autre part, ces rigidités peuvent imprimer une inertie dans les prix des actifs lorsque ceux-ci tentent de rejoindre leurs valeurs d'équilibre de long terme. Ces effets d'inertie, la lenteur des prix des actifs financiers à rejoindre la valeur de long terme et les phénomènes de dépendance de long terme sont capturés par des spécifications non-linéaires (Michael et al.(1997)). En effet, la non-linéarité reflète la complexité des fondamentaux économiques et l'irréversibilité inhérente aux trajectoires des prix des actifs financiers. Elle constitue une manière visant à tenir compte des causes structurelles de rigidités pour expliquer la lenteur de l'ajustement des prix des actifs financiers vers l'équilibre et reproduire l'ajustement lisse et asymétrique vers les fondamentaux économiques.

A ce sujet, plusieurs travaux théoriques et empiriques ont étudié l'effet de rigidités sur la dynamique des taux de change et ont montré que cette rigidité, combinée à la très forte volatilité de taux de change nominaux, conduit à d'amples variations des taux de change réels et à une forte persistance des déviations par rapport à la PPA. Les déviations peuvent être gouvernées par un processus d'ajustement non-linéaire plutôt que d'être modélisées en utilisant un modèle linéaire. En effet, à court terme le cours peut avoir tendance à s'éloigner de son niveau d'équilibre mais une fois qu'il devient de plus en plus mésaligné avec les fondamentaux économiques, les forces de marchés tendent à le ramener au voisinage de l'équilibre.

Mais, si les représentations non-linéaires permettent d'autoriser la reproduction de fluctuations irrégulières et de représenter mieux le cycle que le linéaire, faut-il encore préciser dans quelle mesure la présence des coûts de transaction peut créer de la non-linéarité. La section suivante dresse un panorama des principaux travaux empiriques appliqués aux marchés financiers (marché boursier, marché de changes) et réconciliant les concepts de coûts de transaction et de non-linéarité. Elle se limite, plus particulièrement, aux travaux empiriques ayant eu recours aux modèles à seuil et à la théorie des coûts de transaction pour justifier ce type de non- linéarité.

III. Une brève revue empirique des travaux sur l'étude de l'ajustement non-linéaire des prix des actifs financiers

Nous ne cherchons pas ici à produire un recensement exhaustif de la littérature sur les modèles non-linéaires. Mais, nous nous proposons plutôt de sélectionner parmi l'énorme masse de travaux disponibles ceux qui nous paraissent les plus à même d'être d'un intérêt particulier pour les séries financières.

Les travaux relatifs à la recherche des sources de non-linéarité et des justifications de la présence d'éventuelles non-linéarités dans les cycles sont relativement rares dans la littérature. En effet, le caractère *leptokurtique* et la non-linéarité inhérents aux dynamiques boursières ont été souvent attribués à l'arrivée de nouvelles informations et aux phénomènes de coexistence et d'interaction entre les opérateurs. Par exemple, Artus et Kaabi (1992) ont formalisé les comportements d'imitation et ont montré que l'imitation peut avoir des effets déstabilisants car si les nouveaux arrivants sont dépourvus de l'information alors ils vont copier immédiatement et au hasard les autres opérateurs, ce qui peut déstabiliser le marché surtout s'ils se copient mutuellement.

Heckscher (1916) fut le premier auteur à avoir étudié le taux de change en présence des coûts de transaction. Il a montré qu'il peut y avoir des déviations significatives par rapport à la loi du prix unique (LPU), dues essentiellement à la présence des coûts de transaction dans les marchés spatialement séparés. Plus récemment, Benninga et Protopapadakis (1988), Dumas (1992), MacDonald et Taylor (1994), Sercu, Uppal et Van Hulle (1995), Lothian et Taylor (1996), Peel et Taylor (2000) et Taylor, Peel et Sarno (2001) ont étudié l'ajustement des taux de change d'équilibre en présence des coûts de transaction et ont montré que la présence de ces coûts peut induire des effets d'inerties dans les prix, des discontinuités dans l'arbitrage et des non-linéarités dans l'ajustement des cours. Michael, Nobay et Peel (1997) et Michael, Peel et Taylor (1997) ont étudié la nature d'ajustement des taux de change réels vers l'équilibre en utilisant des modèles non-linéaires. Les auteurs ont justifié la non-linéarité par la présence de coûts de transaction et ont montré que les déviations des taux de change par rapport à l'équilibre sont caractérisées par des traces de non-linéarité et qu'il est possible de les reproduire en générant les données par un modèle de type ESTAR.

