

CEPII

CENTRE
D'ÉTUDES PROSPECTIVES
ET D'INFORMATIONS
INTERNATIONALES

■ Ces taux de change réels qui bifurquent

■ Pierre Villa

DOCUMENT DE TRAVAIL

■ n° 97-05 avril 1997

TABLE OF CONTENTS

RESUME	3
SUMMARY	4
I. DE LA DIFFICULTE A ANTICIPER LE TAUX DE CHANGE ET DES BIAIS D'ANTICIPATION	5
2. LE MODELE DE PORTEFEUILLE AVEC COURBE D'OFFRE ET INDEXATION PARFAITE DES SALAIRES	8
3. LA FORMATION DES ANTICIPATIONS DE TAUX DE CHANGE REEL DES AGENTS	11
4. ANTICIPATIONS ADAPTATIVES DU TAUX DE CHANGE REEL ET CYCLE LIMITE	13
4.1. La mise en place du modèle	13
4.2. L'équilibre de long terme	13
4.3. La dynamique et les cycles limites	14
4.4. Propriété.	16
5. ANTICIPATIONS DE TAUX DE CHANGE REEL ET PHENOMENE DU PESO	18
5.1. Les anticipations	18
5.2. La dynamique et les barrières d'endettement et de richesse	22
5.3. Commentaires	29
6. CONCLUSION	30
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	31
Liste des documents de travail publiés par le CEPII	32

RÉSUMÉ

Les enquêtes, et d'une manière générale les travaux empiriques, montrent que les anticipations de taux de change ne sont pas rationnelles et même sont biaisées. Plusieurs explications peuvent être données à ce phénomène. Tout d'abord, il n'y a pas d'information privilégiée sur le marché des changes et les anticipations sont basées sur des conjectures concernant la politique économique. Ensuite l'acquisition de l'information est coûteuse et peut s'avérer rédhibitoire en face des gains que réalisent les agents informés. Enfin les coûts d'acquisition de l'information peuvent être tels que les banques (et les intermédiaires financiers) font un profit plus élevé en proposant des actifs de couverture plutôt qu'en vendant l'information qu'ils doivent produire.

Afin de comprendre les implications de ces arguments, nous développons un modèle macroéconomique standard où le taux de change réel résulte de l'équilibre « interne » sur le marché des biens et la richesse extérieure nette de l'équilibre « externe ». Nous décrivons ensuite deux situations. Dans la première les anticipations sont adaptatives, l'équilibre macro-économique stable est unique mais complexe : pour des valeurs moyennes du taux d'intérêt réel, c'est un cycle limite parce que les effets de richesse stabilisent l'équilibre externe tandis que les anticipations tournées vers l'arrière déstabilisent le taux de change réel. Dans la seconde les anticipations des agents sont tournées vers l'avant et sont calculées par une formule explicite, mais non analytique. Suivant les valeurs du taux d'intérêt réel, elles peuvent aboutir à ce que les seuls équilibres stables correspondent à des anticipations non rationnelles avec phénomènes du peso : les agents privés anticipent une dévaluation qui n'aura jamais lieu. De petites variations du taux d'intérêt peuvent provoquer le basculement d'un équilibre à anticipations rationnelles vers un équilibre à anticipations biaisées. Cela provient du fait que l'économie n'est pas régulière au sens de Balasko et qu'il y a des bifurcations liées au taux d'intérêt réel.

Ces configurations expliquent pourquoi (mais ce n'est pas la seule raison) les grandes zones n'arrivent pas à se mettre d'accord sur une procédure de coordination des taux de change à la Williamson.

SUMMARY

Surveys, and generally empirical studies, show that exchange rate expectations are not rational and moreover are biased. Several explanations of this phenomenon can be given. First, there is no privileged information on the exchange rate market and expectations are based on conjectures about economic policy. Second, the acquisition of information is costly and can turn out to be unexceptable compared to the potential gains. Lastly, the cost of acquiring information can be so high that banks make a higher profit by selling hedging assets to their customers instead of selling the information which they must produce.

In order to understand the consequences of these arguments at a macro level, a standard model is constructed, in which the real exchange rate is determined by the internal equilibrium, and external wealth by the external equilibrium. Two cases are described. In the first case, expectations are backward looking, the stable equilibrium is unique but complex : for usual values of the real interest rate, it is a limit cycle because wealth effects stabilise the external equilibrium while backward expectations destabilise the real exchange rate. In the second case, expectations are forward looking and are computed by an explicit formula, which is not analytic. According to the values of the real interest rate, this can lead to stable equilibria with non-rational expectation, as has been the case with the peso, corresponding to a peso problem. Private agents expect a devaluation that never happens. Small variations of the real interest rate can induce the swing from a rational expectations equilibrium to a biased expectations equilibrium. This comes from the fact that this economy is not regular in the Balasko sense and that there are bifurcations based on the real interest rate.

The configurations explain why (but it is not the only reason) big monetary areas cannot agree upon a co-ordination procedure concerning exchange rates in the Williamson sense.

Keywords: real exchange rate, limit cycle, Peso problem, multiple equilibria.

JEL classification number : E3, F4

Ces taux de change réels qui bifurquent
(Ou pourquoi ne peut-on anticiper les taux de change?)

Pierre VILLA¹

I. DE LA DIFFICULTE A ANTICIPER LE TAUX DE CHANGE ET DES BIAIS D'ANTICIPATION

Il n'y a pas de théorie du taux de change, mais seulement une théorie des anticipations de change. Cet aphorisme négatif basé sur la parité non couverte de taux d'intérêt nous sert d'embrasseur de fiction pour étudier les difficultés à anticiper le taux de change, parce qu'il peut exister, en régime de change flexible, plusieurs équilibres stables ou instables dans l'économie de sorte qu'il est impossible que les agents coordonnent leurs anticipations sur ces équilibres.

Cette idée est corroborée, du point de vue factuel, par les études empiriques menées à partir des enquêtes de panels (Meese et Rogoff (1983), Frankel et Froot (1986) ou Benassy et Raymond (1996). Tout d'abord, selon ces auteurs les anticipations du taux de change ne sont pas rationnelles et elles sont en outre biaisées. Par exemple, les opérateurs Japonais ont systématiquement sous-évalué l'appréciation du dollar avant 1985 et sous-évalué l'appréciation du yen depuis 1986 (Ito (1990)). Selon l'explication qui en est couramment donnée, le taux de change suivrait une marche aléatoire avec dérive (drift) et les anticipations des opérateurs consisteraient à reproduire la dernière valeur observée². De même, pour la parité franc/mark, les opérateurs ont systématiquement anticipé une dévalorisation du franc qui n'a pas eu lieu entre 1987 et 1996. Cette fois-ci, les opérateurs seraient victimes d'un phénomène du peso en change fixe. Ils anticiperaient une forte dévaluation du franc, en cas de sortie du SME, qui ne pourrait avoir lieu qu'avec une probabilité très faible. Nous voulons dans cet article en donner une autre interprétation : les anticipations du taux de change réel ne sont pas rationnelles parce qu'elles sont difficiles à formuler, parce que l'équilibre de long terme peut être compliqué, (par exemple un cycle limite) ou parce que la probabilité d'un changement de parité dépend du niveau de sa variation anticipée. De ce fait les anticipations de la variation du taux de change peuvent être pensées soit comme une fonction très compliquée dépendant du cycle limite, soit comme une fonction infiniment aplatie au point correspondant au niveau du taux de change courant. Cette fonction n'ayant pas de développement de Taylor (toutes les dérivées sont nulles) autre que le reste du développement lui-même, ne peut donc être extrapolée, ce qui explique les erreurs systématiques d'anticipations en change flexible et le phénomène du peso en change fixe.

¹ Conseiller Scientifique au CEPPII (Centre Etudes Prospectives et d'Informations Internationales) - 9 rue Georges Pitard - 75015 Paris-France. *E.Mail* : COLOMBEL@CEPII.FR

² L'information serait publique, elle se résumerait aux "news" qui sont orthogonales par définition aux anticipations et il n'y aurait donc pas de modèle de prévision.

Au niveau théorique, la non-rationalité des anticipations a plusieurs origines : la multiplicité des politiques économiques, le coût de l'information et la multiplicité des équilibres réels de l'économie.

Concernant le premier argument, l'anticipation du taux de change nominal est basée sur la prévision du taux de change réel d'équilibre du modèle macro-économique sous-jacent, l'anticipation de la politique monétaire permettant de passer du taux de change réel au taux de change nominal. Dans les modèles usuels, le taux de change réel d'équilibre est unique, la multiplicité des solutions est donc renvoyée à celle des politiques monétaires qu'il s'agit de prévoir, comme dans Obstfeld (1988) repris dans Eichengreen-Wyplosz (1994).

Le deuxième cas est rarement invoqué pour le taux de change : la multiplicité provient du coût d'acquisition de l'information utile pour les anticipations. Pour décrire cette situation, il faut imaginer que l'incertitude porte sur la variation du taux de change et que celle-ci est la somme de deux variables aléatoires : la première ne peut être anticipée et la seconde peut l'être grâce à l'acquisition d'une certaine information. Si l'information est coûteuse, c'est à dire s'il existe une fonction de production de l'information, les opérateurs sur le marché des changes se divisent en deux catégories. Les *agents informés* acceptent de supporter le coût de l'information. En contrepartie, ils bénéficient d'un gain, réalisé au cours de leurs interventions, en anticipant mieux la partie connaissable des chocs aléatoires. Les *agents non informés* ont donc intérêt à acheter cette information ou à la produire eux-mêmes si les coûts de ces deux méthodes d'acquisition (qui sont égaux en concurrence parfaite) sont inférieurs aux gains associés à de meilleures interventions. Mais lorsque le nombre des agents informés devient important, l'information devient moins rentable car le marché devient efficient. Lorsque l'efficience est acquise, les opérateurs ont intérêt à renoncer à l'information qui devient plus coûteuse que les gains réalisés sur les agents non-informés. On peut donc imaginer une évolution cyclique dans laquelle se succèdent des périodes où le marché des changes devient de plus en plus efficient parce que les agents investissent dans l'information et des périodes où il l'est de moins en moins parce que les agents désinvestissent du fait que la production de l'information a un coût trop élevé. Suivant la forme de la fonction de coût de l'information, il pourrait y avoir des équilibres avec un coût de l'information élevé et des anticipations biaisées, donc un marché des changes non efficient, et d'autres équilibres avec un faible coût d'information et un marché des changes proche de l'efficience avec des anticipations peu biaisées. Dans tous les cas, le marché des changes ne serait jamais efficient et les anticipations seraient biaisées mais rationnelles, au sens faible (c'est à dire au sens où les constantes ne font pas parti de l'ensemble d'information), compte tenu de l'information (partielle) acquise. L'inconvénient de cette approche, inspirée de l'article de Grossman-Stiglitz (1980)³, pour les actions, est de

³ Dans l'article de Grossman et Stiglitz, l'information est parfaite sur l'équilibre (qui est unique) sur lequel se coordonnent les agents informés. Les « noise-traders » ne provoquent qu'un bruit qui empêche cette information d'être efficace. La question que les auteurs se posent est de savoir si des « noise-traders » peuvent subsister durablement dans un équilibre général qui est unique. Leur réponse est affirmative. Mais il n'y a pas multiplicité des équilibres due à une situation objective de l'économie, ni multiplicité des équilibres due à la production de l'information. Il y a bijection entre les états de la nature et l'information. Le manque d'efficience est uniquement du à l'acquisition de l'information. Nous suggérons ici une situation où il y a surjection des états de la nature vers l'ensemble d'information. Nous introduisons, donc, un élément, encore à modéliser du point de vue micro-économique, selon lequel les intermédiaires financiers produisent l'information et introduisent, par leur existence même, soit une multiplicité d'équilibres, soit une complexification de cet équilibre en le rendant cyclique.

mal s'appliquer au marché des changes parce que la partie des chocs dont on peut acquérir connaissance est très faible puisque l'essentiel de l'information est publique (politique économique et indicateurs, d'emblée macro-économiques, à l'instar de la compétitivité et de la balance courante). A l'inverse une proportion importante des chocs ne peut être anticipée par acquisition d'information, sauf à obtenir une information privilégiée sur la politique économique ou à investir très fortement dans la modélisation macro-économique de façon à connaître les paramètres du modèle pour que l'anticipation ne soit pas biaisée. Les coûts d'acquisition d'une telle information (qui dépassent les coûts de l'analyse technique ou du chartisme) excèdent largement les gains sur le marché et même la vente des produits de couverture dérivés (SWAP de devises ou de taux d'intérêt par exemple) peut s'avérer, pour les banques et les intermédiaires financiers, plus profitable que la vente de l'information qu'il faut produire. Pour ce dernier exemple, il est même préférable pour certains agents partiellement informés, telles les grandes banques, de ne pas chercher l'information et de fournir à leurs clients des produits dérivés de couverture du risque de change qui leur rapportent des profits plus élevés que les gains procurés par l'information sur le marché des changes diminués des coûts d'acquisition de cette information.

