

IAG Working paper

**POUVOIR PREDICTIF ET PROFITABILITE DES FIGURES  
CHARTISTES: APPLICATION AU MARCHE DES CHANGES  
EURO/DOLLAR**

Walid Ben Omrane<sup>1</sup> et Hervé Van Oppens<sup>2</sup>

Juin, 2003

**Résumé**

Ce papier étudie la sensibilité de la prévisibilité et de la profitabilité des figures chartistes aux fréquences d'observations, types de cours et à la nature des méthodes de détection sur le marché des changes euro/dollar. Les différentes figures étudiées présentent un pouvoir prédictif supérieur à 50% et l'adoption des règles de trading sous-jacentes aux figures génère des profits significatifs. Nous concluons également à l'intérêt de l'adoption d'une méthode de détection des figures chartistes tenant compte des cours les plus hauts et les plus bas. L'utilisation du cours MID semble aussi le plus approprié pour générer des profits significatifs. Par contre, le choix de la fréquence d'observations dépend principalement de l'horizon d'intervention des traders.

*Mots Clés:* marché des changes, figures chartistes, profitabilité, données de haute fréquence.

*Classification JEL:* C13, C14, F31

---

1. Unité Finance, Département d'Administration et de Gestion (IAG), Université Catholique de Louvain (UCL). Adresse de correspondance: IAG, Place des Doyens, 1, B-1348 Louvain-La-Neuve, Belgique. Tél: +32 10 47 84 49. Fax: +32 10 47 83 24. Email: benomrane@fin.ucl.ac.be.

2. Unité Finance, Département d'Administration et de Gestion (IAG), Université Catholique de Louvain. Adresse de correspondance: IAG, Place des Doyens, 1, B-1348 Louvain-La-Neuve, Belgique. Tél: +32 10 47 84 51. Fax: +32 10 47 83 24. Email: vanoppens@fin.ucl.ac.be.

Les auteurs remercient particulièrement les Professeurs Luc Bauwens, Eric Debodt et Nihat Aktas ainsi que les participants au 20ème conférence internationale de L'AFFI (Lyon) pour leurs commentaires avisés.

# 1 Introduction

L'analyse technique est la plus ancienne méthode pratiquée pour analyser le comportement des marchés. Selon Murphy (1999), elle est définie comme étant l'étude de l'évolution des cours sur un marché, principalement sur la base de graphiques, dans le but de prévoir les futures tendances. Selon Béchu and Bertrand (1999) trois grandes catégories de méthodes peuvent être distinguées. Premièrement, l'analyse technique traditionnelle est entièrement fondée sur l'étude des graphiques et le repérage de figures chartistes telles que le tête-épaules. Deuxièmement, l'analyse technique moderne est composée de méthodes plus 'quantitatives', telles que les moyennes mobiles, les oscillateurs<sup>1</sup>,... La troisième catégorie, qualifiée de philosophique, a une ambition bien plus grande que la simple explication des phénomènes de marché. L'exemple le plus connu est certainement la célèbre théorie d'Elliott (pour plus de détails voir Prost and Prechter, 1985) qui prétend que tout mouvement du marché peut s'analyser en huit phases, dont cinq d'impulsion et trois de correction.<sup>2</sup>

Dans ce papier, nous nous intéressons à l'approche traditionnelle de l'analyse technique et plus particulièrement aux figures chartistes. Ces dernières ont fait l'objet de nombreuses investigations, notamment celles menées par Levy (1971), Osler (1998), Dempster and Jones (1998a), Chang and Osler (1999) et Lo, Mamaysky, and Wang (2000). Ces études se sont axées principalement sur la profitabilité des règles de trading correspondants à chaque figure chartiste mais également au contenu informatif qui en découle. La plupart de ces études aboutissent à la même conclusion, à savoir la non-profitabilité des stratégies ou règles de trading relatives aux figures chartistes. Cependant, Lo, Mamaysky, and Wang (2000) concluent que ces dernières présentent un contenu informationnel. La majorité de ces études utilisent des données journalières. Pour notre part, nous nous intéressons à l'utilisation de ces figures chartistes sur des données intra-journalières. Nous pensons que ces figures peuvent être sensibles aux fréquences d'observations (5, 15, 30 et 60 minutes), types de prix (acheteur, vendeur ou moyen) et aux méthodes pour les détecter.

Dans cette étude, nous analysons la sensibilité des figures chartistes à ces différents facteurs en termes de pouvoir prédictif mais également de profitabilité. Nous comparons, en effet, les résultats obtenus selon ces deux critères pour deux méthodes de détection des figures. La première méthode utilise uniquement les cours dits de clôture de chaque intervalle de temps, c'est-à-dire les cours déduits aux extrémités des intervalles, tandis que la seconde utilise les cours les plus hauts et les plus bas de chaque intervalle.

Nos résultats montrent qu'en général les figures chartistes sont sensibles aux fréquences d'observations, type de cours et à la méthode de détection. Toutes

---

1. Un oscillateur est la représentation graphique de la transformation des cours. Il permet de déterminer les tensions du marché et fonctionne souvent comme une fonction dérivée.

2. Une phase d'impulsion est une phase de hausse et une phase de correction est une phase de baisse.

les figures chartistes sont profitables, ce qui peut expliquer pourquoi les traders utilisent ce type d'approche pour opérer sur le marché des changes euro-dollar. Les figures en triangle semblent être les plus profitables mais également celles possédant le meilleur pouvoir prédictif. Nous concluons également à l'intérêt de l'utilisation des cours les plus hauts et les plus bas (la deuxième méthode) car cette méthode procure un profit significativement supérieur à celui obtenu quand seuls les cours de clôture (la première méthode) sont utilisés. Cependant, en terme de profit ajusté au risque, la deuxième méthode est préférée à la première seulement lorsqu'il s'agit des cours moyens (MID). Les cours les plus hauts et les plus bas auraient par conséquent un contenu informationnel profitable.

Nous considérons l'approche tenant compte des cours les plus hauts et les plus bas comme étant la plus profitable. Le choix de la fréquence d'observations dépend principalement de l'horizon d'intervention des traders: l'utilisation d'une fréquence d'observation élevée procure des petits profits mais limite le temps pendant lequel la position du trader est ouverte, tandis que l'utilisation d'une fréquence plus faible augmente le profit mais entraîne une durée plus longue de détention d'une position.

Ce papier comporte en plus de l'introduction, six sections. La section 2 est consacrée à la présentation des études qui se sont focalisées sur l'analyse technique en général et les figures chartistes en particulier. La section suivante présente la méthodologie adoptée pour la reconnaissance des différentes figures chartistes, selon la méthode de détection choisie et selon la définition de chaque figure. Cette section présente également les deux critères qui vont servir lors de l'analyse empirique, à savoir le critère de prévisibilité et celui de profitabilité. La section 4 présente la modélisation des méthodes adoptées pour détecter les figures chartistes. La section 5 introduit les données utilisées dans l'étude ainsi que leur traitement préalable. Les résultats des estimations et les commentaires sont donnés dans la section 6. Enfin, nous concluons dans la section 7.

## 2 L'analyse technique

L'analyse technique est largement utilisée en pratique. Selon Cheung and Wong (1999), 25 à 30 % des traders sur le marché des changes basent leurs analyses uniquement sur des signaux provenant de l'analyse technique. Plus largement, selon Taylor and Allen (1992), l'analyse technique semble être utilisée comme première ou seconde source d'information par plus de 90 % des dealers du marché des changes basés à Londres. De plus, elle serait jugée à 60 % comme étant aussi importante que l'analyse fondamentale<sup>3</sup>. Une très grande proportion estime les approches fondamentales et techniques comme étant complémentaires. L'étude de Menkhoff (1998) montre également que plus de la moitié des professionnels actifs sur le marché des changes allemand donnent plus de poids à l'information que

---

3. L'analyse fondamentale est une méthode d'évaluation, qui examine les facteurs discriminants, appelés fondamentaux, qui affectent les cours observés dans l'optique de déterminer leur valeur intrinsèque.

leur procure l'analyse 'non-fondamentale', à savoir l'analyse technique et les flux d'ordre. Par ailleurs, Lui and Mole (1998) ont montré que l'analyse technique est la méthode la plus utilisée pour un horizon court terme sur le marché des changes de Hong Kong.

Malgré sa large utilisation par les professionnelles, les académiciens ont historiquement négligé l'analyse technique, principalement parce que cette dernière est en désaccord avec l'une des hypothèses les plus fondamentales en finance, à savoir l'hypothèse d'efficacité des marchés. En effet, l'hypothèse d'efficacité (semi-forte) prévoit que toute l'information publiquement disponible doit se refléter dans le prix de l'actif. Ainsi, selon cette hypothèse, l'analyse technique, qui se base entièrement sur l'observation de l'historique des prix, à savoir de l'information publique, ne pourrait donc pas prédire l'évolution future des prix.

Devant cet état de controverse, de nombreux chercheurs ont entrepris des études portant sur l'analyse technique. L'une des études les plus connues sur le sujet est celle réalisée par Brock, Lakonishok, and LeBaron (1992), qui conclut à l'intérêt de l'utilisation de deux des règles de trading les plus simples et les plus populaires: le croisement de moyenne mobile et la technique des filtres<sup>4</sup>. En effet, cette étude montre que l'utilisation des stratégies sous-jacentes à ces méthodes est profitable (en terme de différence entre cours acheteur et vendeur et selon la nature de l'opération: achat ou vente). Parmi les études qui se sont axées sur ces règles de trading simples appliquées aux marchés des changes, nous pouvons citer Dooley and Shafer (1984), Sweeney (1986), Levich and Thomas (1993), Neely (1997), LeBaron (1999). Par ailleurs, les études menées par Ready (1997), Andrada-Felix, Fernandez-Rodriguez, and Sosvilla-Rivero (1995) et Detry (2001) se sont intéressées aux marchés des actions.

En plus des règles de trading simples telles que celles sous-jacentes au croisement de moyennes mobiles ou provenant de filtres, l'analyse technique foisonne de méthodes pour estimer l'évolution future d'un cours. Ces dernières ont également fait l'objet d'études empiriques. Jensen (1970) teste empiriquement la règle de trading 'relative strength'<sup>5</sup>. Le profit estimé pour cette règle n'est pas significativement supérieur à celui obtenu par une stratégie de type 'Buy and Hold', qui consiste à acheter l'actif au début d'une période déterminée et à le détenir jusqu'à la fin de celle-ci. Osler (2000) aboutit à un pouvoir prédictif des supports et résistances<sup>6</sup> relatifs aux cours de change intra-journaliers en utilisant les signaux publiés par six participants actifs sur ce marché. D'autres études ont eu recours à l'utilisation d'algorithmes génétiques pour développer des règles de trading susceptibles de faire des prévisions génératrices de profits, tel que Neely, Weller, and

---

4. Cette méthode consiste à prendre des positions, longues ou courtes, suite à une variation du cours d'un pourcentage, correspondant au filtre.

5. Après avoir calculé le ratio  $P_t/\bar{P}_t$  où  $\bar{P}_t$  correspond à la moyenne des cours précédant le moment  $t$ , la règle de trading consiste à acheter l'actif si ce ratio est supérieur à une valeur déterminée et le vendre si cette dernière atteint un certain seuil.

6. Une droite de support (résistance) est la droite sur laquelle rebondit le cours lors d'un mouvement haussier (baissier).