Quant à Dumas (1992), il a considéré le cas de deux pays produisant un bien homogène qui peut être consommé, investi, ou transféré à l'étranger. Les deux pays sont dotés avec des technologies de production identiques mais

avec des chocs d'output (de productivité) non corrélés. Le transfert des biens et/ou de capital physique est coûteux : si une unité de bien est transportée, seulement $(1 - s)$ de ce bien arrive actuellement⁶. L'objectif de ce modèle est de résoudre l'équilibre commun dans les marchés de bien et de capital pour obtenir le capital transféré entre les pays (équilibre d'échange), la consommation, l'investissement et le taux de change réel (le prix relatif du capital physique entre les pays).

En pratique, il est optimal pour les agents de rééquilibrer les biens après chaque choc d'output aléatoire. Or, en présence des coûts de transaction, aucun rééquilibrage n'aura lieu jusqu'à ce que le profit marginal excède son coût marginal. Donc, la présence de ces coûts peut donner apparition à une zone de non-échange appelée « bande d'inaction ». A l'intérieur de cette bande, aucun arbitrage n'aura lieu et aucun transport ne se présentera. Dès lors, le taux de change réel peut dévier de sa valeur de parité et les déviations du taux de change par rapport à la PPA seront persistantes et pourront ne pas être corrigées. En revanche, à l'extérieur de cette bande d'échange, le taux de change réel permettra un retour à la moyenne pour des larges déviations par rapport à la PPA⁷, mais « *passera la plupart du temps loin de sa parité, proche de la situation frontrière où aucun transfert de capital d'un pays à un autre n'aura lieu* », Dumas (1992, p.154).

Dumas (1992) a analysé la dynamique de ce processus d'ajustement des taux de change réels dans des marchés spatialement séparés en présence des coûts de transaction proportionnels et en supposant que la consommation est une fraction variable. Il a montré qu'en présence de ces coûts variables, les déviations du taux de change par rapport à la PPA suivent un processus non-linéaire. L'ajustement des prix n'est ni continu, ni constant. Le mouvement des prix est positif si les déviations par rapport à la PPA sont négatives et négatif si ces dernières sont positives. Les prix admettent alors un ajustement non-linéaire dont la vitesse d'ajustement varie en fonction de l'ampleur de l'écart du prix par rapport à l'équilibre. En effet, à l'intérieur de la bande de transaction, où aucun échange n'a lieu, le processus d'ajustement diverge, de telle sorte que la plupart du temps, le taux de change n'est pas à sa parité. Les écarts par rapport à la PPA- et donc au modèle monétaire- peuvent perdurer longtemps et se comporter de manière non linéaire. Ce qui expliquerait non seulement les mauvaises performances empiriques du modèle monétariste mais aussi la difficulté d'un soutien empirique à la PPA à long terme.

En revanche, Macdonald et Taylor (1994) ont réexaminé le modèle monétaire à prix flexible pour le taux de change livre-dollar et ont trouvé un soutien empirique à une relation de cointégration entre le taux de change, les offres relatives de monnaie, la production industrielle et les taux d'intérêt qui implique un ajustement linéaire, continu et à vitesse constante. Quoi qu'un peu plus tard, Flood et Taylor (1996) ont montré que l'ajustement des prix vers un équilibre peut ne pas être continu, mais dépendre, par exemple, de l'ampleur de l'écart du prix par rapport à l'équilibre ainsi que de la variation des fondamentaux économiques sous-jacents.