Toutefois, il reste à notre avis, une troisième raison qui explique la non-rationalité des anticipations et une certaine inefficience du marché des changes : c'est l'existence pour une même politique d'équilibres multiples. Dans une telle configuration, il existe plusieurs taux de change réel d'équilibre et une petite variation des paramètres peut modifier le nombre et la stabilité des équilibres. Par exemple l'équilibre de la balance des paiements implique que les charges d'intérêt pour un pays endetté (ou les revenus de la richesse en devise) soient compensées par un excédent (un déficit) de la balance commerciale. Il existe ainsi plusieurs équilibres correspondant à une forte (faible) dette et un fort (faible) excédent commercial ou une richesse fortement (faiblement) positive et un fort (faible) déficit commercial. La variation du taux d'intérêt réel peut changer la stabilité de ces équilibres et les permuter. Quand le taux d'intérêt réel est petit, les équilibres stables correspondront à un taux de change réel très élevé (« change fort », car le pays peut s'endetter facilement). C'est l'inverse, lorsque le taux d'intérêt réel est élevé. La multiplicité des équilibres et les bifurcations qui apparaissent lorsque varient des paramètres comme le taux d'intérêt réel, l'élasticité de la demande au taux d'intérêt et l'élasticité du commerce extérieur au taux de change réel explique alors que les anticipations des opérateurs soient biaisées et qu'ils ne puissent extrapoler analytiquement le taux de change puisque les équilibres ne dépendent pas seulement des conditions initiales, mais encore des paramètres de l'économie.

Afin de préciser le deuxième et le troisième arguments, nous proposons d'étudier, dans le modèle macro-économique le plus standard qui soit, la formation des anticipations et la détermination du taux de change réel en régime de change flexible et de flexibilité des prix. Le passage du taux de change réel au taux de change nominal, qui n'est pas effectué dans cet article, peut se faire en introduisant la politique monétaire dans un cadre néoclassique, sans rigidité des prix comme dans le modèle de Mussa (1976), ou dans un cadre néokeynésien avec rigidité des prix comme dans le modèle à la Dornbusch (1976). Dans ces deux modèles, l'instabilité de la politique monétaire peut augmenter les fluctuations du taux de change nominal par rapport au taux de change réel, mais elle ne modifie pas la stabilité ou la multiplicité des équilibres et donc n'ajoute rien à la capacité de prévoir le taux de change réel. La partie suivante est donc dévolue à la description du modèle qui nous permettra de préciser la formalisation des anticipations, l'incapacité à extrapoler le taux de change réel, le nombre et la nature des équilibres et des bifurcations et enfin l'existence de barrières supérieures et inférieures à la richesse en devise du pays.

2. LE MODELE DE PORTEFEUILLE AVEC COURBE D'OFFRE ET INDEXATION PARFAITE DES SALAIRES

Nous supposons que les anticipations sont homogènes⁴. Afin d'éviter tout particularisme, nous nous plaçons dans le modèle de portefeuille à la Branson (1979) où, en raison de l'aversion pour le risque, les agents choisissent un patrimoine optimal dépendant du différentiel de rentabilité anticipé. L'économie est celle d'un pays de taille moyenne, dont la monnaie n'est pas monnaie de réserve et pour laquelle il y a substituabilité imparfaite des biens. Les agents arbitrent entre monnaie nationale, titres et titres en devise. En outre, les salaires et les prix sont flexibles et l'inflation est parfaitement anticipée de sorte que l'offre macro-économique est une fonction décroissante du taux de change réel. Le modèle peut être résumé de la manière habituelle par les équations suivantes :

(1) $Y_t^d = G_t + C(Y_t^d, X_t) + I(r - \dot{P}_t^a) + M_t^*(Y^*, X_t)$ la demande de biens nationaux.

(2) $M = M(Y^d, X)$ la demande de biens étrangers.

avec :

$$0 < C_Y < 1, C_X > 0, I' < 0, 0 < M_Y, M_{Y^*} < C_Y, M_X^* > 0, M_X < 0$$

G_t sont les dépenses publiques, C_t est la consommation, I_t est l'investissement et M_t^* sont les exportations en biens produits par le pays. M_t sont les importations en biens étrangers. Les biens nationaux sont vendus au prix P_t et les biens étrangers sont achetés au prix $P_t^* E_t$ où E_t est le taux de change nominal coté à l'incertain. Le taux de change réel est donc identique à l'inverse des termes de l'échange : $X_t = P_t^* E_t / P_t$. La balance commerciale s'écrit :

(2') $BAL = PM^* - EP^* M$ et la balance réelle :

(2'') $B = BAL / P = M^* - XM$

La demande de biens agrégée s'écrit donc :

(3) $Y^d = \Psi(X, r - \dot{P}^a, G, Y^*)$

avec:

$$\Psi_1 = \frac{C_X + M_X}{1 - C_Y} > 0, \Psi_2 = \frac{I'}{1 - C_Y} < 0, \Psi_3 = \frac{1}{1 - C_Y} > 0, \Psi_4 = \frac{M_{Y^*}}{1 - C_Y} > 0$$

⁴ En particulier, il n'y a pas de phénomène de mimétisme. L'homogénéité des anticipations est arbitraire et simplificatrice. Toutefois, les résultats des enquêtes, recensées par Benassy-Raymond (1996), montrent que lorsque les agents se trompent dans leurs prévisions, ils commettent tous des erreurs de même sens.

Y^d est la demande, B est la balance commerciale, X le taux de change réel, r le taux d'intérêt nominal, \dot{P}^a le taux d'inflation anticipé, G les dépenses publiques et Y^* la demande étrangère.

L'offre globale, forme réduite de la boucle prix-salaire, avec anticipation parfaite de l'inflation, s'écrit :

$$(4) \quad Y_t^s = \Phi(X_t, r_t - \dot{P}_t^a, p_0)$$

$$\text{avec : } \Phi_1 < 0, \quad \Phi_2 < 0, \quad \Phi_3 > 0$$

p_0 est un choc d'offre résultant par exemple d'un conflit de répartition entre salaires, profits et fiscalité.

Cette équation signifie que l'économie est à la frontière du régime de chômage classique et du régime de plein emploi ou des régimes de chômage classique et keynésien. Dans tous les cas, les entreprises sont sur leur courbe d'offre et fixent les prix de manière à maximiser les profits. En outre, comme l'inflation est parfaitement anticipée, les variables nominales n'apparaissent pas dans la courbe d'offre globale. La condition de stabilité walrasienne du modèle s'écrit :

$$0 < |\Phi_2| < |\Psi_2|$$

La balance commerciale est donnée par la théorie de l'absorption, qui dans ce modèle est équivalente à la théorie des élasticités. En utilisant la fonction de demande, on obtient :

$$(5) \quad B = B(X, r - \dot{P}^a, G, Y^*)$$

$$\text{avec : } B_1 = M_X^* - XM_X - M - XM_Y \Psi_1 > 0$$

On suppose que la condition de Marshall-Lerner généralisée est vérifiée de façon qu'il y ait stabilité walrasienne dans le modèle.

$$B_2 = -XM_Y \Psi_2 > 0$$

$$B_3 = -XM_Y \Psi_3 < 0$$

$$B_4 = M_{Y^*}^* - XM_Y \Psi_4 > 0$$

car on suppose qu'il y a stabilité de la demande : une hausse de la demande étrangère a un effet positif sur la demande globale (les biens sont normaux : le multiplicateur keynésien est fini : $1 - C_Y - XM_Y > 0$).

L'équilibre sur le marché des biens avec anticipation rationnelle des prix s'écrit donc :

$Y^d = Y^s = Y$, d'où :

$$(6) \quad X = H(r - \dot{P}^a, G, Y^*, p_0)$$

avec :

$$H_1 = \frac{\Phi_2 - \Psi_2}{\Psi_1 - \Phi_1} > 0, \quad H_2 = -\frac{\Psi_3}{\Psi_1 - \Phi_1} < 0, \quad H_3 = -\frac{\Psi_4}{\Psi_1 - \Phi_1} < 0,$$

$$H_4 = \frac{\Phi_3}{\Psi_1 - \Phi_1} > 0$$

$$(7) \quad Y = L(r - \dot{P}^a, G, Y^*, p_0) \text{ avec : } L_1 < 0, \quad L_2 > 0, \quad L_3 > 0, \quad L_4 > 0$$

Une hausse des dépenses publiques provoque un excès de demande et une appréciation du taux de change réel, un choc d'offre positif a l'effet inverse, une hausse de la demande étrangère induit une appréciation du taux de change réel de façon à rééquilibrer la balance commerciale (effet stabilisant). Surtout, une hausse du taux d'intérêt réel anticipé réduit la demande interne et améliore la balance commerciale (effet d'absorption), ce qui ne peut être obtenu que par une amélioration de la compétitivité et donc une dépréciation du taux de change réel.

Le choix patrimonial des agents entre titres nationaux et titres en devises, compte tenu de l'aversion pour le risque, s'écrit :

$$(8) \quad W_t = K(r_t^* + E((X_t^a - X_t) / I_t) - (r_t - \dot{P}_t^a))$$

avec : $K' > 0$

où X_t^a est le taux de change réel anticipé à la période t pour la période $(t+dt)$ et I_t est l'ensemble d'information des agents privés comprenant les chocs intérieurs et extérieurs et les variables présentes. Il est supposé à mémoire finie mais il ne comprend pas le modèle de l'économie. Nous le précisons par la suite.

Cette équation peut-être inversée, ce qui rend la politique monétaire endogène :

$$(9) \quad r_t - \dot{P}_t^a = r_t^* + E((X_t^a - X_t) / I_t) - K^{-1}(W_t)$$

Dans cette équation, r_t^* est le taux d'intérêt réel étranger, r_t est le taux d'intérêt nominal national, \dot{P}_t^a est le taux d'inflation anticipé, W_t est la richesse réelle en devises (mesurée en monnaie nationale et déflatée par les prix intérieurs), X_t est le taux de change réel, X_t^a est l'anticipation du taux de change réel faite à la date t pour la date $(t+dt)$. Le problème essentiel est donc de déterminer les anticipations de taux de change. Une fois celles-ci connues, l'arbitrage sur le marché des changes détermine le taux d'intérêt réel

anticipé compatible avec le choix de portefeuille alors que le niveau du taux de change réel détermine l'équilibre sur le marché des biens (équation (6)).