Dittmar (1997), Neely and Weller (1999), Dempster and Jones (1998b). Blume, Easley, and O'Hara (1994) montrent qu'une séquence de volumes et de prix peut être informative, présentant de cette manière une évidence quant à l'utilisation de l'analyse technique basée sur les volumes.

A part ces études axées principalement sur des relations linéaires, diverses études se sont orientées vers l'analyse des figures chartistes, définies comme étant des configurations diverses non linéaires. Les figures chartistes, selon Murphy (1999) et Béchu and Bertrand (1999), détiennent un pouvoir prédictif qui permet ainsi aux traders qui les emploient de développer des stratégies de trading en vue d'obtenir un profit. En général, les figures chartistes sont donc analysées en terme de profitabilité. Les contributions dans la littérature à l'analyse de ces figures sont au nombre de cinq. Levy (1971) analyse le pouvoir prédictif de configurations basées sur des séquences de cinq points et conclut, après avoir pris en compte les coûts de transactions, à la non profitabilité de ces dernières. Osler (1998) analyse plus précisément la figure la plus connue en analyse chartiste, à savoir le tête-épaules<sup>7</sup>. Elle souligne le fait que les agents utilisant cette figure pour opérer sur les marchés doivent être qualifiés de 'noise traders' car le volume de transaction observé lors de leurs opérations est particulièrement élevé et leurs transactions non profitables. Dempster and Jones (1998a) et Chang and Osler (1999) aboutissent aux mêmes conclusions concernant la profitabilité des règles de trading relatives aux figures chartistes. Par contre, Lo, Mamaysky, and Wang (2000) se sont intéressés au contenu informationnel de diverses figures chartistes et concluent que ces dernières possèdent un contenu informatif significatif qui affectent les rendements.

Notre étude va pour sa part s'intéresser à analyser douze figures chartistes appliquée au marché des changes de l'euro-dollar. Le choix du marché des changes semble approprié pour tester des signaux techniques, étant donné " *son importance liquidité, ses faibles fourchettes entre prix offert et prix demandé, et un système de trading décentralisé sans interruption de 24 heures*"<sup>8</sup>. Les études précédemment citées qui ont analysé les figures chartistes sur le marché des changes ont eu recours à différentes méthodes de détection des extremums locaux formant les figures chartistes et se sont intéressés à divers types de prix, à savoir le prix acheteur (bid), le prix vendeur (ask) ou le prix moyen (mid), et selon différentes fréquences d'observations. Cette diversité rend intéressante, en termes de profitabilité, l'étude de l'hypothèse de sensibilité des figures chartistes aux éléments cités (méthodes de détection, types de prix, fréquences d'observations). Notre étude consiste par conséquent à étudier la sensibilité des figures chartistes par rapport à la méthode de détection des extremums locaux, par rapport aux types de prix et à la fréquence d'observation de ces derniers. Cette étude analyse les figures chartistes uniquement sur des données intra-journalières. Elle permet ainsi de ne pas réfuter l'hypothèse d'efficience des marchés étant donné qu'un grand nombre d'auteurs s'accordent à penser que les marchés seraient temporellement inefficients à très court terme : il

---

7. Cette figure ainsi que 11 autres sont définies dans la section 3.2.

8. Cfr Chang and Osler (1999) p.638.

existerait un décalage entre l'avènement d'une nouvelle information et son incorporation dans les prix.

Un autre intérêt de notre étude est l'analyse de l'apport informationnel procuré par les cours les plus hauts (High) et les plus bas (Low) d'un intervalle de temps donné. En effet, dans le cas de l'analyse des figures chartistes, hormis Osler (1998) et Chang and Osler (1999) qui ont touché quelque peu à ce type de données lors de leurs analyses de sensibilité, aucune étude ne s'est centrée sur l'intérêt qui pourrait provenir de l'utilisation des cours les plus hauts et des cours les plus bas. Or en pratique, la majorité des professionnels de l'analyse technique utilise ce type de données lors de leur analyse. De plus, d'autres études ont montré que ces cours avaient un contenu informationnel. Fiess and MacDonald (1999) ont suggéré l'existence d'une relation structurelle entre les cours high, low et de clôture sur le marché des changes. Fiess and MacDonald (2002) concluent également à l'intérêt de l'utilisation des cours High et Low. Dans notre étude, nous analysons par conséquent la sensibilité des figures chartistes à l'utilisation ou non des cours les plus hauts et les plus bas d'un intervalle de temps donné. Pour cela, nous développons une nouvelle méthode de détection des extremums locaux.

### 3 La méthodologie

#### 3.1 Les méthodes de détection des extremums locaux

L'objectif de notre travail est de détecter et d'étudier, sur le marché des changes, des formes particulières et non linéaires. Ces formes, appelées figures chartistes, constituent un volet de l'analyse technique et sont couramment utilisées par les traders dans le but de compléter leur analyse fondamentale<sup>9</sup>. Ces figures disposent selon Murphy (1999) et Béchu and Bertrand (1999) d'un pouvoir prédictif, permettant ainsi aux traders qui les emploient de développer des stratégies de trading en vue d'obtenir un profit. Les différentes figures étudiées sont donc analysées en termes de pouvoir prédictif et de profitabilité. Le profit est procuré suite à l'application de la règle de trading sous-jacente à l'observation de chacune des figures. Notre étude s'intéresse particulièrement à la sensibilité des figures à différents facteurs, tels que le type de cours, la fréquence d'observation ainsi que la méthode de détection de ces figures.

Chacune des figures chartistes peut être caractérisée uniquement par une série particulière d'extremums locaux<sup>10</sup>, ou plus précisément de maximums et de minimums locaux en alternance<sup>11</sup>. Par conséquent, dans l'élaboration d'un processus de détection de ces différentes figures, il est nécessaire de tout d'abord déterminer les extremums locaux qui composent la figure. La détection de ces derniers se fait dans notre méthodologie en deux étapes. De manière abrégée, la première étape

---

9. Sur le marché des changes, cette analyse se base sur l'étude de l'effet de l'information publique et privée, notamment des annonces et des flux d'ordres.

10. La définition précise de la séquence d'extremums relative à chaque figure est explicitée dans la section 3.2.

11. La dérivée de la courbe passant par ces extremums change de signe à chaque extremum.

consiste à lisser les données et à déterminer sur ce lissage les extremums locaux. Dans la seconde étape, nous déterminons les extremums correspondant sur la série initiale.

La première étape consiste ainsi à estimer une fonction de lissage des cours par la méthode du noyau, plus précisément par le biais d'une kernel Nadaraya-Watson (voir section 4.1).<sup>12</sup> Procéder de cette façon contribue à lisser nos observations et à éliminer tous les bruits qui les caractérisent tout en sauvegardant leur caractère non linéaire et irrégulier<sup>13</sup>.

Dans notre étude, entre autres, nous comparons l'intérêt ou non de l'utilisation des cours les plus hauts et ceux les plus bas par intervalle de temps. D'une part, s'intéresser à ces cours revient à se rapprocher davantage de la pratique au sein du marché. Les traders qui ont recours au chartisme utilisent, dans le cadre de leur analyse, des graphiques en bâtonnets ou bar charts.<sup>14</sup> D'autre part, Fiess and MacDonald (2002) montrent que les cours les plus hauts et les plus bas présentent un contenu informatif lié à la variation de la structure de la demande et de l'offre. De plus, ils concluent que ces deux cours présentent des caractéristiques statistiques différentes et que la différence constitue une mesure adéquate de la volatilité. Selon l'utilisation ou non de ces cours, la méthodologie de détection des extremums locaux doit donc être adaptée.

Dans le cas où seuls les cours dits de clôture<sup>15</sup> sont utilisés, la série chronologique représentant ces derniers est lissée via l'estimation d'une kernel Nadaraya-Watson. Après cette estimation, nous déterminons les extremums en cherchant les moments où la dérivée de la fonction de lissage estimée change de signe. Cette manière d'opérer assure ainsi l'alternance entre maximums et minimums. La seconde étape de notre méthodologie est de 'trouver' les extremums correspondant sur la série initiale<sup>16</sup>. Ainsi, une fois déterminer un maximum (minimum) sur la courbe lissée, nous retenons sur la courbe originale le maximum (minimum) des cours correspondant au moment du maximum (minimum) de la courbe lissée et des deux cours entourant ce dernier.

---

12. Avant de retenir la méthode du noyau comme un moyen de lissage, nous avons eu recours à d'autres techniques de lissage notamment les splines cubiques et les approximations polynomiales. Dans le cadre du marché des changes, la première méthode nous a semblé plus efficace.

13. Cette méthode de lissage, utilisée dans le but de détecter des figures chartistes, fut également adoptée par Lo, Mamaysky, and Wang (2000). D'autres méthodes ont été utilisées dans le même cadre d'analyse par Levy (1971), Osler (1998), Dempster and Jones (1998a) et Chang and Osler (1999). Leur méthode consiste à fixer comme extremum local chaque cours qui a subi préalablement une baisse ou une hausse d'une proportion donnée.

14. Béchu and Bertrand (1999) stipulent qu'une des grosses lacunes des courbes continues est leur imprécision et la non utilisation de toutes les données disponibles. Elles représentent les derniers cours par intervalle de temps alors que ces derniers ne sont pas forcément représentatifs des intervalles correspondants. Le graphique en bâtonnets ou le bar chart permet de représenter toute l'information disponible sur les cours (plus bas, plus haut, le premier et le dernier) sur un simple bâtonnet.

15. Il s'agit en fait de cours régulièrement espacés représentant le dernier cours de chaque intervalle.

16. Nous utiliserons par la suite le terme de 'projection'.

Dans le cas de l'utilisation des cours les plus hauts et ceux les plus bas, la méthode doit être adaptée, les maximums locaux doivent être déterminés sur les cours high et les minimums sur les cours low. Nous lisons par conséquent les deux séries de prix et déterminons pour chacune les extremums nécessaires en repérant les moments de changement de signes de chaque dérivée. Lors du repérage des cours correspondant sur les séries originelles, nous nous assurons d'avoir bien alternance entre maximums sur le cours high et minimums sur le cours low. Nous prenons tout d'abord le premier extremum observé que nous projetons. Si ce dernier est un maximum (minimum), nous alternons ensuite entre une projection sur les cours low (high) suivie d'une sur les cours high (low) et ainsi de suite.

Ces méthodes de détection sont effectuées pour différentes fenêtres d'observation, dont chacune comprend un nombre fini d'observations. Nous définissons une fenêtre 'glissante' qui parcourt toute la série des cours avançant avec un pas d'une seule observation. Pour chaque fenêtre, nous appliquons la méthode de détection des extremums et regardons si l'une des séquence d'extremums obtenues correspond à la définition d'une des figures chartistes. L'intérêt de l'utilisation d'une fenêtre mouvante est de se concentrer sur les configurations qui se sont développées entièrement dans cette fenêtre et donc de supprimer le risque de biais dû au fait que nous disposons de l'évolution future du cours. Autrement dit, en utilisant une fenêtre glissante, nous nous assurons que l'évolution du cours suite à la détection d'une figure n'est pas connue au moment du repérage de cette dernière. La figure chartiste n'est retenue, par conséquent, que si son allure commence et se termine dans la même fenêtre. En mettant en place un test de filtrage des figures retenues, aucune figure chartiste n'est retenue plus d'une fois.