Dans le même ordre d'idées, Sercu, Uppal et Van Hulle (1995) ont développé un modèle de détermination de taux de change réel d'équilibre, défini par l'utilité marginale relative de consommation en présence des coûts de transaction et ont montré que l'ajustement du taux de change vers la PPA suit nécessairement un processus non-linéaire. Les auteurs ont montré que la présence de ces coûts implique une convergence non-linéaire des déviations des cours par rapport à la PPA.

En effet, à l'intérieur de la bande d'inaction les déviations par rapport à la PPA ne sont pas corrigées puisqu'elles ne sont pas assez larges pour couvrir les coûts de transaction⁸. Par contre, à l'extérieur de cette bande, les déviations peuvent être corrigées car une fois que le différentiel des prix excède les coûts de transaction, les forces de marché s'activent et auront tendance à ramener le taux de change à sa valeur d'équilibre engendrant un

⁶ s désigne les coûts de transaction, avec $s \in [0,1]$.

⁷ Plus la déviation par rapport à la PPA est grande, plus la tendance de retour à l'équilibre est élevée.

⁸ La bande d'inaction est définie comme suit : $\left[\frac{1}{1+s} \right] \leq z(t) = \frac{\partial U_2[\cdot]/\partial c_2}{\partial U_1[\cdot]/\partial c_1} = \left[\frac{c_2(t)}{c_1(t)} \right]^{-\eta} \leq [1+s]$, soit de manière équivalente :

$$\left[\frac{1}{1+s} \right]^\eta \leq \left[\frac{q_2(t)}{q_1(t)} \right] \leq [1+s]^\eta \equiv k$$

Où : $z(t)$ désigne le taux de change réel,

$q_i(t)$ désigne la dotation du bien de consommation du pays i , $\forall i = 1,2$,

c_i désigne la consommation du pays i ,

η désigne le degré d'aversion vis-à-vis du risque,

phénomène de « *Mean Reversion* ». Autrement dit, il y aura exportation du pays étranger quand $\left[\frac{q_2(t)}{q_1(t)} \right] \geq k$, alors que pour $\left[\frac{q_2(t)}{q_1(t)} \right] < \frac{1}{k}$, il y aura exportation du pays domestique. Par contre, pour $\frac{1}{k} \leq \left[\frac{q_2(t)}{q_1(t)} \right] \leq k$, il n'y aura pas d'échange. C'est-à-dire qu'en présence des coûts de transaction et à cause de l'arbitrage fait par les agents économiques, les forces du marché ne s'activent que par sous-période.

Taylor et David Peel (2000), quant à eux, ils ont utilisé une approche monétaire du taux de change et ont souligné le fait que les déviations du taux de change nominal par rapport au niveau suggéré par les fondamentaux monétaires peuvent être gouvernées par un processus d'ajustement non-linéaire. Pour des petites déviations, cette relation n'est pas activée. Mais, une fois que le taux de change devient de plus en plus mésaligné avec les fondamentaux économiques, les forces de marché s'activent et tendent à le ramener au voisinage de l'équilibre fondamental. Un tel raisonnement intuitif met en évidence la discontinuité de l'arbitrage dans le marché des biens et prévoit l'existence de vitesses d'ajustement différenciées qui augmentent avec l'ampleur des déviations des cours par rapport à l'équilibre.

Jawadi (2006) s'est focalisé sur l'étude de la dynamique d'ajustement des cours boursiers des pays du G7 par rapport à leurs valeurs fondamentales. Il a montré l'existence de mécanismes d'ajustement non-linéaires des cours des sept pays vers les fondamentaux qu'il les a justifiés par l'existence de coûts de transaction hétérogènes et la présence d'anticipations différenciées. Formellement, l'auteur a retenu les modèles STECM (*Smooth Transition Error Correction Models*) pour spécifier la dynamique des déviations des cours par rapport à l'équilibre et pour définir deux indicateurs statistiques permettant de repérer les périodes de sous et sur-évaluation des indices et de mesurer l'intensité de correction des mésalignements des cours ainsi que leurs vitesses d'ajustement.