La dernière équation décrit l'équilibre de la balance des paiements, c'est à dire la variation anticipée de la richesse des agents en devises compte tenu des revenus d'intérêt, des plus-values de change et de la balance commerciale.

$$(10) \quad E(\dot{W}_t / I_t) = [r_t^* + E((X_t^a - X_t) / I_t)]W_t + B_t$$

avec les notations : $\dot{W}_t = \frac{dW_t}{dt}$ et B_t , balance commerciale en volume

Le premier terme du crochet représente les intérêts et le second les plus-values de change.

De plus, avec anticipations rationnelles, on a : $\dot{W}_t = E(\dot{W}_t / I_t)$. Cette équation signifie non seulement qu'il y a des anticipations rationnelles sur la richesse, mais aussi que la richesse est une variable de dynamique lente, qui est auto-réalisante en vertu de l'équation (10), ce qui n'est pas forcément le cas pour le taux de change réel. C'est en effet une vérité avérée du point de vue empirique, mais aussi dans les maquettes macro-économiques théoriques, que la dynamique de la richesse est considérablement plus lente que la dynamique du taux de change réel ou des prix⁵.

3. LA FORMATION DES ANTICIPATIONS DE TAUX DE CHANGE REEL DES AGENTS

La formation des anticipations est le point crucial. On distingue deux types d'anticipations : celles tournées vers l'avant : rationnelles ou régressives, et celles tournées vers l'arrière : autorégressives ou extrapolatives. Compte tenu des observations empiriques et théoriques faites dans la première partie, ces anticipations de taux de change réel doivent, pour être réalistes, remplir un certain nombre de conditions :

(a) Rationalité limitée : la formule d'anticipation doit utiliser l'ensemble d'information des agents. Nous supposons que les agents peuvent observer et donc connaître toutes les variables de l'économie à un instant t . En revanche les anticipations portent sur les variations futures du taux de change réel et de la richesse réelle. Cela ne signifie pas pour autant qu'elles soient parfaites pour trois raisons :

- tout d'abord, les anticipations doivent être vérifiées en espérance, les réalisations ultérieures n'étant pas forcément égales à cette espérance.

- elles doivent ensuite rendre compte des biais observés dans la réalité : phénomène du peso (lié à la faible probabilité d'un événement correspondant à une variation importante du taux de change) observé par exemple pour la parité yen/dollar ou franc/mark.

- enfin et surtout, elles doivent tenir compte du fait que l'économie est non linéaire et que les agents n'observent pas les fonctions économiques car elles sont trop compliquées, mais seulement leur réalisation. Ils ne peuvent donc inférer de la situation présente qu'une

⁵ La première est de l'ordre de 10 ans et la seconde de 2 ans.

extrapolation de la valeur des variables à partir d'un développement limité (par exemple grâce à la formule de Taylor).

(b) Cohérence avec l'équilibre : les anticipations doivent tenir compte de la dynamique de la richesse et en particulier dans ce modèle être compatible avec l'équilibre statique, qu'il soit de long terme ou de court terme.

(c) Production des anticipations : pour rendre compte des analyses chartistes et de l'analyse technique, les anticipations doivent découler d'une formule explicite qui permette de les calculer à l'aide des variables connues de l'ensemble d'information.

Dans la suite, nous décrirons deux sortes d'anticipations, correspondant à l'analyse chartiste ou l'analyse technique et découlant d'une formule explicite. Nous verrons alors que, contrairement à l'hypothèse d'anticipation rationnelle ou semi-rationnelle (anticipation régressive), qui donnent une dynamique de type point-selle, des anticipations tournées vers l'arrière (adaptatives) peuvent produire des cycles limites. En revanche, des anticipations tournées vers l'avant et qui se calculent par une formule explicite (non analytique) peuvent aboutir à des équilibres avec anticipations non rationnelles avec phénomène du peso : les agents anticipent une dévaluation qui n'a jamais lieu. On comprend alors la difficulté à anticiper le taux de change réel et *a fortiori* le taux de change nominal. Il n'est donc pas surprenant que les agents ne soient pas rationnels pour anticiper le taux de change⁶.

Avant de procéder à l'analyse habituelle avec le modèle, nous ferons un détour par une métaphore. Le fait que les opérateurs sur le marché des changes aient une « rationalité faible », c'est à dire que leur erreur de prévision soit orthogonale à leur anticipation, mais que leur prévision soit en moyenne erronée, n'est pas fait pour nous surprendre. Nous n'y voyons là que l'éternel problème du chasseur et du lapin. Le premier vise, mais le second change sa course perpendiculairement et le premier rate. Mais ce qui nous surprend beaucoup plus est que le chasseur se trompe constamment en moyenne sur la course du lapin. Bien sûr, J. Renoir nous a appris dans son film : « La règle du jeu » (qui est aussi « La règle du feu ») que les lunettes d'approche servent en fait à viser autre chose que le lapin.

Mais, si nous en restons à l'économie, nous ne pouvons nous contenter de cette dérivation du sens et de l'objectif. Est-ce là la seule raison des erreurs d'anticipation en moyenne des variations du taux de change ? Nous ne le croyons pas, parce que les intermédiaires financiers disposent maintenant de mitrailleuses. Comment se fait-il que, bien que balayant le terrain, ils se trompent et ratent l'objectif. C'est parce qu'ils se trompent de ligne de mire et non pas à cause de la marche aléatoire du lapin. Les cycles, la multiplicité des équilibres et les coûts d'information sont la cause de leur erreur de visée. Cette erreur est donc objective, et dans l'ombre, avec une information privilégiée, on tue des hommes, au lieu de tuer des lapins, comme dans la règle du jeu.

⁶ Des anticipations du taux de change réel tournées vers l'avant, qu'elles soient rationnelles ou pseudo-rationnelles, c'est à dire régressives, donnent des dynamiques de type point-selle, où le problème n'est que d'anticiper le fondamental du taux de change réel. En revanche une dynamique tournée vers l'arrière, qu'elle soit adaptative ou extrapolative, (mais finie), c'est à dire laissant la place à un surajustement des anticipations, peut donner des dynamiques compliquées. On sait que les anticipations rationnelles, tournées vers l'avant, peuvent être modélisées par des anticipations adaptatives tournées vers l'arrière, à condition que la mémoire, c'est à dire l'ensemble d'information, soit infinie et croissante. Mais nous nous plaçons ici dans un modèle où les agents ont une mémoire finie de sorte que les anticipations rationnelles ne peuvent être représentées par un processus de type markovien infini tourné vers l'arrière.

4. ANTICIPATIONS ADAPTATIVES DU TAUX DE CHANGE REEL ET CYCLE LIMITE

4.1. La mise en place du modèle

Ici nous supposons que les marchés financiers ne connaissent pas le vrai modèle de l'économie parce qu'il est non linéaire, mais qu'ils observent les variables réalisées au niveau macro-économiques et qu'ils anticipent le taux de change réel en fonction de ces réalisations et de leurs erreurs de prévisions⁷. Dans un modèle où toutes les fonctions sont C^∞ et où le temps est continu, cela s'exprime par :

$$(11) \quad \dot{X}_t^a = E((X_t^a - X_t) / I_t) = \theta(X_t - X_t^a)$$

$$\theta = \theta(W_t, \dots, W_{t-T}, \dots, X_t, \dots, X_{t-T}, \dots, G_t, \dots, G_{t-T}, \dots, Y_t^*, \dots, Y_{t-T}^*, \dots, p_{0,t}, \dots, p_{0,t-T}) > 0$$

On peut imaginer que le paramètre θ est calculé, de façon exogène au modèle, de manière à minimiser l'erreur quadratique passée sur le taux de change réel.

Le modèle se résume donc aux équations (11), (12), (13) et (14) :

$$(12) \quad \dot{W}_t = r^* W_t + \dot{X}_t^a W_t + B(X_t, r_t - \dot{P}_t^a, G_t, Y_t^*)$$

$$(13) \quad X_t = H(r_t - \dot{P}_t^a, G_t, Y_t^*, p_{0,t})$$

$$(14) \quad r_t - \dot{P}_t^a = r^* + \dot{X}_t^a - K^{-1}(W_t)$$

4.2. L'équilibre de long terme

Il est donné par :

$$(15) \quad X^* = H(r^* - K^{-1}(W^*), G, Y^*, p_0)$$

$$(16) \quad 0 = Z = r^* W^* + B(X^*, r^* - K^{-1}(W^*), G, Y^*)$$

Dans l'espace des phases la courbe $\dot{X}^a = 0$ a une pente :

$$\frac{dX^*}{dW^*} = -\frac{H_1}{K} < 0$$

⁷ Les anticipations adaptatives sont données en temps discret par : $X_t^a - X_{t-1}^a = \theta(X_t - X_{t-1}^a)$ et les anticipations extrapolatives par : $X_t^a - X_t = \theta(X_t - X_{t-1})$ avec : $0 < \theta < 1$.

et la courbe $\dot{W} = 0$ a la pente :

$$\frac{dX^*}{dW^*} = -\frac{r^* - B_2 / K'}{B_1} \gg 0$$

Une solution n'existe que si : $H(r^* - K^{-1}(W^*), G, Y^*, p_0) > 0$ ⁸

Nous ferons en outre une autre hypothèse :

Quand $W^* \rightarrow +\infty$ alors $Z < H$ et quand $W^* \rightarrow -\infty$ alors $Z > H$

Cette hypothèse est très naturelle. Elle signifie que lorsque la richesse devient infinie (ou la dette extérieure devient infinie), la demande d'actifs étrangers correspond à un taux de change réel d'équilibre supérieur (inférieur) à l'offre d'actifs qui résulte de la balance des paiements. En effet pour compenser les intérêts de la richesse, il faut que la balance commerciale, à l'équilibre, devienne infiniment négative (positive), et donc que le taux de change réel tende vers zéro (vers l'infini). En somme, quand la richesse devient infinie, il y a un excédent d'offre d'actifs étrangers provenant du cumul des revenus issus des intérêts et de la balance commerciale par rapport à la demande d'actifs étrangers par les agents privés. C'est l'inverse si la dette extérieure devient infinie.

4.3. La dynamique et les cycles limites

Moyennant ces hypothèses, la dynamique du modèle peut être décrite en linéarisant le modèle au voisinage des points d'équilibre par :

$$\begin{bmatrix} \dot{X}_t^a \\ \dot{W}_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{\theta}{1 - \theta H_1} & -\frac{\theta}{1 - \theta H_1} \frac{H_1}{K'} \\ (B_1 + B_2) \frac{\theta H_1}{1 - \theta H_1} & r^* - \frac{B_2}{K'} - \frac{B_1 H_1}{K'} + (B_1 + B_2) \frac{\theta H_1}{(1 - \theta H_1) K'} \frac{H_1}{1} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} X_t^a - X^* \\ W_t - W^* \end{bmatrix} \text{ avec } 1 - \theta H_1 > 0$$

⁸ Le lecteur notera que la courbe d'équilibre du taux de change correspond à l'équilibre interne de Williamson, c'est à dire à l'équilibre sur le marché des biens. L'équilibre de la balance des paiements correspond à l'équilibre externe de Williamson. On ne se pose pas la question de la manière dont on arrive à l'équilibre interne : on sait que le taux de change réel d'équilibre interne dépend de la vitesse d'ajustement des prix et des salaires et du niveau de capital initial : le chômage naturel ou bien le NAIRU, selon la théorie de la boucle prix-salaire que l'on adopte, dépend différemment du taux de change réel selon les marchés du travail et le capital.