### 3.2 Définitions des figures chartistes

En se basant sur des ouvrages de référence en analyse technique tels que Murphy (1999) et Béchu and Bertrand (1999), nous proposons la définition de six paires de figures chartistes, soit douze figures. Toutes ces figures sont définies à partir d'une séquence particulière d'extremums locaux, extremums déterminés via l'application des méthodes présentées dans la section 4.

Afin de définir de manière rigoureuse chacune des figures, quelques notations doivent être introduites. A partir d'une série de cours  $P_t$ , notons respectivement  $E_i : i = 1, \dots, I$  l'extremum  $i$  d'une séquence composée de  $I$  extremums et  $t_{E_i}$  le moment de son observation. La pente  $p(E_i, E_j)$  de la droite passant par  $E_i$  et  $E_j$  et l'ordonnée en  $t_k$  d'un point de cette même droite,  $V_{t_k}(E_i, E_j)$ , doivent également être définies:

$$p(E_i, E_j) = \frac{E_j - E_i}{t_{E_j} - t_{E_i}} \quad (1)$$

$$V_{t_k}(E_i, E_j) = E_i + (t_k - t_{E_i}) \times p(E_i, E_j) \quad (2)$$



A présent, nous pouvons définir de manière quantitative les différentes figures charistiques. Nous présentons en annexe les graphiques représentant les différentes figures théoriques et observées. Les figures 1 et 2 représentent des exemples de figures théoriques tandis que les figures 4, 5 et 6 représentent les figures que nous avons pu observés via l'application de notre méthodologie. Les graphiques théoriques servent principalement d'aide à la compréhension des définitions quantitatives qui suivent.

### 3.2.1 Tête-épaules et tête-épaules inversé

**Définition 1:** *Tête-épaules (hs)*

Un tête-épaules (*hs*) est caractérisé par une séquence de 5 extremums  $\{E_i : i = 1, \dots, 5\}$  telle que:

$$hs \equiv \begin{cases} E_1 > E_2 & \text{(a)} \\ E_3 > E_1, E_3 > E_5 & \text{(b)} \\ |p(E_1, E_5)| \leq \tan(10^\circ) & \text{(c)} \\ |p(E_2, E_4)| \leq \tan(10^\circ) & \text{(d)} \\ 0.9 \leq \frac{E_1 - V_{t_{E_1}}(E_2, E_4)}{E_5 - V_{t_{E_5}}(E_2, E_4)} \leq 1.1 & \text{(e)} \\ 1.1 \leq \frac{h}{s} \leq 2.5 & \text{(f)} \\ \frac{1}{2} \leq \frac{t_{E_2} - t_d}{t_f - t_{E_4}} \leq 2 & \text{(g)} \\ \frac{1}{2} \leq \frac{t_{E_4} - t_{E_2}}{m} \leq 2 & \text{(h)} \\ (P_{t_d} - P_{t_{min}}) \geq \frac{2}{3} \times h & \text{(i)} \end{cases}$$

où

- $h$  désigne la hauteur de la tête:  $h = E_3 - V_{t_{E_3}}(E_2, E_4)$
- $s$  désigne la hauteur moyenne des deux épaules:  $s = \frac{(E_1 - V_{t_{E_1}}(E_2, E_4)) + (E_5 - V_{t_{E_5}}(E_2, E_4))}{2}$
- $t_d$  désigne le moment où débute la figure:  $t_d = \max_t (P_t \leq V_t(E_2, E_4), t < t_{E_1})$
- $t_f$  désigne le moment où s'achève la figure:  $t_f = \min_t (P_t \leq V_t(E_2, E_4), t > t_{E_5})$
- $m$  désigne le temps moyen de formation des épaules:  $m = \frac{(t_{E_2} - t_d) + (t_f - t_{E_4})}{2}$
- $P_{t_{min}}$  désigne le plus petit cours observé dans l'intervalle  $[t_{d-(f-d)}, \dots, t_d]$ :  $P_{t_{min}} = \min(P_t) \mid t_{d-(f-d)} \leq t \leq t_d$

Si une séquence d'extremums satisfait ces conditions, nous avons bien un tête-épaules. Cette figure a probablement un pouvoir prédictif et prédit que le cours suite à la formation de la figure doit descendre d'au moins la hauteur de la tête. Cet 'objectif' doit être atteint dans l'intervalle  $[t_f, \dots, t_{f+(f-d)}]$ . Ainsi le cours est sensé au moins atteindre  $P(obj)$ :

$$P(obj) = P_{t_f} - h \quad (3)$$

La forme du tête-épaules inversé (*ih*) est parfaitement symétrique en comparaison avec le tête-épaules.

**Définition 2:** *Tête-épaules inversé (ih)*

Un tête-épaules inversé (*ih*) est caractérisé par une séquence de 5 extremums  $\{E_i : i = 1, \dots, 5\}$  telle que:

$$ihs \equiv \begin{cases} E_1 < E_2 & \text{(a)} \\ E_3 < E_1, E_3 < E_5 & \text{(b)} \\ |p(E_2, E_4)| \leq \tan(10^\circ) & \text{(c)} \\ |p(E_1, E_5)| \leq \tan(10^\circ) & \text{(d)} \\ 0.9 \leq \frac{V_{t_{E_1}}(E_2, E_4) - E_1}{V_{t_{E_5}}(E_2, E_4) - E_5} \leq 1.1 & \text{(e)} \\ 1.1 \leq \frac{h}{s} \leq 2.5 & \text{(f)} \\ \frac{1}{2} \leq \frac{t_{E_2} - t_d}{t_f - t_{E_4}} \leq 2 & \text{(g)} \\ \frac{1}{2} \leq \frac{t_{E_4} - t_{E_2}}{m} \leq 2 & \text{(h)} \\ (P_{t_{max}} - P_{t_d}) \geq \frac{2}{3} \times h & \text{(i)} \end{cases}$$

où

- $h$  désigne la hauteur de la tête :  $h = V_{t_{E_3}}(E_2, E_4) - E_3$
- $s$  désigne la hauteur moyenne des deux épaules :  $s = \frac{(V_{t_{E_1}}(E_2, E_4) - E_1) + (V_{t_{E_5}}(E_2, E_4) - E_5)}{2}$
- $t_d$  désigne le moment où débute la figure :  $t_d = \max_t (P_t \geq V_t(E_2, E_4), t < t_{E_1})$
- $t_f$  désigne le moment où s'achève la figure :  $t_f = \min_t (P_t \geq V_t(E_2, E_4), t > t_{E_5})$
- $m$  désigne le temps moyen de formation des épaules :  $m = \frac{(t_{E_2} - t_d) + (t_f - t_{E_4})}{2}$
- $P_{t_{max}}$  désigne le plus haut cours observé dans l'intervalle  $[t_{d-(f-d)}, \dots, t_d]$  :  $P_{t_{max}} = \max(P_t) \mid t_{d-(f-d)} \leq t \leq t_d$

La tendance future suite à la figure doit être normalement haussière. Ainsi, dans l'intervalle de temps  $[t_f, \dots, t_{f+(f-d)}]$ , le cours doit avoir au moins atteint  $P(obj)$ :

$$P(obj) = P_{t_f} + h \quad (4)$$

### 3.2.2 Double-Top et Double-Bottom

**Définition 3:** *Double-Top (dt)*

Un double-top (*dt*) est caractérisé par une séquence de trois extremums  $\{E_i : i = 1, \dots, 3\}$ , telle que :

$$dt \equiv \begin{cases} E_1 > E_2 \\ \frac{E_1 - E_2}{V_{t_{E_2}}(E_1, E_3) - E_2} = 1 \\ \frac{E_3 - E_2}{V_{t_{E_2}}(E_1, E_3) - E_2} = 1 \\ \frac{1}{2} \leq \frac{t_{E_2} - t_d}{(t_f - t_d)/2} \leq 2 \\ \frac{1}{2} \leq \frac{t_f - t_{E_2}}{(t_f - t_d)/2} \leq 2 \\ (P_{t_d} - P_{t_{min}}) \geq \frac{2}{3} \times (V_{t_{E_2}}(E_1, E_3) - E_2) \end{cases}$$

où,

- $t_d$  désigne le moment où débute la figure :  $t_d = \max_t (P_t \leq E_2, t < t_{E_1})$
- $t_f$  désigne le moment où s'achève la figure :  $t_f = \min_t (P_t \leq E_2, t > t_{E_3})$
- $P_{t_{min}}$  désigne le plus petit cours observé dans l'intervalle  $[t_{d-(f-d)}, \dots, t_d]$  :  $P_{t_{min}} = \min(P_t) \mid t_{d-(f-d)} \leq t \leq t_d$

Suite à cette figure, la tendance est sensée être baissière et le cours doit normalement atteindre  $P(obj)$  dans l'intervalle  $[t_f, \dots, t_{f+(f-d)}]$ :

$$P(obj) = P_{t_f} - (V_{t_{E_2}}(E_1, E_3) - E_2) \quad (5)$$

La figure double-bottom est l'image symétrique du double-top.

**Définition 4: Double-Bottom (db)**

Un double-bottom (*db*) est caractérisé par une séquence de trois extremum;  $\{E_i : i = 1, \dots, 3\}$ , tel que :

$$dt \equiv \begin{cases} E_1 < E_2 \\ \frac{E_2 - E_1}{E_2 - V_{t_{E_2}}(E_1, E_3)} = 1 \\ \frac{E_2 - E_3}{E_2 - V_{t_{E_2}}(E_1, E_3)} = 1 \\ \frac{1}{2} \leq \frac{t_{E_2} - t_d}{(t_f - t_d)/2} \leq 2 \\ \frac{1}{2} \leq \frac{t_f - t_{E_2}}{(t_f - t_d)/2} \leq 2 \\ (P_{t_{max}} - P_{t_d}) \geq \frac{1}{2} \times (E_2 - V_{t_{E_2}}(E_1, E_3)) \end{cases}$$

où,

- $t_d$  désigne le moment où débute la figure :  $t_d = \max_t (P_t \geq E_2, t < t_{E_1})$
- $t_f$  désigne le moment où s'achève la figure :  $t_f = \min_t (P_t \geq E_2, t > t_{E_3})$
- $P_{t_{max}}$  désigne le plus haut cours observé dans l'intervalle  $[t_{d-(f-d)}, \dots, t_d]$  :  $P_{t_{max}} = \max(P_t) \mid t_{d-(f-d)} \leq t \leq t_d$

L'objectif, suite à cette figure est normalement haussier :

$$P(obj) = P_{t_f} + (E_2 - V_{t_{E_2}}(E_1, E_3)) \quad (6)$$

### 3.2.3 Triple-Top et Triple-Bottom

**Définition 5: Triple-Top (tt)**

Un triple-top (*tt*) est caractérisé par une séquence de cinq extremums  $\{E_i : i = 1, \dots, 5\}$ , telle que :

$$tt \equiv \begin{cases} E_1 > E_2 \\ |p(E_1, E_5)| \leq tg(10^\circ) \\ |p(E_2, E_4)| \leq tg(10^\circ) \\ 0.9 \leq \frac{h}{E_1 - V_{t_{E_1}}(E_2, E_4)} \leq 1.1 \\ 0.9 \leq \frac{h}{E_5 - V_{t_{E_5}}(E_2, E_4)} \leq 1.1 \\ \frac{1}{2} \leq \frac{t_{E_2} - t_d}{(t_f - t_d)/3} \leq 2 \\ \frac{1}{2} \leq \frac{t_{E_4} - t_{E_2}}{(t_f - t_d)/3} \leq 2 \\ \frac{1}{2} \leq \frac{t_f - t_{E_4}}{(t_f - t_d)/3} \leq 2 \\ (P_{t_d} - P_{t_{min}}) \geq \frac{2}{3} \times h \end{cases}$$

où

- $h$  désigne la hauteur du triple-top :  $h = E_3 - V_{t_{E_3}}(E_2, E_4)$

- $t_d$  désigne le moment où débute la figure :  $t_d = \max_t (P_t \leq V_t(E_2, E_4), t < t_{E_1})$
- $t_f$  désigne le moment où s'achève la figure :  $t_f = \min_t (P_t \leq V_t(E_2, E_4), t > t_{E_5})$
- $P_{t_{min}}$  désigne le plus petit cours observé dans l'intervalle  $[t_{d-(f-d)}, \dots, t_d]$  :  $P_{t_{min}} = \min(P_t) | t_{d-(f-d)} \leq t \leq t_d$

Suite à la formation de la figure, le cours devrait descendre au moins jusqu'à  $P(obj)$  durant l'intervalle  $[t_f, \dots, t_{f+(f-d)}]$ :

$$P(obj) = P_{t_f} - h \quad (7)$$

De manière similaire, le triple-bottom est la figure symétrique.