IV. Coûts de transaction et ajustement non-linéaire des prix

1. Les frais de transaction

La littérature empirique récente relative à l'analyse des mésalignements des prix a découvert l'importance de la non-linéarité dans la dynamique d'ajustement des prix. Cette non-linéarité a été attribuée, comme nous l'avons noté, aux anomalies des marchés financiers (hétérogénéité des intervenants sur les marchés financiers, asymétrie d'information, interaction et contagion des opinions, mimétisme, coûts de transaction,...etc.). Mais, les coûts de transaction ont été, plus particulièrement, identifiés en tant qu'une des sources les plus significatives de la non-linéarité. L'impact de la présence des coûts de transaction sur la structure et la performance des marchés financiers a fait dès lors l'objet d'un thème central dans la littérature des systèmes d'information depuis une dizaine d'années (Clémens et Row (1992) et Clémens et Weber (1994)).

Par définition, les frais de transaction ont une composante explicite qui apparaît sur les avis d'opéré et une composante implicite qui dépend de l'arrondi des cotations, de la fourchette et de l'impact de l'ordre de transaction sur les prix. La composante essentielle des frais de transaction est la fourchette ou écart entre les cours acheteurs et vendeurs. Les frais explicites dépendent du circuit par lequel l'ordre transite et de la taille de cet ordre. Ils se décomposent en commission, courtage, TVA, impôt de bourse et les frais de gestion du compte titres (droits de garde, frais d'encaissement de coupons de dividendes et coûts d'accès aux services télématiques de gestion de titres).

Ces frais de transaction permettent de pénaliser souvent les transactions. Ils sont compris entre 0.15% (transaction importante avec commissions affichées) et 12% (transaction passée par un réseau pratiquant des coûts fixes)⁹. De plus, les différences entre les organisations du marché ont un impact sur la valeur de fourchette, sur les modalités d'affichage et sur les prix. En effet, la valeur de fourchette observée est liée aux modalités d'organisation des marchés, au degré de concurrence entre les intermédiaires, à la liquidité du marché et à l'intensité des asymétries d'information entre les donneurs d'ordre. Ce qui explique la différence entre la valeur de la fourchette effectivement réalisée et celle initialement affichée.

⁹ Le NYSE est le marché où les frais sont les moins élevés. Les frais moyens estimés d'intervention sur les actions du CAC 40 sont d'environ 1% : plus du double du marché américain mais moins cher que les titres du London Stock Exchange.

2. Les coûts de transaction : une source de la non-linéarité

Les coûts de transaction peuvent affecter la dynamique des prix des actifs financiers en agissant sur la demande et l'offre des titres ainsi que sur les intervenants du marché financier¹⁰. La présence de ces coûts peut engendrer une réduction du bien être social même si les agents sont parfaitement rationnels. Elle se traduit dès lors par une augmentation du nombre des gens non informés ou mal informés et elle implique par ailleurs une augmentation du risque du marché et une diminution de l'efficacité du marché.

En pratique, l'impact des coûts de transaction sur les prix a été étudié et testé et différents résultats souvent controversés ont vu le jour. Nous distinguons ainsi deux types d'approches. La première considère que les coûts de transaction inférieurs sont bénéfiques et interprète les réductions de ces coûts comme étant des économies de coûts. Ce sont donc les résultats d'une meilleure gestion des coûts de l'agence et d'une meilleure coordination entre les organisations existantes qui permettent de créer de nouvelles structures de marché plus efficaces (Clémons et Row (1992)). Une diminution de ces coûts se traduit par une augmentation des participations directes des agents moins informés¹¹, par une sur-efficacité totale du marché financier et par une diminution dans les marges des intermédiaires. De plus, la réaction des agents vis-à-vis de l'arrivée d'une nouvelle information est étroitement liée au niveau des coûts de transaction. En effet, plus les coûts de transaction sont faibles, plus l'accès à l'information est facile et plus les investisseurs sont incités à augmenter leur participation au marché financier. Ceci engendre une réduction totale du nombre des non-informés dans le marché et peut se traduire par une réaction plus rapide et un ajustement instantané des cours boursiers. En revanche, plus ces coûts sont faibles, plus les prix sont volatils car, d'une part, plus ces coûts diminuent, plus les individus auront tendance à multiplier les ordres d'achat et de vente des titres. D'autre part, la présence de ces investisseurs moins informés peut créer des fluctuations dans la demande, dans le degré d'aversion vis-à-vis du risque et dans les prix.