Le produit des racines est donné par le déterminant :

$$D = -\theta \left[r^* - B_2 / K' - (H_1 B_1) / K' \right],$$

la somme des racines par la trace :

$$T = r^* - B_2 / K' - \frac{B_1 H_1}{K'} + \frac{(B_1 + B_2) H_1^2 \theta^2}{(1 - \theta H_1)^2 K'}$$

Le premier terme représente l'effet divergent de l'intérêt de la dette, le deuxième l'effet stabilisant de la richesse, le troisième l'effet stabilisant du taux d'intérêt réel interne et le quatrième l'effet déstabilisant des anticipations de taux de change.

Quand le produit des racines est positif, si la somme des racines est positive le point d'équilibre est divergent et si la somme est négative il est convergent. Ainsi dans le cas où :

$$-\frac{(B_1 + B_2) H_1^2 \theta^2}{(1 - \theta H_1)^2 K'} < r^* - B_2 / K' - \frac{B_1 H_1}{K'} < 0$$

le point d'équilibre stationnaire de long terme est instable. Cette situation est présentée dans le graphique 1 dans le cas où on a :

$$r^* - B_2 / K' - \frac{B_1 H_1}{K'} + \frac{(B_1 + B_2) H_1^2 \theta^2}{(1 - \theta H_1) K'} > 0.$$

Elle n'est pas irréaliste mais au contraire très probable : en effet, pour un pays comme la France et avec les paramètres usuels des modèles macro-économiques, on a :

$$H_1 = 0,2 ; K' = 1 ; \text{Propension à importer} = m = 0,2;$$

$B_1 = 1,0m$; $B_2 = 0,3m$; $\theta = 0,7 / 0,3 = 2,3$. Si le taux d'intérêt réel international vaut : $r^* = 0,03$, on obtient :

$$-\frac{D}{\theta} = r^* - B_2 / K' - \frac{B_1 H_1}{K'} = -0,07 \text{ et } \frac{(B_1 + B_2) H_1^2 \theta^2}{(1 - \theta H_1)^2 K'} = 0,086$$

Dans cette situation, nous pouvons appliquer le théorème de Poincaré-Bendixon⁹ à condition que nous puissions trouver un compact (ou fermé-borné) qui soit « rentrant », c'est à dire qui soit conservé par la dynamique et qui contienne le point fixe divergent

⁹ Voir Guckenheimer et Holmes, page 44.

(point source). Il est possible de construire un tel compact ; c'est le rectangle ABCD de la figure 1, où les points D et B sont obtenus par une richesse la plus près de l'équilibre et telle que le taux de change réel soit convergent. On remarquera que le point A n'est pas sur la courbe : $\dot{X}^a = 0$, et que le point B est intérieur à la courbe : $\dot{W} = 0$ (il est intérieur au point B' dont la tangente est parallèle à celle de la courbe $\dot{X}^a = 0$), tandis que le point D est sur la courbe : $\dot{W} = 0$ alors que le point C est sur la courbe : $\dot{X}^a = 0$ et son abscisse est inférieure à celle du point dont la tangente sur $\dot{W} = 0$ est parallèle à la tangente de la courbe $\dot{X} = 0$. Cette description littéraire a seulement pour but de montrer comment géométriquement on construit le rectangle conservatif ABCD. Compte tenu de l'hypothèse supplémentaire que nous avons faite, le point Ω est stationnaire divergent et les points Ω_1 et Ω_2 sont stationnaires mixtes.

4.4. Propriété.

Si le taux d'intérêt réel n'est pas trop élevé ni trop faible et vérifie :

$$-\frac{(B_1 + B_2)H_1^2\theta^2}{(1 - \theta H_1)^2 K'} < r^* - B_2 / K' - \frac{B_1 H_1}{K'} < 0$$

et si la richesse en devise finit par être stabilisante pour des valeurs extrêmes de la richesse ou de la dette extérieure :

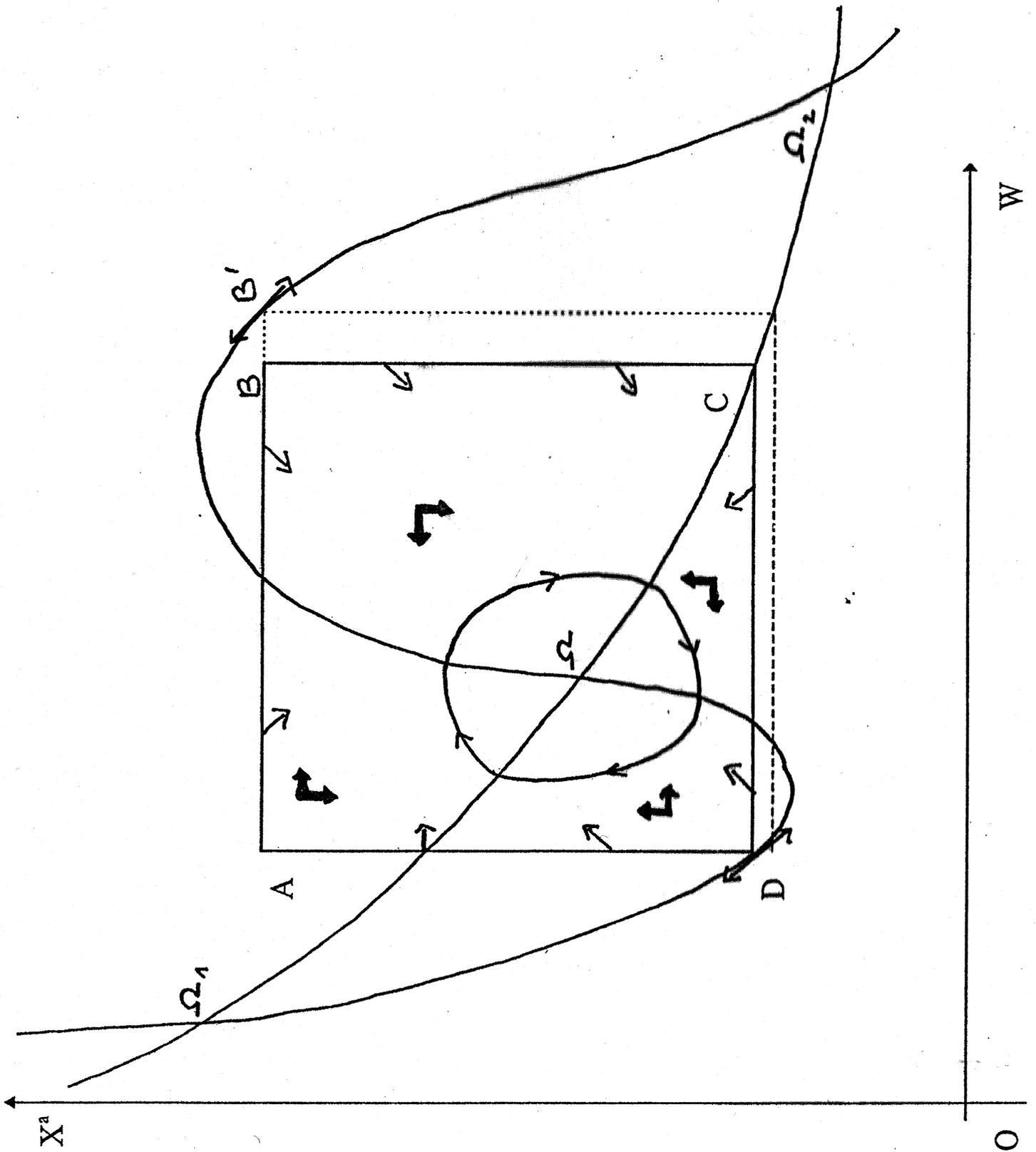
quand $W^ \rightarrow +\infty$ alors $Z < H$ et quand $W^* \rightarrow -\infty$ alors $Z > H$*

alors il existe un cycle limite du taux de change réel et de la richesse réelle en devise.

Cette configuration correspond à une situation où le taux d'intérêt réel mondial n'est pas trop élevé pour provoquer une divergence généralisée par effet boule de neige sur la richesse extérieure et où il n'est pas trop faible pour que les corrections d'anticipations de taux de change réel ne soient pas, de manière prédominante, stabilisantes (voir figure 1). Indirectement, ce modèle justifie le fait que les agents ne peuvent anticiper rationnellement le taux de change réel. D'une part leur mémoire est finie et d'autre part la fonction d'anticipation serait trop compliquée puisqu'il faudrait anticiper dans un modèle non linéaire la trajectoire vers des cycles limites. C'est seulement dans le cas où le taux d'intérêt réel est très faible que l'équilibre central est convergent et donc qu'il est facile de l'anticiper. Dans le cas où le taux d'intérêt réel est très élevé, il n'existe même pas de cycle limite et les pays en sont réduits à des politiques d'ajustement structurel par baisse (hausse) de la demande afin de stabiliser la balance courante : cela suppose des périodes temporaires de sous-emploi ou de sur-emploi.

Le lecteur pourra enfin remarquer que, du point de vue formel, le modèle présenté ici est très proche du modèle proposé par J. P. Benassy (1984). En revanche du point de vue de la signification économique, il en diffère notablement. Tout d'abord, les prix et les salaires s'ajustent instantanément de sorte qu'on est à la frontière du chômage classique et

Figure 1. Diagramme des phases



keynésien ou à la frontière du chômage classique et du plein emploi. Ils ne jouent donc aucun rôle stabilisant. En revanche, les patrimoines jouent un rôle stabilisant (si on tient compte de l'effet de richesse et du taux d'intérêt réel interne) tandis que les ajustements de taux de changes réels sont déstabilisants parce qu'ils sont le résultat d'anticipations adaptatives, tournées vers l'arrière. On retrouve ici le résultat bien connu, selon lequel des anticipations de taux de change adaptatives (finies) ou extrapolatives (finies) sont déstabilisantes (voir par exemple : De Grauwe et Dewachter (1993)).

5. ANTICIPATIONS DE TAUX DE CHANGE REEL ET PHENOMENE DU PESO

5.1. Les anticipations

Le phénomène du peso peut être résumé au fait que les agents anticipent une dévalorisation forte du taux de change avec une probabilité faible et que la première n'a jamais lieu. D'une manière générale, en économie, un phénomène du peso est une anticipation d'un événement dépressif fort de probabilité faible, qui n'a pas lieu, mais qui modifie l'équilibre parce qu'il est suffisant pour influencer sur les moyennes.