**Définition 6: Triple-Bottom ( $tb$ )**

Un triple-bottom ( $tb$ ) est caractérisé par une séquence de cinq extremums  $\{E_i : i = 1, \dots, 5\}$ , telle que :

$$tb \equiv \begin{cases} E_1 < E_2 \\ |p(E_2, E_4)| \leq tg(10^\circ) \\ |p(E_1, E_5)| \leq tg(10^\circ) \\ 0.9 \leq \frac{h}{V_{t_{E_1}}(E_2, E_4) - E_1} \leq 1.1 \\ 0.9 \leq \frac{h}{V_{t_{E_5}}(E_2, E_4) - E_5} \leq 1.1 \\ \frac{1}{2} \leq \frac{t_{E_2} - t_d}{(t_f - t_d)/3} \leq 2 \\ \frac{1}{2} \leq \frac{t_{E_4} - t_{E_2}}{(t_f - t_d)/3} \leq 2 \\ \frac{1}{2} \leq \frac{t_f - t_{E_4}}{(t_f - t_d)/3} \leq 2 \\ (P_{t_{max}} - P_{t_d}) \geq \frac{2}{3} \times h \end{cases}$$

où

- $h$  désigne la hauteur du triple-top :  $h = V_{t_{E_3}}(E_2, E_4) - E_3$
- $t_d$  désigne le moment où débute la figure :  $t_d = \max_t (P_t \geq V_t(E_2, E_4), t < t_{E_1})$
- $t_f$  désigne le moment où s'achève la figure :  $t_f = \min_t (P_t \geq V_t(E_2, E_4), t > t_{E_5})$
- $P_{t_{max}}$  désigne le plus haut cours observé dans l'intervalle  $[t_{d-(f-d)}, \dots, t_d]$  :  $P_{t_{max}} = \max(P_t) | t_{d-(f-d)} \leq t \leq t_d$

Le cours doit, par la suite, monter au moins jusqu'à  $P(obj)$  durant l'intervalle  $[t_f, \dots, t_{f+(f-d)}]$ :

$$P(obj) = P_{t_f} + h \quad (8)$$

### 3.2.4 Rectangle-Top et Rectangle-Bottom

**Définition 7: Rectangle-Top ( $rt$ )**

Un rectangle-top ( $rt$ ) est caractérisé par une séquence de six extremums  $\{E_i : i = 1, \dots, 6\}$ , telle que :

$$rt \equiv \begin{cases} E_1 > E_2 \\ |p(E_1, E_5)| \leq 0.001 \\ |p(E_2, E_6)| \leq 0.001 \\ 0.9999 \leq \frac{V_{t_{E_3}}(E_1, E_5)}{E_3} \leq 1.0001 \\ 0.9999 \leq \frac{E_4}{V_{t_{E_4}}(E_2, E_6)} \leq 1.0001 \\ (P_{t_d} - P_{t_{min}}) \geq \frac{2}{3} \times h \end{cases}$$

où

- $t_d$  désigne le moment où débute la figure :  $t_d = \max_t (P_t \leq V_t(E_2, E_6), t < t_{E_1})$
- $t_f$  désigne le moment où s'achève la figure :  $t_f = \min_t (P_t \leq V_t(E_2, E_6), t > t_{E_6})$
- $P_{t_{min}}$  désigne le plus petit cours observé dans l'intervalle  $[t_{d-(f-d)}, \dots, t_d]$  :  $P_{t_{min}} = \min(P_t) \mid t_{d-(f-d)} \leq t \leq t_d$
- $h$  désigne la hauteur moyenne entre la droite passant par les maximums et la droite passant par les minimums :  $h = \frac{(E_1 - V_{t_{E_1}}(E_2, E_6)) + (V_{t_{E_6}}(E_1, E_5) - E_6)}{2}$

Suite à la formation de la figure, le cours devrait descendre au moins jusqu'à  $P(obj)$  durant l'intervalle  $[t_f, \dots, t_{f+(f-d)}]$ :

$$P(obj) = P_{t_f} - h \quad (9)$$

**Définition 8: Rectangle-Bottom (*rb*)**

Un rectangle-bottom (*rb*) est caractérisé par une séquence de six extremums  $\{E_i : i = 1, \dots, 6\}$ , telle que :

$$rb \equiv \begin{cases} E_1 < E_2 \\ |p(E_2, E_6)| \leq 0.001 \\ |p(E_1, E_5)| \leq 0.001 \\ 0.9999 \leq \frac{E_3}{V_{t_{E_3}}(E_1, E_5)} \leq 1.0001 \\ 0.9999 \leq \frac{V_{t_{E_4}}(E_2, E_6)}{E_4} \leq 1.0001 \\ (P_{t_{max}} - P_{t_d}) \geq \frac{2}{3} \times h \end{cases}$$

où

- $t_d$  désigne le moment où débute la figure :  $t_d = \max_t (P_t \geq V_t(E_2, E_6), t < t_{E_1})$ ;
- $t_f$  désigne le moment où s'achève la figure :  $t_f = \min_t (P_t \geq V_t(E_2, E_6), t > t_{E_6})$ ;
- $P_{t_{max}}$  désigne le plus haut cours observé dans l'intervalle  $[t_{d-(f-d)}, \dots, t_d]$  :  $P_{t_{max}} = \max(P_t) \mid t_{d-(f-d)} \leq t \leq t_d$ ;
- $h$  désigne la hauteur moyenne entre la droite passant par les maximums et la droite passant par les minimums :  $h = \frac{(V_{t_{E_1}}(E_2, E_6) - E_1) + (E_6 - V_{t_{E_6}}(E_1, E_5))}{2}$  ;

Suite à la formation de la figure, le cours doit monter au moins jusqu'à  $P(obj)$  durant l'intervalle  $[t_f, \dots, t_{f+(f-d)}]$ :

$$P(obj) = P_{t_f} + h \quad (10)$$

### 3.2.5 Broadening-Top et Broadening-Bottom

**Définition 9: Broadening-Top (*bt*)**

Un broadening-top (*bt*) est caractérisé par une séquence de cinq extremums  $\{E_i : i = 1, \dots, 5\}$ , telle que :

$$bt \equiv \begin{cases} E_1 > E_2 \\ E_3 > E_1, E_4 < E_2, E_5 > E_3 \\ (P_{t_d} - P_{t_{min}}) \geq \frac{2}{3} \times h \end{cases}$$

où

- $t_d$  désigne le moment où débute la figure :  $t_d = \max_t (P_t \leq V_t(E_2, E_4), t < t_{E_1})$

- $t_f$  désigne le moment où s'achève la figure:  $t_f = \min_t (P_t \leq V_t(E_2, E_4), t > t_{E_5})$
  - $P_{t_{min}}$  désigne le plus petit cours observé dans l'intervalle  $[t_{d-(f-d)}, \dots, t_d]$ :  $P_{t_{min}} = \min(P_t) \mid t_{d-(f-d)} \leq t \leq t_d$
  - $h$  désigne la hauteur moyenne de cette formation:  $h = V_{t_{E_2}}(E_1, E_5) - E_2$
- L'objectif de la figure est baissier:

$$P(obj) = P_{t_f} - h \quad (11)$$

**Définition 10:** *Broadening-Bottom (bb)*

Un broadening-bottom (*bb*) est caractérisé par une séquence de cinq extremums  $\{E_i : i = 1, \dots, 5\}$ , telle que :

$$bb \equiv \begin{cases} E_1 < E_2 \\ E_3 < E_1, E_4 > E_2, E_5 < E_3 \\ (P_{t_{max}} - P_{t_d}) \geq \frac{2}{3} \times h \end{cases}$$

où

- $t_d$  désigne le moment où débute la figure:  $t_d = \max_t (P_t \geq V_t(E_2, E_4), t < t_{E_1})$
  - $t_f$  désigne le moment où s'achève la figure:  $t_f = \min_t (P_t \geq V_t(E_2, E_4), t > t_{E_5})$
  - $P_{t_{max}}$  désigne le plus haut cours observé dans l'intervalle  $[t_{d-(f-d)}, \dots, t_d]$ :  $P_{t_{max}} = \max(P_t) \mid t_{d-(f-d)} \leq t \leq t_d$
  - $h$  désigne la hauteur moyenne de cette formation:  $h = E_2 - V_{t_{E_2}}(E_1, E_5)$
- L'objectif de la figure est haussier:

$$P(obj) = P_{t_f} + h \quad (12)$$

### 3.2.6 Triangle-Top et Triangle-Bottom

**Définition 11:** *Triangle-Top (trit)*

Un triangle-top (*trit*) est caractérisé par une séquence de quatre extremums  $\{E_i : i = 1, \dots, 4\}$ , telle que :

$$trit \equiv \begin{cases} E_1 > E_2 \\ p(E_1, E_3) \leq \tan(-30^\circ) \\ 0.9 \leq \frac{|p(E_1, E_3)|}{p(E_2, E_4)} \leq 1.1 \\ t_f \leq t_{E_1} + 0.75 \times (t_{int} - t_{E_1}) \\ (P_{t_{E_1}} - P_{t_{min}}) \geq \frac{2}{3} \times h \end{cases}$$

où

- $t_f$  désigne le moment où s'achève la figure:  $t_f = \min_t (P_t \geq V_t(E_1, E_3), t > t_{E_4})$
  - $P_{t_{min}}$  désigne le plus petit cours observé dans l'intervalle  $[t_{E_1-(f-E_1)}, \dots, t_{E_1}]$ :  $P_{t_{min}} = \min(P_t) \mid t_{E_1-(f-E_1)} \leq t \leq t_{E_1}$
  - $t_{int}$  désigne le moment correspondant à l'intersection des deux droites formant la figure:  $t_{int} = \min_t (V_t(E_1, E_3) \leq V_t(E_2, E_4), t > t_{E_4})$
  - $h$  désigne la hauteur moyenne de cette formation:  $h = V_{t_{E_2}}(E_1, E_3) - E_2$
- L'objectif de la figure est haussier:

$$P(obj) = P_{t_f} + h \quad (13)$$

**Définition 12:** *Triangle-Bottom (trib)*

Un triangle-bottom (*trib*) est caractérisé par une séquence de quatre extremums  $\{E_i : i = 1, \dots, 4\}$ , telle que :

$$trib \equiv \begin{cases} E_1 < E_2 \\ p(E_2, E_4) \leq \tan(-30^\circ) \\ 0.9 \leq \frac{|p(E_2, E_4)|}{p(E_1, E_3)} \leq 1.1 \\ t_f \leq t_{E_1} + 0.75 \times (t_{int} - t_{E_1}) \\ (P_{t_{max}} - P_{t_{E_1}}) \geq \frac{2}{3} \times h \end{cases}$$

où

- $t_f$  désigne le moment où s'achève la figure :  $t_f = \min_t (P_t \leq V_t(E_1, E_3), t > t_{E_4})$
- $P_{t_{max}}$  désigne le plus haut cours observé dans l'intervalle  $[t_{E_1 - (f - E_1)}, \dots, t_{E_1}]$  :  
 $P_{t_{max}} = \max(P_t) | t_{E_1 - (f - E_1)} \leq t \leq t_{E_1}$
- $t_{int}$  désigne le moment correspondant à l'intersection des deux droites formant la figure :  $t_{int} = \min_t (V_t(E_2, E_4) \leq V_t(E_1, E_3), t > t_{E_4})$
- $h$  désigne la hauteur moyenne de cette formation :  $h = E_2 - V_{t_{E_2}}(E_1, E_3)$