La deuxième approche tient aux travaux de Clémons et Weber (1994). Elle suppose que la réduction des coûts de transaction a des effets négatifs, notamment, en terme d'intermédiation car la réduction des coûts de transaction peut créer des coûts sociaux. Mais quoi qu'il en soit, les frais engagés par les intermédiaires sont répercutés sur leurs clients. Cette répercussion se matérialise par des frais explicites ou par la pratique d'un prix acheteur systématiquement différent du prix vendeur (prix incitatif). La pratique des prix incitatifs peut être économiquement significative (afin de résorber le stock des titres), mais risque de réduire la fourchette réalisée qui sera inférieure à celle initialement affichée et d'avoir des prix plus rigides. Ces rigidités peuvent rejeter l'hypothèse d'ajustement instantané et symétrique des prix et peuvent être à l'origine d'un sur ou sous-ajustement réel persistant des prix. D'ailleurs, les dynamiques asymétriques sont le plus souvent causées par des rigidités liées au fonctionnement des marchés. De plus, elles peuvent créer une inertie dans les prix des actifs lorsque ceux-ci tentent de rejoindre leur valeur d'équilibre de long terme. En effet, à court terme, le cours peut avoir tendance à s'éloigner de son niveau d'équilibre mais lorsqu'il s'en écarte durablement les forces de marchés tendent à le ramener à son niveau d'équilibre.

Ainsi, nous comprenons que la présence des frais de transaction peut affecter la nature de l'arbitrage. En effet, plus les coûts de transaction sont élevés, plus la demande des titres diminue, moins les agents vont faire de l'arbitrage et plus les effets d'inertie et la lenteur des prix à rejoindre la valeur d'équilibre seront importants¹². En revanche, plus les frais de transaction diminuent, plus le nombre des informés augmente et plus l'ajustement des prix est rapide. Sercu, Uppal et Van Hulle (1995) ont montré que plus les coûts de transaction sont élevés, plus les prix ont tendance à s'éloigner de leur valeur d'équilibre mais leur déviation est moins proportionnelle que celle des coûts de transaction.

Or, en présence des coûts de transaction, il est difficile voire impossible de corriger en même temps tous les mésalignements des cours boursiers à l'intérieur des différentes places financières car l'agent économique rationnel doit comparer les coûts assumés aux profits espérés et il n'a intérêt à réagir que lorsqu'il anticipe que les gains attendus peuvent compenser les coûts associés à ces titres. Autrement dit, il ne sera pas optimal de corriger chaque déséquilibre dans les différentes places financières à chaque date. En effet, les titres sont échangés entre

¹⁰ Selon Dumas (1992), il y a toujours un coût associé aux ordres de transaction passés sur le marché. En effet, si un titre fait l'objet d'un ordre de transaction à un prix p_t , seulement $1/(1+s)$ arrive réellement. Autrement dit, pour acheter une unité d'une action X à un prix p_t , l'actionnaire doit payer $(1+s) * p_t$.

¹¹ Plus les coûts de transaction diminuent, plus les agents augmentent leur usage du marché.

¹² Plus il est coûteux de passer un ordre de transaction sur un actif dans une autre place financière, plus il sera optimal d'acheter une action seulement lorsqu'on anticipe un gain espéré suffisamment plus élevé.

les différentes places financières seulement quand le déséquilibre dans les utilités marginales de consommation est assez grand pour compenser les coûts de transaction qui leur sont associés.