Dans notre modèle macro-économique, les agents peuvent formuler une seule anticipation simple du taux de change réel et de la richesse réelle : il s'agit de la valeur des variables qui assure l'équilibre de la balance des paiements. Plus précisément, notons X_t^a le taux de change réel anticipé et X_t^W , le taux de change réel qui, au niveau de richesse observable W_t , permet l'équilibre patrimonial. En raison des équations (9) et (10), il vérifie :

$$(17) \quad E((X_t^a - X_t^W) / I_t) = 0$$

$$(18) \quad E(\dot{W}_t / I_t) = 0 = r^* W_t + B(X_t^W, r_t - \dot{P}_t^a, G_t, Y_t^*)$$

$$\text{avec} \quad (19) \quad r_t - \dot{P}_t^a = r_t^* - K^{-1}(W_t)$$

De même, on peut définir le niveau de richesse W_t^a qui équilibre la balance des paiements au niveau de taux de change réel X_t observable à l'instant t . Il vérifie :

$$(20) \quad E((X_t^a - X_t) / I_t) = 0$$

$$(21) \quad E(\dot{W}_t / I_t) = 0 = r^* W_t^a + B(X_t, r_t - \dot{P}_t^a, G_t, Y_t^*)$$

$$\text{avec} \quad (22) \quad r_t - \dot{P}_t^a = r_t^* - K^{-1}(W_t^a)$$

Ces deux anticipations sont donc reliées par la relation :

$$(23) \quad r_t^* (W_t - W_t^a) = B(X_t, W_t^a, G_t, Y_t^*) - B(X_t^W, W_t, G_t, Y_t^*)$$

Il s'agit maintenant de savoir comment à partir de ces deux valeurs d'équilibre, les agents peuvent formuler une anticipation de variation du taux de change réel pour toute

valeur donnée du taux de change courant. Nous faisons ici l'hypothèse qu'ils se donnent, pour chaque niveau du taux de change réel $X_t \in I_t$, une probabilité de variation du taux de change qui ne dépend que de l'écart entre le taux de change courant et le taux de change d'équilibre. En d'autres termes, on pose :

$$(24) \quad E((X_t^a - X_t) / I_t) = (X_t^W - X_t) F(X_t^W - X_t)$$

où F est une fonction paire comprise entre 0 et 1, avec $F(X_t^W - X_t) = 0$ si $X_t^W = X_t$ et $F(X_t^W - X_t) \rightarrow 1$ quand $|X_t^W - X_t| \rightarrow +\infty$

Cette expression (24) signifie que les agents attribuent une probabilité $(1 - F(X_t^W - X_t))$ que le taux de change ne bouge pas de sa valeur courante X_t et une probabilité $F(X_t^W - X_t)$ qu'il prenne la valeur X_t^W correspondant à l'équilibre de la balance des paiements. Cette anticipation est la base des interventions sur le marché : l'équilibre économique en dépend et se réalise à un certain niveau de taux de change réel qui apure le marché des biens (équation (13)) et le marché des titres en devise (équation (16)). Le principe de la règle d'anticipation (24) est que plus le déséquilibre de la balance des paiements est important, plus son retour à l'équilibre nécessite une variation ample du taux de change réel (équation (18)) ou une réallocation importante des patrimoines (équation (23)), de sorte que la probabilité de changement de parité est importante. Evidemment de nombreuses fonctions F peuvent remplir ces propriétés, mais il est important du point de vue du réalisme de choisir une fonction qui « tende fortement » vers 0 au voisinage de l'équilibre : $X_t^W = X_t$. En effet, si le taux de change est *de facto* proche de l'équilibre, les opérateurs considéreront que la probabilité d'un changement de parité est presque nulle, puisque les gains des interventions sur le marché ne contrebalanceront pas les coûts d'acquisition d'une information supplémentaire. En revanche, à partir d'un certain seuil de divergence, la probabilité de changement de parité est proche de 1 ; et là encore les coûts d'acquisition d'une information supplémentaire pour affiner l'évaluation de cette probabilité seront prohibitif par rapport aux gains. La fonction de probabilité doit donc représenter les caractéristiques d'une fonction seuil. Pour des raisons techniques, si on veut garder les propriétés des équations différentielles, la meilleure approximation de la fonction de probabilité est la « fonction plateau » indéfiniment différentiable (C^∞). Par exemple, on prend pour F la fonction définie par :

$$f(X_t) = \exp \left[- \frac{1}{(X_t - X_t^W)(X_t - \Delta - X_t^W)} \right] \quad \text{si } X_t^W < X_t < X_t^W + \Delta :$$

$$f(X_t) = 0 \quad \text{si } X_t < X_t^W \text{ ou } X_t > X_t^W + \Delta$$

Puis :

$$F(X_t - X_t^w) = \frac{\int_{-\infty}^X f(u) du}{\int_{-\infty}^{+\infty} f(u) du} \quad \text{si } X_t \geq X_t^w$$

et :

$$F(X_t - X_t^w) = F(-[X_t - X_t^w]) \quad \text{si } X_t \leq X_t^w$$

Le seuil Δ exprime le degré de divergence des anticipations (voir figures 2 et 3). Lorsque l'économie est proche de l'équilibre, les agents n'interviennent pas sur le marché des changes; lorsqu'elle s'en éloigne fortement, leur niveau d'intervention est rapidement maximale. Plus le seuil de divergence Δ est faible et plus la pente de la courbe au point d'inflexion est verticale. En revanche, la courbe est infiniment aplatie aux points X_t^w et $X_t^w + \Delta$ puisque toutes les dérivées sont nulles : lorsqu'on est très proche de l'équilibre ou très éloigné, la probabilité est tellement forte que le taux de change ne bouge pas ou fasse un saut qu'il n'est pas possible d'anticiper une situation intermédiaire. Cette fonction plateau exprime le fait que l'inférence de type adaptatif ne permet pas de formuler des anticipations par un mécanisme fondé sur le développement d'une fonction analytique au voisinage du point courant. Elle illustre en particulier l'impossibilité d'anticiper le taux de change dans les situations intermédiaires par un développement de Taylor. Elle exprime donc le résultat des enquêtes de conjoncture qui révèlent notamment dans les cas de la parité dollar/yen et de la parité franc/mark, le biais systématique des anticipations de taux de change. Ici, nous l'interprétons aussi comme le fait que malgré une information sur le taux de change réel d'équilibre, les agents ne peuvent anticiper correctement la probabilité de variation du taux de change, sauf dans les cas où l'amplitude de la variation est suffisamment importante.

Figure 2 : fonction f

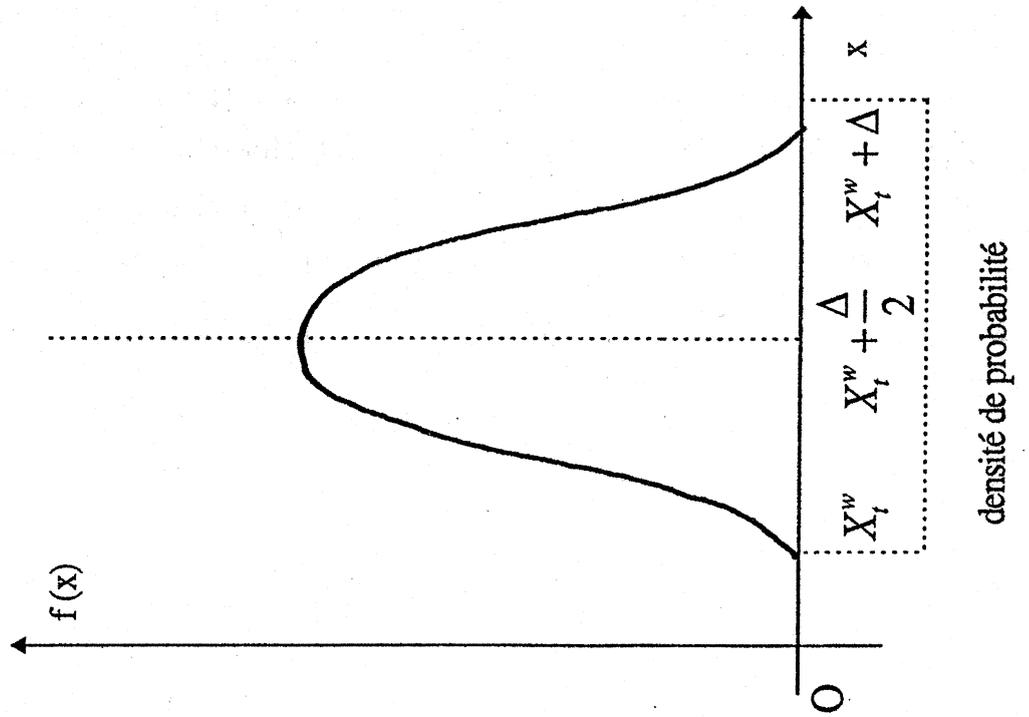
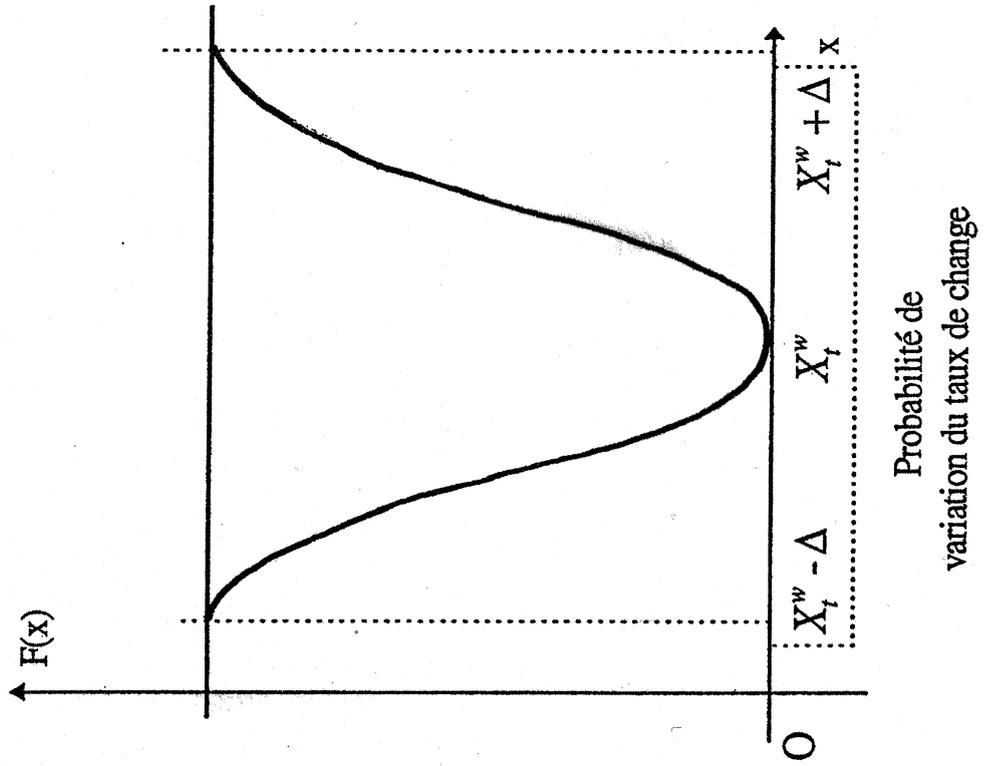


Figure 3 : fonction F



5.2. La dynamique et les barrières d'endettement et de richesse

La résolution du modèle conduit à une dynamique simple. Des équations (5), (9), (10), (21) et (22) et de la rationalité des anticipations de richesse, on tire :

$$\dot{W}_t = E(\dot{W}_t / I_t)$$

(25)

$$\dot{W}_t = r_t^* (W_t - W_t^a) + E(X_t^a - X_t / I_t) W_t + B(X_t, W_t) - B(X_t, W_t^a)$$

$$(25') \quad E(X_t^a - X_t / I_t) = (X_t^w - X_t) F(X_t^w - X_t) = \dot{X}_t^a$$

$$(25'') \quad r - \dot{P}_t^a = r_t^* + \dot{X}_t^a - K^{-1}(W_t)$$

Les équations (25) ont une solution : $W_t = W_t^a$, puisqu'alors en raison de (17), (20) et (23), on a : $X_t^w = X_t^a = X_t$. Elles se réduisent à une équation non linéaire en raison de la balance commerciale et surtout des anticipations. Toutefois, il est possible d'en faire une analyse qualitative simple parce qu'elles peuvent se ramener à une équation différentielle du premier ordre à une dimension. On remarque tout d'abord que la variété centrale (voir théorème 3.2.1. du « central manifold » dans Guckenheimer-Holmes p.127) est donnée par : $W_t = W_t^a$. Il suffit alors, pour connaître la nature de l'équation de lui donner une forme normale par un changement de coordonnées dans cette variété centrale (théorème 3.3.1. dans Guckenheimer-Holmes pp.138 à 142). Du fait que toutes les dérivées de la fonction d'anticipation sont nulles en : $W_t = W_t^a$, la dynamique tangente associée au système au voisinage de W_t^a peut être obtenue en développant en série de Taylor et en ajoutant les anticipations. On procède de la manière suivante :

(i) De l'équation (23), on déduit le développement au premier ordre des anticipations de change et de richesse :

$$r_t^* (W_t - W_t^a) = B_1(.) (X_t - X_t^w) + \frac{B_2(.)}{K'(.)} (W_t - W_t^a)$$

soit :

$$(26) \quad X_t - X_t^w = \frac{r_t^* - B_2 / K'}{B_1} (W_t - W_t^a)$$

(ii) On développe les équations (25) en série de Taylor au premier degré et en utilisant le fait que les dérivées de F sont nulles .