L'objectif de la figure est baissier :

$$P(obj) = P_{t_f} - h \quad (14)$$

### 3.3 Les critères d'analyse

Les figures chartistes ainsi retenues, en utilisant les critères de détection ci-dessus, sont ensuite analysées principalement via deux critères, à savoir leur pouvoir prédictif et la rentabilité qu'elles procurent. Autrement dit nous étudions la capacité des figures à atteindre les objectifs prédits, en terme d'évolution des cours juste après l'achèvement de la figure, ainsi que le profit qui pourrait être réalisé en appliquant les règles de trading sous-jacentes.

#### 3.3.1 Le pouvoir prédictif

Suite à son achèvement, chaque figure chartiste prédit l'évolution future du cours. Plus précisément, cette dernière prévoit un objectif que le cours doit normalement atteindre. De manière générale, soit  $h$  la variation de cours prédite et  $t_f$  et  $t_d$  les moments d'achèvement et de début de la figure, si cette dernière prévoit une baisse du cours, alors l'objectif se calcule de la même manière que l'équation (3). Cet objectif doit être atteint dans l'intervalle  $[t_f, \dots, t_{f+(f-d)}]$ . Si l'objectif est baissier, nous pouvons donc calculer la valeur du cours réellement atteint dans cette intervalle :

$$P_a = \min(P_t) | t_f \leq t \leq t_{f+(f-d)} \quad (15)$$

La hauteur de la tendance réellement observée est par conséquent égale à :

$$trend = P_{t_f} - P_a \quad (16)$$

De cette manière, le critère de prévisibilité se calcule comme suit<sup>17</sup>:

$$pred = \frac{trend}{h} \quad (17)$$

Nous distinguons trois cas possibles:

- $0 \leq pred < 1$ : le cours n'a pas atteint l'objectif prédit. Il n'est descendu que de  $pred$  par rapport à la variation prévue.
- $pred = 1$ : le cours a atteint l'objectif.
- $pred > 1$ : le cours a atteint l'objectif et a même effectué une variation supplémentaire de  $(pred - 1)$  par rapport à la variation prévue.

Par conséquent, dès que  $pred \geq 1$ , la figure verra sa prédiction se réaliser.

### 3.3.2 La profitabilité

Jusqu'à présent nous nous sommes intéressés à la prévisibilité des figures chartistes. Il semble maintenant opportun de s'interroger sur la profitabilité de ces dernières: si une figure dispose d'un pouvoir prédictif, est-ce suffisant pour en tirer profit?

Ainsi, lorsque le cours de change évolue dans le même sens que celui prédit par une figure chartiste, un trader preneur de position au moment adéquat peut réaliser un profit. Par contre, dans le cas où le cours évolue dans le sens contraire, la position prise par le trader, respectant la règle de trading correspondante, peut générer une perte. Un profit ou une perte constitue le résultat réalisé suite à une ouverture suivie d'une clôture d'une position. Cette opération entre dans le cadre des stratégies adoptées par les traders lors de leur interventions sur le marché des changes, et utilisant les règles de trading sous jacentes, entre autre, aux figures chartistes.

Nous analysons, dans notre travail, la stratégie suivante: Le trader ouvre sa position au moment de la fin de la figure. Concernant la clôture de cette dernière, deux cas sont possibles:

- Soit le cours évolue dans le sens prédit et par conséquent, le trader clôture sa position dès que le cours a atteint le niveau de 50% par rapport à celui prévue par la figure (l'objectif).
- Soit le cours évolue dans le sens contraire et dans ce cas de figure, le trader clôture sa position après une perte égale en valeur absolue à 20% du profit qui était prévue.

Il existe d'autres stratégies qui consistent à clôturer les positions avant l'atteinte de l'objectif, par exemple à 25% ou à 75% du bénéfice prévue, en fonction de l'aversion au risque des traders. Dans les cas défavorables, la clôture de position

---

17. Dans le cas d'une figure ayant un objectif haussier, le critère de prédictabilité se calcule de manière similaire.



intervient, par exemple, après une perte de 50%.

En ce qui concerne les coûts de transactions, nous les considérons comme négligeables pour les stratégies qui se basent sur les fréquences d'observation de 5, 15 et 30 minutes, car dans ce cas, le temps moyen de détention d'une position ne dépasse pas 8 heures (période d'une séance de trading). Par conséquent lors d'une prise de position, qu'elle soit longue ou courte, le trader clôture cette dernière avant la fin de la séance des échanges, évitant ainsi de devoir couvrir sa position par un emprunt générateur de charges d'intérêts susceptibles de gonfler les coûts de transactions. Cependant, nous prenons en considération les coûts de transaction lorsqu'il s'agit de stratégies qui adoptent une fréquence de 60 minutes, car cette dernière génère un temps moyen de détention d'une position supérieur à 8 heures, temps d'une séance d'échange sur une place financière. Nous considérons dans notre étude que les coûts de transactions sont de l'ordre de 2 points de base. Ce choix prend en considération les taux d'intérêt sur l'euro et le dollar ainsi qu'un montant minimum d'intervention sur le marché des changes exigé pour effectuer une transaction.<sup>18</sup>

Une fois la prévisibilité et la profitabilité de chaque figure chartiste mesurées, nous analysons la sensibilité des ces deux critères à différents paramètres. Ainsi, nous comparons les moyennes des résultats obtenus pour chaque figure et selon la fréquence d'observations, le type de prix, et la méthode de détection<sup>19</sup>. Nous adoptons le test de la moyenne pour déterminer la significativité statistique des résultats de ces comparaisons.

## 4 La modélisation

L'utilisation ou non des prix les plus hauts (High) et les plus bas (Low) implique l'utilisation de deux méthodes différentes de détection des extremums locaux. La première sous-section présente la méthode de détection quand uniquement le cours dit de clôture est utilisé. La seconde présente celle quand les cours High et Low sont exploités.

### 4.1 Détection des extremums sur la base du cours dit de clôture

Nous disposons au préalable d'une série de prix correspondant au dernier cours pour chaque intervalle de temps  $\{P_t : t = 1, \dots, T\}$ . De cette série, nous ne prenons qu'une fenêtre de taille  $l$ <sup>20</sup>:

$$P_{t,j} = P_{t,j} \mid j \leq t \leq j + l - 1 \quad (18)$$

avec  $j = 1, \dots, T - l + 1$ . Ensuite, pour chaque fenêtre  $j$ , nous supposons la relation suivante:

$$P_{t,j}^* = m(P_{t,j}) + \epsilon_{t,j} \quad (19)$$

---

18. Souvent le montant minimum d'intervention sur le marché des changes euro/dollar est 1000 000 d'euro ou de dollars.

19. Les différentes méthodes de détections sont détaillées dans la section 4.

20. Dans ce travail, nous avons fixé  $l$  à 36.

où  $\epsilon_{t,j}$  est un bruit blanc et  $m(P_{t,j})$  est une fonction non linéaire estimée par la méthode de noyau. Pour un  $x$  quelconque, un estimateur de lissage de  $m(x)$  s'exprime par :

$$\hat{m}(x) = \frac{1}{l} \sum_{t=1}^l \omega_t(x) P_{t,j} \quad (20)$$

où la pondération  $\omega_t(x)$  est importante pour les  $P_{t,j}$  proche de  $x$  et faible pour ceux loin de  $x$ . Pour un estimateur de noyau (kernel), la fonction de pondération  $\omega_t(x)$  est construite à partir d'une fonction de densité de probabilité, également appelée kernel :

$$K(x) \geq 0 \quad (21)$$

$$\int_{-\infty}^{+\infty} K(u) du = 1. \quad (22)$$

Il est possible de changer l'étendue de ce kernel en mettant cette fonction à l'échelle requise via l'utilisation d'un paramètre  $h > 0$  :

$$K_h(u) = \frac{1}{h} K(u/h) \quad (23)$$

$$\int_{-\infty}^{+\infty} K_h(u) du = 1 \quad (24)$$

et de définir la fonction de pondération utilisée dans la moyenne pondérée :

$$\omega_{t,h} = K_h(x - P_{t,j}) / g_h(x) \quad (25)$$

$$g_h(x) = \frac{1}{l} \sum_{t=1}^l K_h(x - P_{t,j}). \quad (26)$$

De la sorte, nous obtenons un estimateur kernel de *Nadaraya-Watson*  $\hat{m}_h(x)$  :

$$\hat{m}_h(x) = \frac{1}{l} \sum_{t=1}^l \omega_{t,h}(x) P_{t,j} = \frac{\sum_{t=1}^l K_h(x - X_t) P_{t,j}}{\sum_{t=1}^l K_h(x - X_t)} \quad (27)$$

Si  $h$  est petit, la moyenne sera effectuée en ne prenant en considération qu'un petit entourage autour de chaque  $P_{t,j}$  et inversement. Ainsi, le paramètre  $h$ , appelé *largeur de bande* ou *paramètre de lissage*, permet de contrôler le niveau du lissage. Le choix d'une largeur de bande adéquate est un aspect important pour toute technique de lissage. Tout comme Lo, Mamaysky, and Wang (2000), notre choix s'est porté vers la plus populaire des fonctions kernel utilisées, à savoir la Gaussienne<sup>21</sup> :

$$K_h(x) = \frac{1}{h\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2h^2}} \quad (28)$$

Comme pour n'importe quelle méthode de lissage, la sélection d'une largeur de bande appropriée est le point clé du succès de  $\hat{m}_h()$  dans l'approximation de  $m()$  :

---

21. Nous avons également eu recours à une fonction kernel quadratique mais les estimations n'étaient pas adéquates. Notre choix s'est aussi porté sur d'autres techniques de lissage telles que les splines cubiques et les approximations polynomiales, mais sans résultats convaincants.