Ainsi, nous pourrions identifier, comme nous l'avons noté, deux zones : Une zone de non échange (bande de non arbitrage)¹³ marquée par un écart durable entre le cours et son prix d'équilibre et par des déviations importantes du cours par rapport à sa valeur fondamentale. A l'intérieur de cette zone, les coûts de transaction génèrent une région pour laquelle les déviations par rapport à l'équilibre ne sont pas corrigées puisque les coûts de transaction sont assez larges pour qu'ils soient couverts. Elles sont divergentes et elles admettent une racine unitaire car à l'intérieur de cette région, aucun arbitrage n'est possible et aucun ajustement n'a lieu. Les prix peuvent fluctuer mais sans que l'arbitrage exerce sa force de rappel. La seconde zone est une zone d'échange à l'intérieur de laquelle, le prix fluctue au voisinage de sa valeur d'équilibre et les déviations admettent un phénomène de « *Mean Reversion* » lorsque le différentiel des prix excède les coûts de transaction. A l'intérieur de cette zone, l'arbitrage devient possible et l'ajustement peut avoir lieu mais de façon discontinue et non-linéaire (Michael et al.(1997)).

En effet, on peut s'attendre à ce que les agents réagissent ou non aux écarts des cours par rapport à l'équilibre selon que les coûts de transaction associés à leurs échanges soient élevés ou non relativement aux rendements issus des déviations des cours. Par exemple, de faibles écarts à l'équilibre peuvent être jugés peu importants par les opérateurs sur le marché. La présence de ces coûts implique alors un ajustement non-linéaire des prix des actifs financiers dont la vitesse d'ajustement est d'autant plus élevée que l'écart à l'équilibre est important. Selon Bessec (2002), il existe des vitesses de convergence différenciées des séries suivant l'amplitude du déséquilibre. Les déviations du prix par rapport à l'équilibre sont alors gouvernées par un ajustement non-linéaire dont la vitesse de retour vers l'équilibre est fonction de l'ampleur des déviations par rapport à l'équilibre. Cette non-linéarité dans l'ajustement reflète la complexité des fondamentaux économiques et l'irréversibilité inhérente aux trajectoires des prix des actifs financiers. Elle constitue une manière visant à tenir compte des causes structurelles de rigidité pour expliquer la lenteur de l'ajustement des prix des actifs financiers vers la valeur de long terme.

3. Ajustement des prix en présence des coûts de transaction : Méthodologie adoptée

La présence des coûts de transaction dans le passage des ordres se traduit par la lenteur des prix des actifs financiers à rejoindre la valeur de long terme. Elle limite l'arbitrage et elle génère des effets d'inertie dans la dynamique des prix. En conséquence, l'ajustement des prix est discontinu, asymétrique et non-linéaire avec une vitesse de convergence qui est fonction de l'ampleur de l'écart par rapport à l'équilibre. Parmi les processus non-linéaires, un modèle à transition lisse de type STAR (*Smooth Transition Autoregressive Models*) peut paraître approprié pour représenter la dynamique d'ajustement des prix en présence des coûts de transaction pour plusieurs raisons. D'abord, comme le suggèrent Dumas (1994) et Teräsvirta (1994), même si le saut vers le régime stationnaire est brutal, l'agrégation temporelle des données tend à lisser la transition entre les régimes. Par ailleurs, les marchés financiers sont marqués par la présence des coûts de transaction et sont composés d'agents hétérogènes. Les agents sont caractérisés par des mécanismes d'anticipation différenciés et des effets d'apprentissage plus ou moins longs. Il est donc probable qu'ils changent simultanément de stratégie d'achat. Pour toutes ces raisons, les prix ont plus de chance de s'ajuster graduellement qu'instantanément.

En pratique, Michael et al.(1997) et Peel et Taylor (2000) ont montré que la non-linéarité est indispensable pour reproduire les effets d'inertie et que ces phénomènes de dépendance de long terme sont capturés par des spécifications non-linéaires. Ils ont étudié, plus particulièrement, la dynamique d'ajustement du taux de change vers les fondamentaux économiques et ont utilisé le cadre des modèles ESTAR pour représenter les mésalignements des taux de change par rapport à leur équilibre fondamental. Donc, la représentation non-linéaire ESTAR de Granger et Teräsvirta (1993) et Teräsvirta (1994) constitue un cadre idéal pour détecter les périodes de sur- et sous-évaluation des prix des actifs financiers et s'avère plus adéquate que la classe des modèles linéaires pour étudier la dynamique d'ajustement des prix.