(27)...

$$\dot{W}_t = \left(r_t^* - \frac{B_2}{K'} \right) (W_t - W_t^a) \left[1 - \frac{B_2 + W_t}{B_1} F \left(\frac{r_t^* - B_2 / K'}{B_1} (W_t - W_t^a) \right) \right]$$

L'équation (27) résume la dynamique qualitative du système¹⁰ :

(i) Tout d'abord l'équilibre $W_t = W_t^a$ n'est stable que si $r_t^* - \frac{B_2}{K'} < 0$. Dans ce

cas une hausse du taux d'intérêt réel étranger se traduit par exemple pour un pays endetté par une hausse du taux d'intérêt réel interne qui est tempérée par les mouvements de capitaux (effet K') ; la hausse du taux interne provoque une baisse de la demande et donc un surplus de balance commerciale : B_2 / K' qui compense l'accroissement de la charge de la dette (effet r_t^*). La dynamique de la balance commerciale et des actifs est alors stabilisante.

(ii) il peut exister de 1 à 3 autres équilibres différents qui correspondent à l'annulation du crochet de l'équation (27). Il s'écrivent :

$$(28) \quad F \left[\frac{r_t^* - B_2 / K'}{B_1} (W_t - W_t^a) \right] = \frac{B_1}{B_2 + W_t}$$

Notons $W_t^1 < W_t^2 < W_t^a < W_t^3$ ces équilibres lorsqu'ils existent¹¹. Ils ont une signification différente. L'équilibre W_t^a est l'équilibre à anticipations rationnelles. L'équilibre W_t^1 est l'équilibre telle que l'effet stabilisant de la richesse réelle en devises étrangères compense l'effet déstabilisant de boule de neige de la balance des paiements. Les équilibres W_t^2 et W_t^3 sont des équilibres du peso où on anticipe une réévaluation ou une dévaluation qui n'ont jamais lieu. La dynamique du système peut alors être représentée par les figures (4) et (5) qui donnent une représentation graphique de l'équation (28). Suivant la stabilité des équilibres, la richesse du pays ne peut dépasser une certaine valeur. Par exemple si W_t^1 et W_t^a sont les seuls équilibres stables, alors W_t^3 est un maximum possible de la richesse. Si la richesse dépasse la valeur W_t^3 , le pays tombe dans une économie à la Ponzi avec accumulation perpétuelle de richesse. A l'inverse si W_t^2 et W_t^3 sont les équilibres stables, alors W_t^1 est un minimum de la richesse pour la même raison que précédemment.

¹⁰ Cette équation peut aussi être dérivée en appliquant le théorème de préparation de Malgrange, c'est à dire le théorème de Weierstrass appliqué aux fonctions C^∞ .

¹¹ L'économie n'est donc pas régulière au sens de Balasko puisqu'elle possède un nombre pair d'équilibres.

On a représenté dans les graphiques ci-après la dynamique avec les points fixes et la stabilité du système selon différentes valeurs des paramètres. Ces simulations sont résumées aussi dans le tableau 1 suivant. Les graphiques représentent la fonction d'itération GONC définie de la manière suivante :

(29)

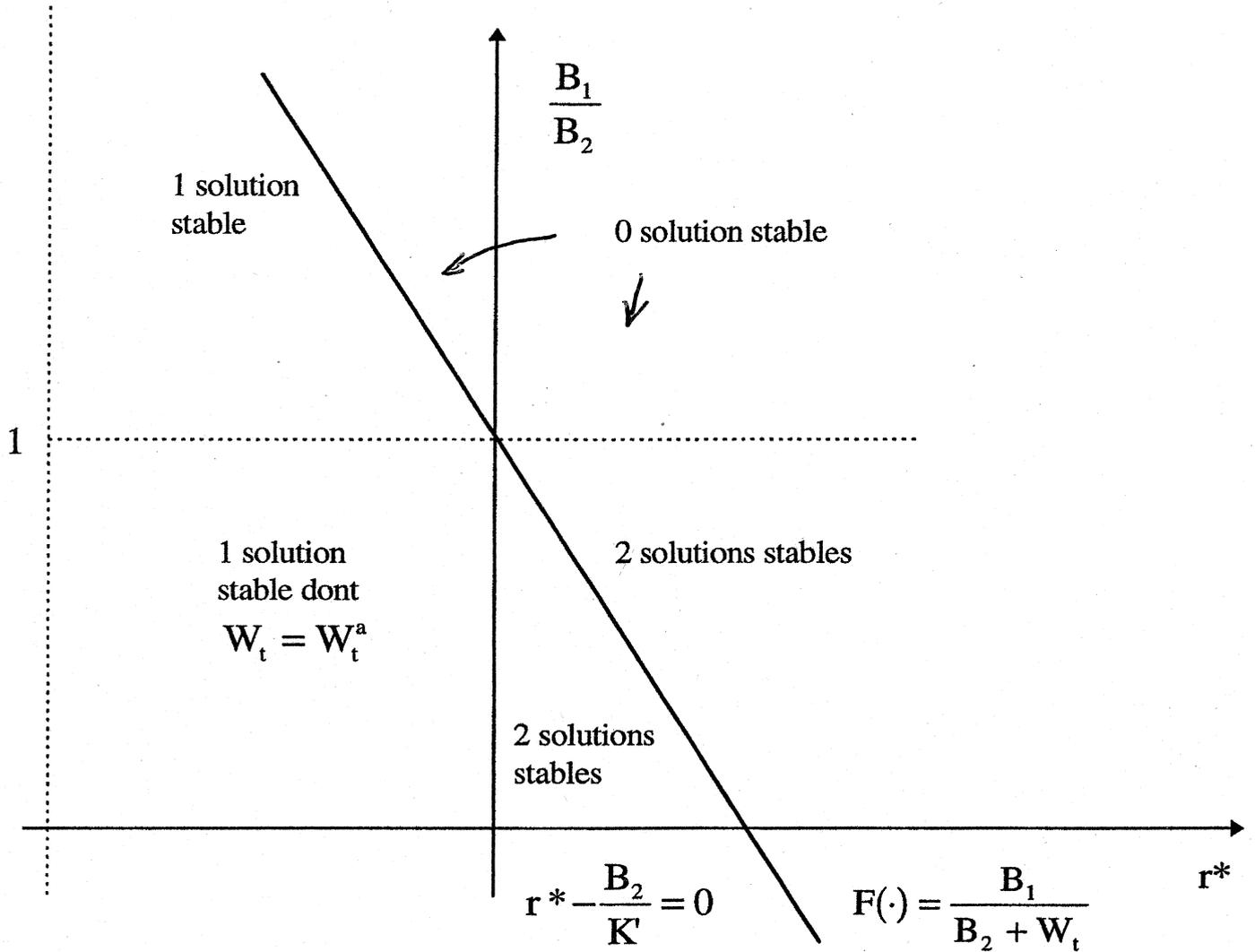
$$GONC(i, w) = \left(r_t^* - \frac{B_2}{K'} \right) (W_t - W_t^a) \left[1 - \frac{B_2 + W_t}{B_1} F \left(\frac{r_t^* - B_2 / K'}{B_1} (W_t - W_t^a) \right) \right]$$

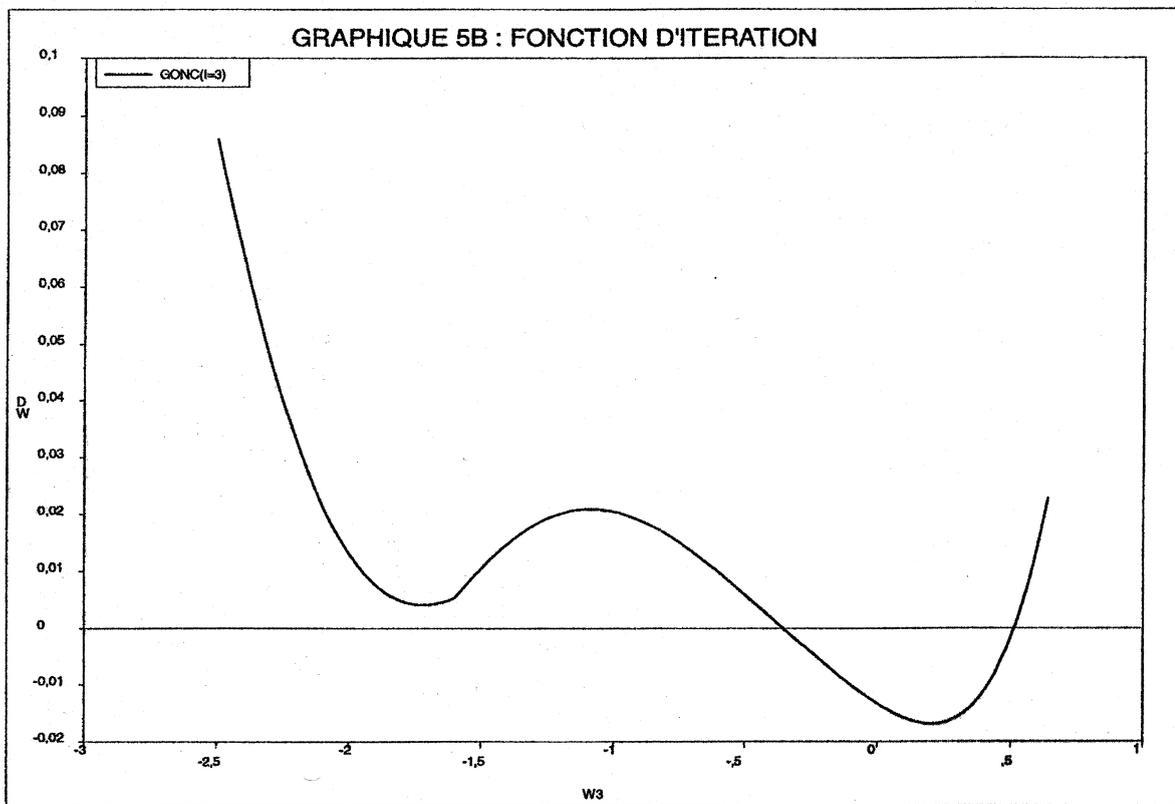
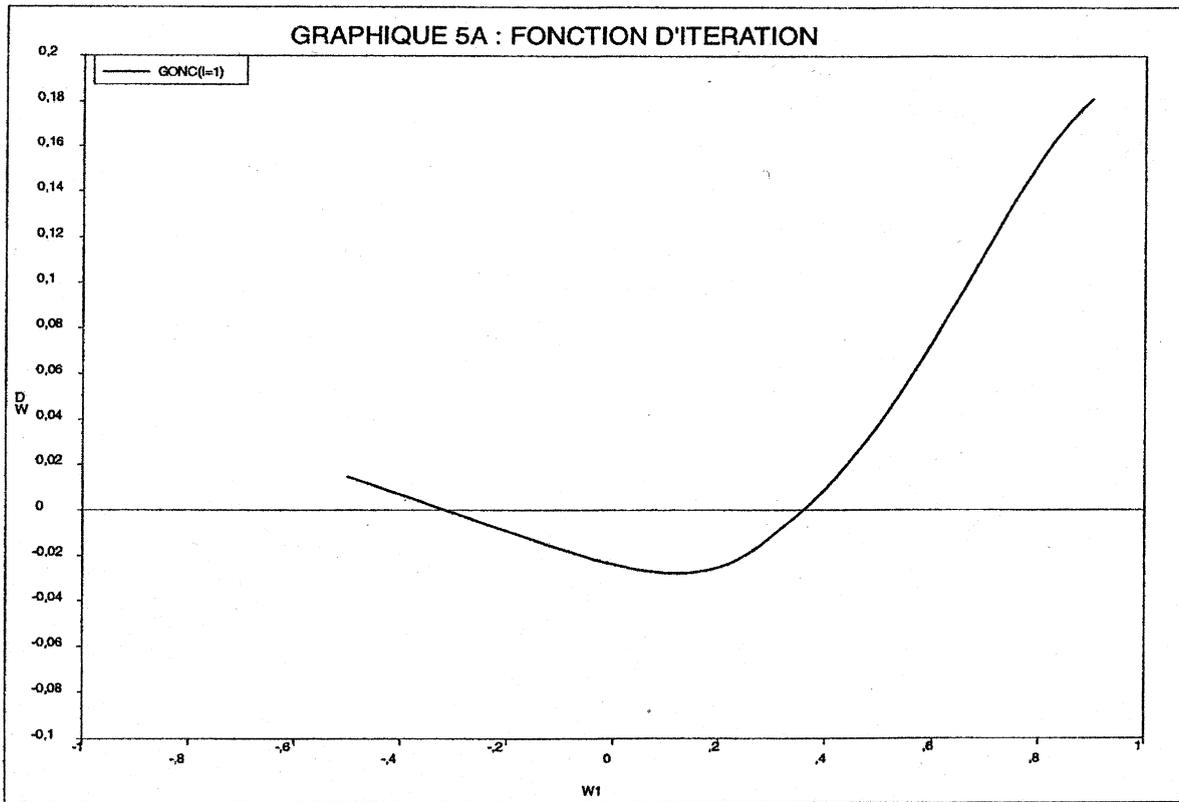
La fonction GONC est donc la fonction d'itération calculée à partir de l'origine : $W_t = W_t^a$. L'indice i est un résumé des paramètres qui prend son sens dans le tableau ci-dessous et les graphiques 5.