faire la moyenne de trop peu d'éléments conduit à une estimation trop erratique et le contraire à une fonction trop lisse. Silverman (1986) propose comme valeur pour le paramètre de lissage,  $h_{opt,j}$ :

$$h_{opt,j} = \left(\frac{4}{3}\right)^{1/5} \sigma_j l^{-1/5} \quad (29)$$

où  $\sigma_j$  représente l'écart-type de la distribution des observations comprises dans la fenêtre  $j$ . Toutefois, la largeur de bande optimale obtenue par l'équation (29) est trop large, les données étant trop lissées. De manière à avoir graphiquement le lissage désiré, nous avons donc choisi une valeur pour le paramètre de lissage correspondant à 20% de la valeur obtenue par l'équation (29):

$$h^* = 0.2 \times h_{opt,j} \quad (30)$$

L'estimation de  $m()$  s'effectue donc à l'aide d'un estimateur kernel de Nadaraya-Watson  $\hat{m}_h(P_{t,j})$ . Après cela, nous déterminons l'ensemble des maximums  $max_{\hat{m}_h(P_{t,j})}$  et des minimums  $min_{\hat{m}_h(P_{t,j})}$  de la série  $\hat{m}_h(P_{t,j})$ :

$$max_{\hat{m}_h(P_{t,j})} = \hat{m}_h(P_{t,j}) \mid S(\hat{m}'_h(P_{t,j})) = +1, S(\hat{m}'_h(P_{t+1,j})) = -1 \quad (31)$$

$$min_{\hat{m}_h(P_{t,j})} = \hat{m}_h(P_{t,j}) \mid S(\hat{m}'_h(P_{t,j})) = -1, S(\hat{m}'_h(P_{t+1,j})) = +1 \quad (32)$$

où  $S(X)$  est une fonction qui vaut +1 (-1) quand le signe de  $X$  est positif (négatif) et  $\hat{m}'_h(P_{t,j})$  est la dérivée de  $\hat{m}_h(P_{t,j})$ . Précisons que nous avons bien une alternance de maximum et de minimum par sa construction. De ces deux ensembles, nous tirons ensuite les moments  $t_M(\hat{m}_h(P_{t,j}))$  et  $t_m(\hat{m}_h(P_{t,j}))$  correspondant respectivement aux moments d'observations des maximums et des minimums:

$$t_M(\hat{m}_h(P_{t,j})) = t \in \{max_{\hat{m}_h(P_{t,j})}\} \quad (33)$$

$$t_m(\hat{m}_h(P_{t,j})) = t \in \{min_{\hat{m}_h(P_{t,j})}\} \quad (34)$$

L'étape suivante est par conséquent de trouver les extremums correspondant sur la série de cours dit de clôture:

$$max_{P_{t,j}} = max\left(P_{t_M(\hat{m}_h(P_{t,j})) - 1, j}, P_{t_M(\hat{m}_h(P_{t,j})), j}, P_{t_M(\hat{m}_h(P_{t,j})) + 1, j}\right) \quad (35)$$

$$min_{P_{t,j}} = min\left(P_{t_m(\hat{m}_h(P_{t,j})) - 1, j}, P_{t_m(\hat{m}_h(P_{t,j})), j}, P_{t_m(\hat{m}_h(P_{t,j})) + 1, j}\right) \quad (36)$$

Suite à cela, nous disposons ainsi des maximums  $max_{P_{t,j}}$  et minimums  $min_{P_{t,j}}$  locaux pour chaque fenêtre  $j$ . Ces deux séries d'extremums sont disposées de manière à avoir une seule série d'extremums  $\{E_{i,j} : i = 1, \dots, I\}$  avec  $I$  correspondant au nombre d'extremums observé dans la fenêtre  $j$ . L'alternance entre maximum et minimum, sur la série originelle, est respectée étant donné la valeur de  $h$  qui assure que deux extremums sur  $\hat{m}_h(P_{t,j})$  sont séparés d'au moins 2 intervalles de temps. Par conséquent, les séquences d'extremums  $E_{i,j}$  sont ensuite analysées en vue d'observer si ces dernières correspondent à l'une des définitions quantitatives des figures chartistes présentées dans la section 3.2. Si la même séquence d'extremums est observée dans plusieurs fenêtres, seule sa première observation est analysée, afin d'éviter la duplication des résultats.

## 4.2 Détection des extremums sur la base des cours High et Low

Dans ce cas de figure, la méthode de détection des extremums doit être revue. En effet, les maximums doivent être déterminés sur les cours High et les minimums sur les cours Low. Nous devons également nous assurer de l'alternance entre maximums et minimums.

Nous disposons préalablement de deux séries de cours supplémentaires. Soit  $\{H_t : t = 1, \dots, T\}$  et  $\{L_t : t = 1, \dots, T\}$  représentant respectivement l'ensemble des cours les plus hauts (High) et l'ensemble des cours les plus bas (Low) pour un intervalle de temps donné<sup>22</sup>. De manière similaire, nous ne prenons qu'une fenêtre  $j$  de taille  $l$ :

$$H_{t,j} = H_t \mid j \leq t \leq j + l - 1 \quad (37)$$

$$L_{t,j} = L_t \mid j \leq t \leq j + l - 1 \quad (38)$$

Nous estimons pour ces deux séries un lissage à l'aide d'un estimateur kernel tel que présenté dans la sous-section précédente.

$$H_{t,j}^* = \hat{m}_h(H_{t,j}) \quad (39)$$

$$P_{t,j}^* = \hat{m}_h(L_{t,j}) \quad (40)$$

Nous déterminons ensuite l'ensemble des maximums sur  $\hat{m}_h(H_{t,j})$  et des minimums sur  $\hat{m}_h(L_{t,j})$ , soit respectivement  $\max_{\hat{m}_h(H_{t,j})}$  et  $\min_{\hat{m}_h(L_{t,j})}$ :

$$\max_{\hat{m}_h(H_{t,j})} = \hat{m}_h(H_{t,j}) \mid S(\hat{m}'_h(H_{t,j})) = +1, S(\hat{m}'_h(H_{t+1,j})) = -1 \quad (41)$$

$$\min_{\hat{m}_h(L_{t,j})} = \hat{m}_h(L_{t,j}) \mid S(\hat{m}'_h(L_{t,j})) = -1, S(\hat{m}'_h(L_{t+1,j})) = +1 \quad (42)$$

De ces deux vecteurs, nous déterminons les moments  $t_M(\hat{m}_h(H_{t,j}))$  et  $t_m(\hat{m}_h(L_{t,j}))$  correspondant au moment d'observation des maximums sur  $\hat{m}_h(H_{t,j})$  et des minimums sur  $\hat{m}_h(L_{t,j})$ :

$$t_M(\hat{m}_h(H_{t,j})) = t \in \{\max_{\hat{m}_h(H_{t,j})}\} \quad (43)$$

$$t_m(\hat{m}_h(L_{t,j})) = t \in \{\min_{\hat{m}_h(L_{t,j})}\} \quad (44)$$

Nous déterminons ensuite les extremums correspondant sur les deux séries de cours  $(H_{t,j})$  et  $(L_{t,j})$ :

$$\max_{H_{t,j}} = \max\left(H_{t_M(\hat{m}_h(H_{t,j})) - 1, j}, H_{t_M(\hat{m}_h(H_{t,j})), j}, H_{t_M(\hat{m}_h(H_{t,j})) + 1, j}\right) \quad (45)$$

$$\min_{L_{t,j}} = \min\left(L_{t_m(\hat{m}_h(L_{t,j})) - 1, j}, L_{t_m(\hat{m}_h(L_{t,j})), j}, L_{t_m(\hat{m}_h(L_{t,j})) + 1, j}\right) \quad (46)$$

Contrairement à la méthode de détection des extremums sur les cours dit de clôture, cette méthode n'assure pas l'alternance entre maximum et minimum. Par exemple, nous pouvons très bien observer deux minimums sur les cours Low avant

<sup>22</sup>. Etant donné que l'objectif est de déterminer des extremums, l'utilisation du cours dit de clôture n'a donc plus d'intérêt dans ce cas de figure

d'observer un maximum sur les cours High. Pour la détermination d'un vecteur  $\{E_{i,j} : i = 1, \dots, I\}$ <sup>23</sup> correspondant pour chaque fenêtre  $j$  à l'ensemble d'extremums avec alternance entre maximums et de minimums, nous devons procéder de la façon suivante. Tout d'abord, nous déterminons les moments d'observations des maximums sur les cours High,  $t_M(H_{t,j})$  et des minimums sur les cours Low,  $t_m(L_{t,j})$ :

$$t_M(H_{t,j}) = t \in \{max_{H_{t,j}}\} \quad (47)$$

$$t_m(L_{t,j}) = t \in \{min_{L_{t,j}}\} \quad (48)$$

Ensuite, nous déduisons le premier extremum de la série  $E_{i,j}$  ainsi que le moment d'observation de ce dernier:

$$t_{E_{1,j}} = \min_t (t_M(H_{t,j}), t_m(L_{t,j})) \quad (49)$$

$$E_{1,j} = (max_{H_{t,j}}) \cup \{min_{L_{t,j}}\} | t = t_{E_{1,j}} \quad (50)$$

Si  $E_{1,j}$  est composé de plus d'un élément, autrement dit, si aussi bien le premier maximum sur  $max_{H_{t,j}}$  que le premier minimum sur  $min_{L_{t,j}}$  ont lieu au même moment, nous choisissons de manière arbitraire le maximum. Pour construire la suite du vecteur des extremums, nous devons savoir au préalable d'où provient le dernier extremum introduit dans cette série. Ainsi, afin de déterminer le prochain extrémum à introduire, à savoir  $E_{i,j}$ , nous introduisons une variable  $W$  tel que:

$$W = \begin{cases} H & \text{si } E_{(i-1),j} \in \{max_{H_{t,j}}\} \\ L & \text{si } E_{(i-1),j} \in \{min_{L_{t,j}}\} \end{cases}$$

La variable  $W$  vaudra  $H$  ( $L$ ) si l'extremum  $E_{(i-1),j}$  est un maximum (minimum). Grâce à cette variable, nous définissons  $E_{i,j|H}$  comme étant l'extremum  $i$  conditionnellement à la détection d'un maximum. De manière similaire,  $E_{i,j|L}$  suppose que l'extremum  $E_{(i-1),j}$  est un minimum. Ainsi, après avoir détecté le premier extremum de la fenêtre  $j$ , à savoir  $E_{1,j}$ , nous construisons le vecteur  $E_{i,j}$  en assurant l'alternance entre maximum et minimum:

$$E_{i,j|H} = (\{min_{L_{t,j}}\} | t = \min(t_M(H_{t,j}), t_m(L_{t,j})), t_m(L_{t,j}) > t_{E_{(i-1),j}}) \quad (51)$$

$$E_{i,j|L} = (\{max_{H_{t,j}}\} | t = \min(t_M(H_{t,j}), t_m(L_{t,j})), t_M(H_{t,j}) > t_{E_{(i-1),j}}) \quad (52)$$

Tout comme la première méthode les séries  $E_{i,j}$  sont ensuite analysées pour déterminer si elles correspondent à la définition quantitative de l'une des figures analysées. Toute série déjà analysée dans une fenêtre n'est plus analysée par la suite.

## 5 Les données

Le marché des changes euro/dollar est un marché de teneurs de marché où cette devise est traitée de manière quasi-continue pendant les 24 heures de la journée, parfois simultanément et successivement dans différentes régions. Les centres les

23.  $I$  correspond au nombre d'extremums observés dans la fenêtre  $j$ .

plus actifs sont ceux de New York, Londres, Frankfurt, Sydney, Tokyo et Hong Kong. Une description complète du fonctionnement du marché des changes est donnée dans Lyons (2001).