V. Conclusion

L'objectif de ce papier a été double. Le premier a consisté à chercher toute une panoplie d'arguments théoriques et de raisons économiques à l'origine du rejet de l'hypothèse de linéarité. Le deuxième objectif a été d'expliquer la non-linéarité souvent détectée dans la dynamique d'ajustement des prix des actifs financiers par la présence des coûts de transaction, et de mettre en avant l'intérêt des formalisations non-linéaires (i.e. Modèles à seuil) pour reproduire la dynamique des séries financières.

¹³ Cette bande sera d'autant plus large que le coût de l'arbitrage sera élevé.

La multiplicité des outils mis à la disposition pour la modélisation des séries financières est une preuve de l'intérêt porté à ce domaine de recherche, mais également apparaît comme une conséquence de l'absence des résultats fiables concernant la nature de la dynamique de l'ajustement des prix des actifs financiers.

Bibliographie

- Artus P. et Kaabi M.(1994a), « Mimétisme : un modèle théorique simple et une application au cas de la structure des taux d'intérêt », *Revue économique*, n.3, mai pp.613-624.
- Balke N.S. et Fomby T.B. (1997), « Threshold Cointegration », *The Review of Economics and Statistics*, 5, pp.629-645.
- Benninga, S., and A.A. Protopapadakis, 1988, "The Equilibrium Pricing of Exchange Rates and Assets When Trade Takes Time", *Journal of International Economics*, Vol. 7, pp. 129-49.
- Bessec M. (2002), « Taux de change réels de 1973 à 2000 : une mesure non-linéaire des mésalignements », *Working Paper*, EUREQua, Université de Paris 1- Panthéon-Sorbonne.
- Clémens E.K and Row M.C. (1992), "Information Technology and Industrial Cooperation : The Changing Economics of Coordination and Ownership", *Journal of Management Information Systems*, pp.9-28.
- Clémens E.K and Weber B.W. (1994), "Segmentation, Differentiation, and Flexible Pricing : Experience with Information Technology and Segment- Tailored Strategies", *Journal of Management Information Systems*, (11:2).
- Constantinides G. M.(1986), "Capital Market Equilibrium with Transaction Costs", *Journal of Political Economy*, 94, pp.842-862.
- De Grauwe P. et Grimaldi M. (2003), " Heterogeneity of Agents, Transaction Costs and the Exchange Rate", *Actes de la Conférence Internationale de l'Association d'Econométrie Appliquée (AEA)*, 6 et 7 mars, Marseille.
- Dufrénot G. et Mignon V. (2002), *Recent Developments in Nonlinear Cointegration With Applications to Macroeconomics and Finance*, Kluwer Academic Publishers, 299 pages.
- Dumas B. (1992), " Dynamic Equilibrium and the Real Exchange Rate in a Spatially Separated World ", *The Review of Financial Studies*, Vol.5, N°2, pp.153-180.
- Dumas B. (1994), " Partial Equilibrium Versus General Equilibrium Models of the International Capital Market", dans Van der Ploeg F., *The Handbook of Macroeconomics*, Blackwells, Oxford, pp.301-347.
- Escribano A. (1986), "Identification and Modelling of Economic Relationships in a Growing Economy, *PhD Dissertation* (chapter4), university of california san diego.
- Escribano A. (1997), " Nonlinear Error Correction : the Case of Money Demand in the U.K. (1878-1970) 3 *Working Paper*, université carlos III, Madrid.
- Escribano A. et Pfann G.A. (1998), " Nonlinear Error Correction, Asymmetric Adjustment and Cointegration", *Economic modelling*, 15, pp.197-216.
- Escribano A. et Mira S. (1997), " Nonlinear Error Correction Models", *Working Paper n°97-26*, Department of Statistics, Universidad Carlos III, Madrid.
- Flood R. et Taylor M.P. (1996), " Exchange Rate Economics: What's Wrong with the Conventional Macro approach?", in J.A Frankel, G. Galli et A.Giovannini (eds), *The Microstructure of Foreign Exchange Markets*, Chicago, University of Chicago Press for National Bureau of Economic Research.
- Frank M. et Stengos T. (1989), " Measuring the Strangeness of Gold and Silver Rates of Return ", *Review of Economic Study*, 56 (4), pp.553-568.
- Froot, K.A., and K. Rogoff, 1995, "Perspective on PPA and Long-Run Real Exchange Rates," in K. Rogoff and G. Grossman, eds., *Handbook of International Economics* (Amsterdam: North Holland).
- Jawadi F. (2006), « Ajustements non-linéaires des cours boursiers dans les pays du G7 : Essai de modélisation », *Thèse de doctorat*, Université de Paris 10-Nanterre.
- Jawadi F. et Koubaa Y.(2006), « Dynamique d'ajustement à seuil des rentabilités boursières des pays G7 : Application des modèles STECM, *Euro Mediterranean Economics and Finance Review*, Vol.1, n°2, Mars, pp.151-163.
- Lothian J., et Taylor M.P. (1996), "Real Exchange Rate Behavior: the Recent Float from the Perspective of the Past Two Centuries", *Journal of Political Economy*, 104, p 488-509.
- MacDonald R., Taylor M.P. (1994), "The Monetary Model of Exchange Rate : Long Run Relationship, Short Run Dynamics and How to Beat a Random Walk", *Journal of International Money and Finance*, vol.13, pp. 276-290 .
- Michael P., Nobay A. R., Peel, D. A., (1997), "Transaction costs and Nonlinear Adjustment in Real Exchange Rates : An emprical Investigation", *Journal of Political Economy*, Vol.105, n°4.
- Michael P., Peel D.A. et Taylor M.P. (1997), " Ajustement non linéaire vers le taux de change d'équilibre- le modèle monétaire revisité ", *Revue économique*, Vol 48, N.3 , pp.653-659.