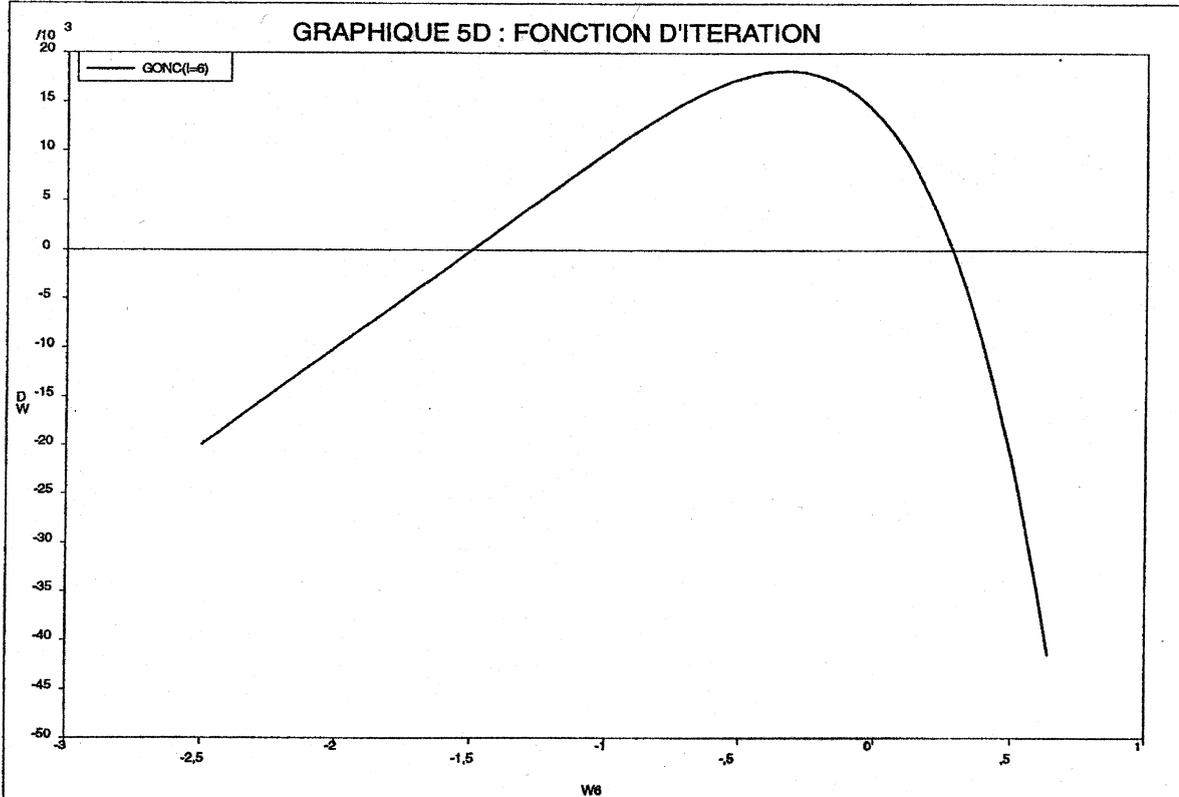
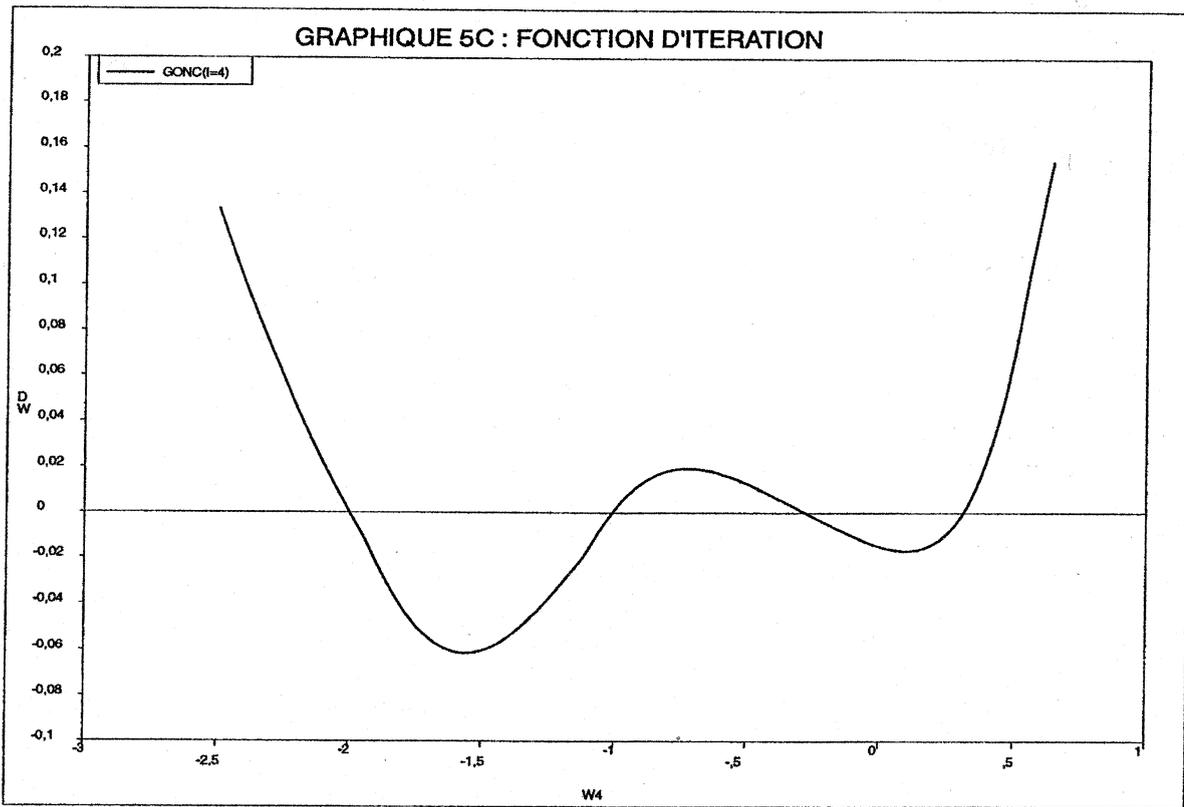
Tableau 1. Caractéristiques de l'économie suivant les valeurs des paramètres.