Afin d'estimer les modèles présentés dans la section précédente, nous utilisons des données intra-journalières de haute fréquence. Il s'agit d'observations 'tick by tick' des cours pour une période de 6 mois, du 15 mai au 14 novembre 2001, soit 3 420 315 observations.<sup>24</sup> Les cours de change utilisés sont les cotations des banques market makers sur le marché euro/dollar américain et non les cours de transactions, données non disponibles dans la base de données à notre disposition. Cependant, Danielsson and Payne (2002) ont montré que les caractéristiques de la série de cotations de cours de change, notamment le dollar US/mark, échantillonnée à une fréquence de cinq minutes, coïncident avec celles des séries des cours des transactions réelles. Les données ont été filtrées des erreurs d'affichage en appliquant le filtre<sup>25</sup> de Dacorogna, Müller, Nagler, Olsen, and Pictet (1993). Les données sélectionnées et filtrées contiennent donc la date, le temps à la seconde en GMT,<sup>26</sup> le cours indicatif d'achat et de vente, un code d'identification de la banque à l'origine des cotations et un chiffre indiquant le résultat du filtrage des données. Dans le cas où ce chiffre est supérieur à 0.5, la cotation est retenue sinon elle est rejetée.

Pour chaque jour de la semaine nous construisons 4 grilles dont chacune comporte un nombre d'intervalle de temps régulièrement espacés. Le nombre d'intervalle sur l'ensemble de chaque grille est 37 367, 12 456, 6 228 et 3 114 suivant les fréquences d'observations respectives de 5, 15, 30 et 60 minutes. Pour chaque extrémité d'intervalle, nous déterminons des cours dit de clôtures pour chaque cours acheteur (bid), vendeur (ask) et moyen ( $\text{mid}=(\text{bid}+\text{ask})/2$ ). Le cours de clôture est calculé comme une moyenne pondérée des cours qui se situent juste avant et juste après la limite de l'intervalle sur la grille. La pondération est fixée par l'inverse de la distance<sup>27</sup> qui sépare chacun de ces cours de l'extrémité de l'intervalle.

En plus du cours de clôture, nous calculons les cours les plus hauts (high) et les plus bas (low) pour chaque intervalle de temps correspondant aux différentes grilles. La figure 3 présente une fenêtre de 36 observations qui illustre les allures des trois types de cours suivant quatre fréquences différentes. Chaque fenêtre débute au même moment dans le temps. Nous observons que la séquence de cours change fortement d'allure d'une fréquence à une autre. Cela confirme notre intérêt à analyser les résultats de détections des différentes figures pour diverses fréquences d'observations.

---

24. Les données ont été fournies par "Olsen and Associates", localisé à Zurich.

25. Pendant les périodes de forte activité Dacorogna, Müller, Nagler, Olsen, and Pictet (1993) et Guillaume, Dacorogna, Davé, Müller, Olsen, and Pictet (1994) montrent que les traders n'ont pas assez de temps pour entrer leurs cotations dans le système électronique de sorte qu'il peut y avoir un retard de mise à jour, de quelques secondes jusqu'à une ou plusieurs minutes.

26. Greenwich Mean Time.

27. Elle est mesurée par la durée entre l'extrémité de l'intervalle et l'instant de la cotation.

Etant donné le peu d'activité sur le marché à partir du vendredi soir et pendant tout le week end, nous excluons tous les cours entre le vendredi 21h00 GMT et le dimanche 24h00 GMT.

## 6 Les résultats

### 6.1 Les détections

Les figures 4, 5 et 6 présentent des exemples de figures observées pour les deux méthodes de détection des extremums ainsi que pour toutes les figures chartistes. Les tableaux 1 et 2 présentent le nombre de détections obtenues pour chaque figure selon le type de prix utilisé (BID, ASK ou MID), selon la fréquence d'observations (5, 15, 30 ou 60 minutes) ainsi que selon la méthode de détection. La méthode notée 1 correspond à celle qui utilise uniquement les cours dits de clôture tandis que la méthode 2 utilise les cours les plus hauts et les plus bas. La dernière colonne reprend entre autres le nombre total de figures détectées par méthode, par fréquence et par type de prix. Nous remarquons tout d'abord de manière globale, que nous avons bien de moins en moins de détections quand la fréquence d'observations diminue, ce qui est tout à fait normal étant donné que nous disposons de moins de données agrégées<sup>28</sup>. Ensuite, nous pouvons observer que nous avons le plus grand nombre de détections pour la figure BB (Broadening Bottom) avec par exemple 128 détections via la première méthode sur les cours ASK agrégés toutes les 5 minutes.

De manière quelque peu étonnante, nous n'obtenons pas un nombre proche de détections entre chaque paire de figures symétriques. Seules les figures en rectangle ont un nombre similaire de détections entre la version avec une tendance haussière suivant la figure RT et la version avec une tendance baissière après la figure RB. Par contre, de manière agrégée, nous avons un nombre similaire de figures prédisant une hausse et de figures prédisant une baisse. Par exemple, pour l'application de la première méthode sur les cours MID agrégés toutes les 5 minutes, nous avons 308 figures détectées annonçant une tendance haussière et 309 annonçant une tendance baissière. Nous avons également peu de différences en termes de détections selon le type de cours utilisé. Ainsi, nous avons obtenu un nombre total de détections marginalement supérieur sur le cours BID, à savoir 1468 contre 1380 sur le cours ASK et 1402 pour le cours MID.

De manière globale, nous avons un plus grand nombre de détections pour la méthode qui utilise uniquement les cours de clôture, quelque soit le type de prix ou la fréquence. Ainsi, par exemple, nous obtenons 649 figures détectées via la première méthode sur le cours BID avec une fréquence de 5 minutes contre 340 pour la méthode qui utilise les cours les plus hauts et les plus bas. De manière distincte, nous remarquons que mise à part les figures IHS, DT, DB et TT, les autres figures sont plus souvent repérées via la première méthode qui utilise uniquement

---

28. Six mois de données agrégées toutes les 5 minutes nous donnent 3 fois plus de données que si ces dernières avaient été agrégées toutes les 15 minutes.

les cours de clôture.

Dans les tableaux 1 et 2 est également présenté le pourcentage de figures réussies par type de prix, fréquence et méthode. Une figure est dite réussie quand le cours, suite au repérage de la figure, atteint au minimum l'objectif que la figure a prédit. La dernière colonne de ces tableaux reprend entre autres le pourcentage de figures réussies toutes figures confondues. Par exemple, 37% des figures détectés par la première méthode sur les prix ASK agrégés toutes les 5 minutes ont au moins atteint l'objectif de prédiction sous-entendu par la figure. Nous pouvons également remarquer qu'en moyenne, nous avons plus de figures réussies pour la première méthode. Le pourcentage moyen pour cette méthode est tel que plus de la moitié des figures détectées voient leurs prédictions se réaliser. Si nous faisons la distinction entre figures, pour la fréquence de 5 minutes, la première méthode l'emporte sur la seconde en termes de figures réussies. En effet, hormis la figure DB sur le prix MID à 5 minutes, nous avons toujours un pourcentage de réussite plus important pour la première méthode. Mise à part cela, la figure TRIT est celle qui a obtenu le plus grand nombre de figures voyant leurs prédictions se réaliser. Remarquons également que plus la fréquence d'observations est faible, plus le pourcentage de figures réussies est important, ce qui est compréhensible étant donné le faible nombre de détections. Les pourcentages de figures réussies pour les fréquences d'observations faibles doivent donc être pris avec du recul. Nous pouvons également affirmer que le pourcentage reste du même ordre de grandeur selon le type de cours utilisé. Ainsi, en moyenne, nous avons obtenu un pourcentage moyen de figures réussies<sup>29</sup> marginalement supérieur sur le cours MID, à savoir 57% contre 53% sur le cours ASK et 52% sur les cours BID.

Néanmoins, le pourcentage de figures réussies reste un critère trop dichotomique pour l'appréciation globale du pouvoir prédictif des figures chartistes. Il ne permet pas d'appréhender dans quelle mesure l'objectif prédit par la figure n'a pas été atteint et dans quelle mesure l'objectif prédit a été surpassé. Ceci fait l'objet de la sous-section suivante.

## 6.2 Le pouvoir prédictif des figures chartistes

Le tableau 3 reprend le pouvoir prédictif<sup>30</sup> des différentes figures selon le type de prix (ask, bid ou mid), selon la fréquence d'observations (5, 15, 30 ou 60 minutes) ainsi que selon la méthode de détection. Nous pouvons tout d'abord remarquer que quelque soit le type de prix, la fréquence ou la méthode, la moyenne du pouvoir prédictif est supérieure à 1. Ce dernier s'étale en moyenne de 115% pour la deuxième méthode sur les cours ASK à 5 minutes jusqu'à 456% pour la première méthode sur les cours MID à 30 minutes. Cela est principalement dû à la présence d'un taux de réussite élevé que représente certaines figures notamment les triangles (leur taux de réussite va jusqu'à 13.76 fois l'objectif prédit).

---

29. Il s'agit d'une moyenne calculée par le rapport entre le nombre total de figures réussies, méthodes de détection et fréquences confondues, et le nombre total de figures détectées.

30. cfr. 3.3.1. pour la définition du critère de prévisibilité.



Cependant on peut déduire, d'après les tableaux 1 et 2, qu'en moyenne le pouvoir prédictif ne va pas au-delà de 57%. Ces résultats ne sont pas en contradiction avec ceux obtenus par Chang and Osler (1999). Ces derniers ont obtenu pour le tête-épaules un pouvoir prédictif allant de 51% à 121% en travaillant sur des données journalières de divers marchés de change et ont donc conclu que cette figure ne dispose pas de pouvoir prédictif. Pour notre part, la fréquence qui se rapproche le plus de celle de Chang and Osler (1999) est celle de 60 minutes, fréquence pour laquelle nous avons un ratio de prévisibilité, relatif à la figure tête-épaules, allant de 0.41 à 0.88, ce qui confirme bien leurs résultats, lors de l'adoption de faibles fréquences. Par contre, principalement la première méthode appliquée à des fréquences d'observations plus grandes nous donne des ratios supérieures à 1. Les tête-épaules auraient par conséquent un pouvoir prédictif quand il est utilisé sur des fréquences d'observations plus élevées.

Quoiqu'il en soit, les figures en triangle (TRIT et TRIB) sont en général les figures ayant le ratio le plus élevé quelque soit le type de cours, la fréquence et la méthode. Le ratio s'élève jusqu'à 16.30 pour le TRIT sur le cours BID à 30 minutes avec la deuxième méthode. Nous pouvons également remarquer qu'en moyenne et pour toutes les fréquences d'observations et types de cours, la première méthode obtient des ratios de prévisibilité plus élevés, ce qui est logique étant donné que nous avons remarqué dans la sous-section précédente que la méthode utilisant uniquement les cours de clôture obtenait un pourcentage de réussite plus élevé. De plus, cette différence entre ratios, en terme de méthodes de détection, est significative ( $p - \text{valeur} \leq 5\%$ ), comme l'atteste les résultats consignés dans les tableaux 4 et 5.