- Obstfeld M., Taylor A. (1997), “ Nonlinear Aspects of Good-Market Arbitrage and Adjustment : Hecksher's Commodity Point Revisited”, *Journal of the Japanese and International Economies*, pp.441-479.
- Orléan A. (1990), “ Le rôle des influences interpersonnelles dans la détermination des cours boursiers ”, *Revue économique*, Vol.41, n.5, pp.839-868.
- Peel D. A. et Taylor M. P.(2000), “ Nonlinear Adjustment, Long-run Equilibrium and Exchange Rate Fundamentals”, *Journal of International Money and Finance*, 19, pp.33-53.
- Sercu P., Uppal R. et Van Hulle C. (1995), “ The Exchange in the Presence of Transaction Costs : Implication for tests of Purchasing Power Parity “, *Journal of Finance*, 50, pp.1309-19.
- Shiller R. (1981), “Do Stock Prices Move Too Much to be Justified by Subsequent Changes in Dividends”, *The American Economic Review*, Vol.71, n.3, pp.421-436.
- Taylor, M.P., Peel, D.A. and L. Sarno (2001), “Nonlinear Mean Reversion in Real Exchange Rates towards a Solution to the Purchasing Power Parity Puzzles, *International Economic Review*, 4, 1015-1041.
- Teräsvirta T. (1994), “Specification, Estimation and Evaluation of Smooth Transition Autoregressive Models ”, *Journal of the American Statistical Association*, Vol.89, pp.208-218.
- Teräsvirta T. et Anderson H.M. (1992), “ Characterizing Nonlinearities in Business Cycles using Smooth Transition Autoregressive Models”, in *Nonlinear Dynamics, Chaos and Econometrics*, Edited by Pesaran M.H.and Potter S.M., pp.111-128.