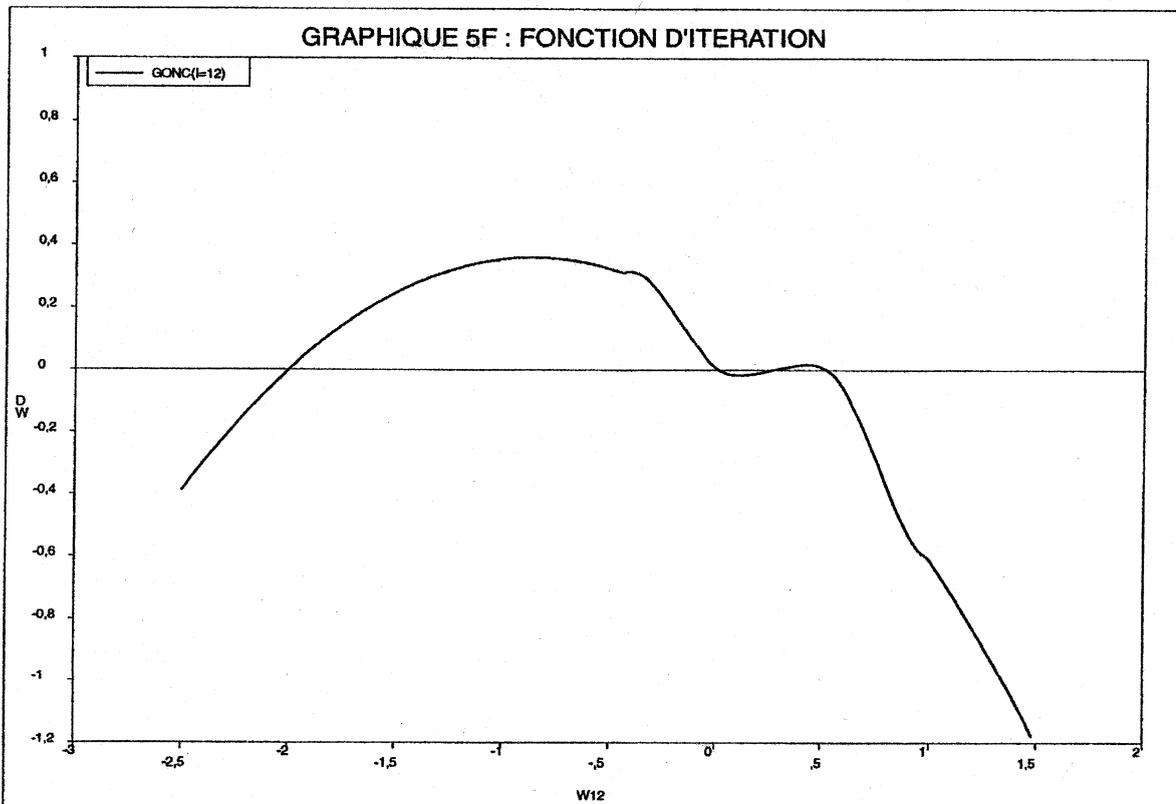
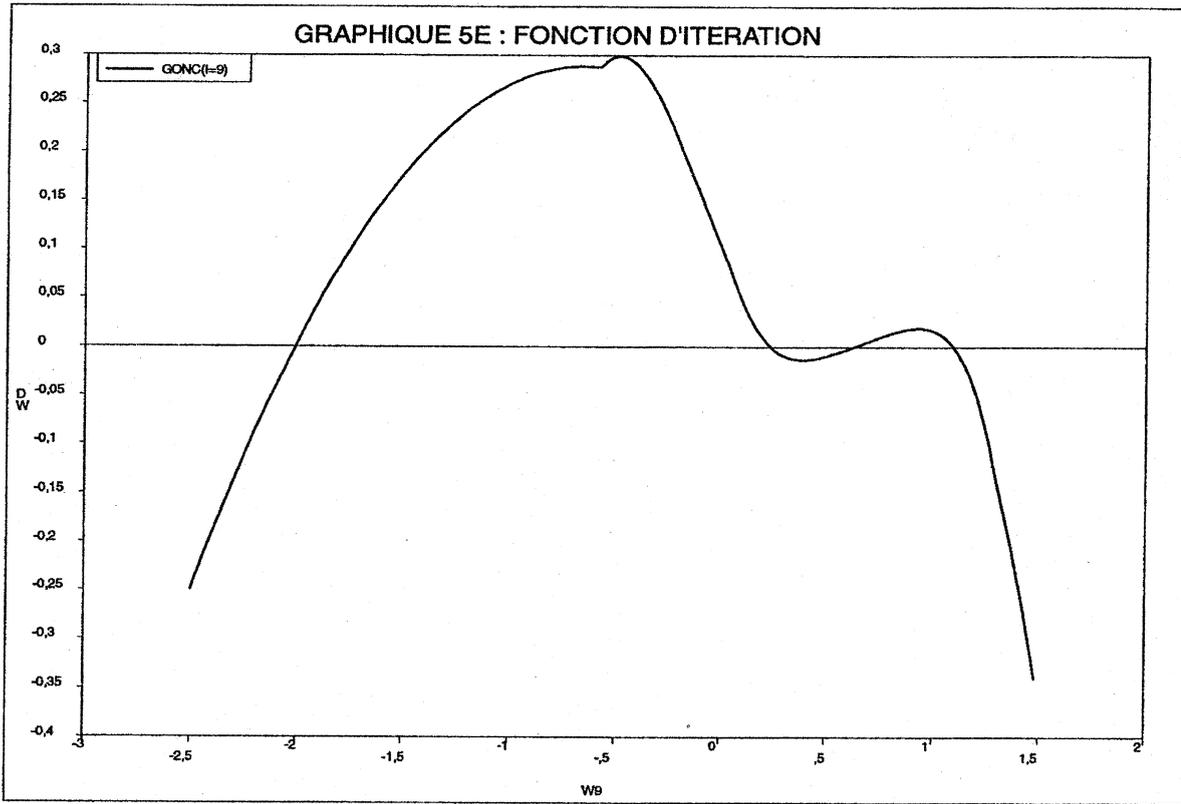
$GONC(i, W)$ $B_1 = 0.5$	r_t^*	$B_2(.)$	$K'(.)$	$r_t^* -$ $B_2(.) / K'(.)$	Convergence de la solution W_t^a	Nombre de solutions convergentes et divergentes
$i=1$	-0.03	0.5	50	-0.04	oui	2 sol. dont 1 converge
$i=3$	0.03	2.5	50	-0.02	oui	2 sol. dont 1 converge
$i=4$	0.02	2.5	50	-0.03	oui	4 sol. dont 2 convergent
$i=6$	0.06	2.5	50	0.01	non	2 sol. dont 1 converge
$i=9$	0.09	2.5	50	0.04	non	4 sol. dont 2 convergent
$i=12$	0.12	2.5	50	0.07	non	4 sol. dont 2 convergent

Figure 4. Stabilité des équilibres









5.3. Commentaires

La stabilité de l'économie et l'hypothèse d'anticipations rationnelles du taux de change réel ne peuvent être validées simultanément que si le taux d'intérêt réel étranger est suffisamment bas et que si l'élasticité du commerce extérieur au taux de change réel est suffisamment forte. Dans ce cas les agents peuvent anticiper un équilibre stable où il y a anticipations rationnelles du taux de change et équilibre de la balance des paiements. Ce double équilibre, noté : $W_t = W_t^a$ et $X_t = X_t^w$ dans le texte, du taux de change réel et de la richesse du pays, est satisfaisant parce que les mouvements de richesse sont alors stabilisants. Lorsqu'on s'écarte de cet équilibre, on y revient. Un déficit commercial se traduit par une perte de richesse et donc une réduction de la demande qui stabilise la production et la balance commerciale. Les anticipations rationnelles sont alors compatibles avec l'équilibre de la richesse. Ce n'est plus le cas lorsque le taux d'intérêt réel est trop élevé. Il y a une bifurcation, pour une valeur critique du taux d'intérêt réel étranger, de type Pitchfork, où on passe d'un équilibre stable avec anticipations rationnelles ($X_t = X_t^w$) à un équilibre stable avec anticipations biaisées ($X_t \neq X_t^w$). Mais l'équilibre avec anticipations rationnelles devient instable. Dans cette autre situation, un léger écart par rapport à l'équilibre d'anticipations rationnelles provoque le déplacement brutal vers un nouvel équilibre où la richesse est nettement plus élevée ou plus basse que celle qui correspond aux anticipations rationnelles. On se trouve alors dans un « phénomène de Peso généralisé ». Les agents anticipent par exemple une dévaluation pour rétablir la balance des paiements. Cette dévaluation n'a jamais lieu. Cependant, l'anticipation de dévaluation provoque une hausse du taux d'intérêt réel, ce qui réduit la demande et donc fait apparaître un surplus d'exportations qui permet de financer les intérêts de la dette. Le pays est alors dans une situation permanente d'équilibre de richesse, mais les anticipations de taux de change réel sont biaisées en permanence. Si la dévaluation avait effectivement lieu, le taux d'intérêt réel baisserait et l'équilibre de la richesse ne pourrait être obtenu que par une nouvelle anticipation de dévaluation.

Il serait possible *a priori* aux agents privés d'anticiper rationnellement cette situation, mais la multiplicité des équilibres (au minimum deux) est telle que lorsque l'économie subit des chocs aléatoires, les agents privés ne peuvent se coordonner pour anticiper vers quel nouvel équilibre l'économie va converger. Les fluctuations des paramètres, comme les chocs, provoquent ainsi trois types de conséquences :

- la nature et le nombre d'équilibres sont variables au cours du temps,
- un petit choc peut provoquer un déplacement de grande ampleur vers un nouvel équilibre de nature différente (effet de « type catastrophe ») lié à la bifurcation paramétrée par le taux d'intérêt réel,
- l'économie peut à tout moment à la suite d'un choc de faible ampleur basculer vers une structure de type Ponzi ou « boule de neige », qui diverge. Dans ce cas la solution économique à ce problème ne peut être que deux types : soit une modification, de grande ampleur par rapport au choc, de la politique économique, soit l'instauration de ratios prudentiels par les agents étrangers prêteurs.

6. CONCLUSION

Les théories du taux de change supposent qu'on peut l'anticiper rationnellement. Dans ce cas on tombe, que le modèle soit linéaire ou non, dans une dynamique de type-point selle où les agents anticipent sans bulle le fondamental de marché. Or les enquêtes nous apprennent que les anticipations de taux de change ne sont pas rationnelles, et qui plus est sont biaisées : marches aléatoires et phénomène du peso. Pour décrire cette réalité, il nous semble important de considérer que les anticipations (tournées vers l'arrière ou vers l'avant) nécessitent une fonction de production et donc une formule explicite. Dans ce cas nous décrivons (nous ne montrons rien, nous cherchons seulement à signifier une réalité) une situation, qui est très fréquente avec les paramètres usuels de l'économie, qui, si elle ne peut être prédite quantitativement, peut l'être qualitativement. Dans un modèle macro-économique non linéaire, la dynamique du taux de change réel et de la richesse extérieure réelle peuvent être décrites par des cycles limites ou des situations dans lesquelles les marchés financiers anticipent constamment une revalorisation (ou une dévalorisation) du taux de change qui n'a jamais lieu. Il n'est donc pas surprenant que les anticipations soient biaisées dans la réalité. De plus il est aussi naturel que les pays n'arrivent pas à se mettre d'accord sur une coordination internationale et préfèrent dans les grandes zones les changes flexibles. Outre la difficulté à déterminer le taux de change réel d'équilibre à la Williamson à cause de la boucle prix-salaire et du capital, s'ajoute l'incapacité des marchés à déterminer concrètement un taux de change réel unique d'équilibre.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BENASSY A. ET H. RAYMOND (1996) : « Les erreurs de prévision de change ont-elles des caractéristiques hétérogènes ? », *Economie et Prévision*, n°25, vol 4, pp. 137-158.

BENASSY J. P. (1984) : « *Macroéconomie et théorie du déséquilibre* », chapitre 11, un modèle de cycle, Dunod, Paris, 1984, pp 155-166.

BRANSON W.H. (1979) : « Exchange Rate Dynamics and Monetary Policy », in « *Inflation and Employment in an Open Economy* », Lindbeck ed., North-Holland, Amsterdam.

DE GRAUWE P. ET H. DEWACHTER (1993) : « A chaotic Monetary Model of the Exchange Rate », in « *Open Economy Macroeconomics* », H. Frisch and A. Wörgötter eds, pp 353-376.

EICHENGREEN B. ET CH. WYPLOSZ (1994) : « Pourquoi le SME a explosé et comment le relancer , », *Revue Economique*, vol. 45, N°3, mai, pp. 673-687.

FRANKEL J.A. ET K.A. FROOT (1986) : « Using Survey Data to test Standard Propositions Regarding Exchange Rate Expectations », *American Economic Review*, vol. 77, N°1, mars.

GUCKENHEIMER J. ET P. HOLMES (1993) : « *Non-linear Oscillations, Dynamical Systems, and Bifurcations of Vector Fields* », Springer Verlag, New York, USA.

GROSSMAN S.J. ET J. STIGLITZ (1980) : « On the Impossibility of Informationally Efficient Markets », *American Economic Review*, vol. 70, juin, pp.393-408.

ITO T. (1990) : « Foreign Exchange Rate Expectations : Micro Survey Data », *American Economic Review*, juin.

MEESE R. ET K. ROGOFF (1983) : « Empirical Exchange Rate Models in the Seventies : Do They Fit out of Sample , », *Journal of International Economics*, vol. 14, pp. 3-24.

MUSSA M.L. (1976) : « The Exchange Rate, the Balance of Payments and Fiscal Policy under a Regime of Controlled Financing », *Scandinavian Journal of Economics*, vol. 78, pp. 229-248.

OBSTFELD M. (1988) : « Competitiveness, Realignment and Speculation : the Role of Financial Markets », in « *The European Monetary System* », F. Giavazzi, S. Micossi, M. Miller eds., Cambridge, UK, Cambridge University Press, 1988, pp. 232-247.