Nous pouvons aussi remarquer qu'il semble y avoir une différence en termes de prévisibilité entre les différentes fréquences. En effet, le pouvoir prédictif des figures augmente en moyenne lorsque la fréquence des observations diminue. Cette affirmation n'est cependant pas toujours vérifiée dans les tests de différence reportés dans les tables 4 et 5. Dans ces tableaux, nous ne pouvons en effet attribuer une majorité de signes négatifs qu'aux figures BT, BB, TRIT et TRIB.

De plus, selon le type de cours utilisé, nous obtenons un ratio moyen<sup>31</sup> de 2.58 pour le cours ASK, figures, méthodes et fréquences confondues contre un ratio de 2.37 sur le BID et de 3.2 sur le MID. D'après ces résultats, il pourrait y avoir une différence de prévisibilité entre les différents types de prix. Le tableau 6 reprend les signes des différences en termes de pouvoir prédictif entre les différents prix ainsi que leur significativité<sup>32</sup>. En nous centrant uniquement sur la fréquence de 5 minutes, nous pouvons remarquer qu'aussi bien de manière marginale qu'en moyenne, l'utilisation des cours MID semble procurer un pouvoir prédictif supérieur. En effet, entre l'utilisation des cours ASK ou BID et des cours MID, pour la fréquence de 5 minutes et pour les deux méthodes, nous n'avons pratiquement que des signes significativement négatifs.

---

31. Il s'agit d'une moyenne pondérée par le nombre de figures détectées.

32. La significativité est obtenue via un test de différence de moyenne.

### 6.3 La profitabilité des figures chartistes

Le tableau 7 présente la profitabilité maximale des douze figures chartistes exprimée en points de base (pips). Il s'agit du profit maximum que génère la règle de trading correspondante à chaque figure chartiste. Soit  $P_a$  défini par l'équation (15) et  $P_{t_f}$  le prix au moment de la fin de la figure, le profit maximal est par conséquent égal à  $|P_{t_f} - P_a|$ . Précisons que nous avons supposé que le trader est dans la possibilité d'acheter et de vendre sur n'importe quel type de prix (ASK, BID ou MID). Cette simplification de la réalité ne change que de manière marginale les résultats obtenus étant donnée la faible taille du spread entre les cours acheteurs et vendeurs sur le marché des changes euro-dollar.

Tout d'abord, nous remarquons que la perte la plus élevée est de 2 pips. Il s'agit de la perte obtenue quand le cours a évolué entièrement dans le sens contraire à celui prévue par la figure et que nous sommes sur une fréquence de 60 minutes<sup>33</sup>. Par ailleurs, le profit le plus élevé est celui généré par la figure chartiste TRIT détectée par la deuxième méthode en adoptant une fréquence de 30 minutes (un profit de 326 pips). A part sur la fréquence de 60 minutes, dans tous les cas, nous avons obtenu un profit positif, signe supplémentaire de l'intérêt porté par les traders à ce type d'approches des marchés. Remarquons également que les figures en triangle obtiennent de manière générale les profits les plus importants. Nous pouvons déduire, par ailleurs, qu'en moyenne et aussi bien pour la majorité des figures chartistes que pour les trois types de prix et pour les deux méthodes de détection, plus la fréquence diminue plus le profit augmente. Ce résultat est logique étant donné que les variations de cours observées sur une fréquence plus petite sont plus importantes que celles observées sur une fréquence plus grande.

Précisons néanmoins que ce profit maximal ne pourrait pas, dans la plupart de temps, être atteignable par un trader car ce dernier ne sera jamais capable de déterminer avec précision si le cours est au bout de son évolution dans le sens prédit par la figure. Par conséquent, nous n'avons pas trouvé utile de présenter ici les tests de différence de moyenne le concernant. Par contre, il semble opportun d'user de ce type de test dans le cas de la stratégie proposée à la section 3.3.2. Le tableau 8 présente les résultats de cette stratégie. Les chiffres négatifs indiquent les pertes générées par l'adoption de cette stratégie. Remarquons néanmoins qu'en moyenne, le profit obtenu par cette stratégie est positif, il va de 1 pip sur le cours ASK avec la première méthode et une fréquence de 5 minutes à 9 pips pour la seconde méthode sur les cours ASK et MID avec une fréquence de 30 minutes.

D'autres observations semblent intéressantes à préciser. Tout d'abord, remarquons que de manière non ambiguë, en moyenne, la méthode utilisant les cours les plus hauts et les plus bas surpassent en terme de profit la méthode n'utilisant que les cours dits de clôture. Cette constatation est importante contrairement aux

---

<sup>33</sup>. La position du trader sur cette fréquence s'étale sur plus d'un jour, nous avons donc pris en compte des coûts de transactions de 2 pips. Dans ce cas  $P_{t_f} = P_a$

affirmations faites concernant la prévisibilité<sup>34</sup>, car elle conforte l'opinion selon laquelle les cours les plus hauts et les plus bas auraient un contenu informationnel profitable. Cette affirmation se confirme dans les tests de la moyenne présentés dans les tableaux 9 et 10. Nous pouvons en effet remarquer un grand nombre de signes négatifs significatifs quelque soit le type de cours utilisé. Cette constatation mérite néanmoins un éclaircissement étant donné les résultats établis dans la section précédente. En effet, nous concluons, sur la base des résultats de la prévisibilité, à une supériorité de la méthode utilisant les cours de clôture. La supériorité en terme de profitabilité obtenue par la seconde méthode doit se comprendre de la manière suivante: les figures détectées selon la première méthode prévoient une variation de cours attendu plus petite que celle proposée par la seconde méthode, ce qui explique également pourquoi le nombre de figures réussies est plus important pour la première méthode.

Notons aussi la constatation déjà faite au niveau du profit maximal, à savoir que plus la fréquence diminue, plus le profit augmente. Cette affirmation est confirmée par le grand nombre de signes négatifs dans les tableaux 9 et 10. La différence observée avec les résultats obtenus en terme de pouvoir prédictif doit également se comprendre de la même manière que pour l'affirmation précédente: les fréquences élevées prévoient un objectif plus facilement atteignable et par conséquent font souvent mieux que ce qui était prédit et obtiennent un pouvoir prédictif supérieur. Par ailleurs, la profitabilité est en générale peu sensible au type de prix, comme l'atteste les résultats dans le tableau 11.

Jusqu'à présent, nous avons comparé les profits moyens obtenus selon plusieurs méthodes avec différents types de prix et fréquences d'observations, mais nous n'avons pas pris en compte le risque encouru par l'application de la stratégie explicitée précédemment. Afin de tenir compte de ce risque, il nous suffit de diviser chaque profit moyen par son écart-type (mesure de risque). Les résultats de cette prise en considération du risque sont repris dans le tableau 12. Nous pouvons tout d'abord remarquer que l'utilisation des cours les plus hauts et les plus bas ne reste plus de mise après avoir ajusté le profit au risque. Cela n'empêche qu'au niveau des cours MID, la deuxième méthode procure des profits ajustés au risque plus importants que ceux procurés par la première méthode. De plus, l'affirmation selon laquelle plus la fréquence augmente, plus le profit diminue ne se confirme que pour la combinaison des cours MID avec la deuxième méthode.

De manière globale, nous pouvons affirmer qu'adopter la stratégie proposée à la section 3.3.2 génère dans la plupart des cas, quelque soit le type de prix, la fréquence ou la figure, un profit. Cela justifie donc l'utilisation permanente de l'analyse technique, par les traders, dans le cadre de leur prévisions et interventions sur le marché des changes euro/dollar.

---

34. Pour rappel, nous avons conclu à la supériorité de la première méthode.

## 7 Conclusion

En utilisant des données de haute fréquence échantillonnées suivant des fréquences d'observations de 5, 15, 30 et 60 minutes, nous estimons le pouvoir prédictif et la rentabilité de douze figures chartistes. En outre, nous comparons les résultats obtenus selon ces deux critères pour deux méthodes de détection des figures. La première méthode utilise uniquement les cours dits de clôture tandis que la seconde utilise les cours les plus hauts et les plus bas. L'estimation est ainsi réalisée pour chaque fréquence d'observations, chaque méthode de détection et pour chaque type de cours (ASK, BID et MID).

Les résultats de l'estimation montrent qu'en général toutes les figures chartistes sont rentables, ce qui donne une interprétation rationnelle au fait que les traders utilisent ce type d'approche pour opérer sur le marché des changes euro-dollar. Les figures en triangle semblent être les plus rentables mais également celles possédant le meilleur pouvoir prédictif. Nous concluons également à l'intérêt de l'utilisation des cours les plus hauts et les plus bas (la deuxième méthode) car cette méthode procure un profit significativement supérieur à celui obtenu quand seuls les cours de clôture (la première méthode) sont utilisés. Cependant, en terme de profit ajusté au risque, la deuxième méthode est préférée de la première seulement lors de l'adoption des cours MID. Les cours les plus hauts et les plus bas auraient par conséquent un contenu informationnel rentable.

Par ailleurs, nous remarquons que la méthode utilisant les cours de clôture détecte des figures dont l'objectif de prédiction est plus facilement atteignable, ce qui explique pourquoi nous observons un pouvoir prédictif pour ces derniers supérieur à celui de la seconde méthode. Notons aussi que plus la fréquence d'observations augmente, plus le profit diminue. Les variations de cours observées sur une fréquence plus petite sont plus importantes que celles observées sur une fréquence plus grande. Toutefois, il semblerait également que les fréquences plus élevées prévoient un objectif plus facilement atteignable et par conséquent font souvent mieux que ce qui était prédit et obtiennent un pouvoir prédictif supérieur. En outre, nous n'avons pas pu conclure à une différence significative en terme de rentabilité entre l'utilisation des différents types de prix (ASK, BID ou MID). Néanmoins, lors de l'analyse du pouvoir prédictif des figures, nous avons établi l'intérêt de l'utilisation du cours MID.

En résumé, les figures chartistes sont sensibles aux fréquences d'observations, type de cours et à la méthode de détection. Nous considérons l'approche tenant compte des cours les plus hauts et des plus bas comme étant la plus rentable. Le choix de la fréquence reste un compromis entre des petits profits obtenus assez souvent<sup>35</sup> et des profits plus importants<sup>36</sup> mais plus rares.

Mais une fois que nous avons montré que l'analyse technique possède un pouvoir prédictif supérieur à 50%, peut-on avancer que le reste du pouvoir prédictif est procuré par l'analyse fondamentale de tel sorte que cette dernière constitue un facteur complémentaire? Cette question pourrait ainsi faire l'objet d'une future réflexion.

---

35. Il s'agit par conséquent de l'utilisation d'une fréquence élevée.

36. Lors de l'utilisation d'une fréquence faible.

## Références

- ANDRADA-FELIX, J., F. FERNANDEZ-RODRIGUEZ, AND S. SOSVILLA-RIVERO (1995): “Technical analysis in the Madrid stock exchange,” Foundation for Applied Economic Research (FEDEA) Working Paper, No. 99-05.
- BÉCHU, T., AND E. BERTRAND (1999): *L’analyse technique: pratiques et méthodes*, gestion. Economica.
- BLUME, L., D. EASLEY, AND M. O’HARA (1994): “Market statistics and technical analysis: The role of volume,” *Journal of Finance*, 49(1), 153–181.
- BROCK, W., J. LAKONISHOK, AND B. LEBARON (1992): “Simple technical trading rules and the stochastic properties of stock returns,” *The Journal of Finance*, 47, 1731–1764.
- CHANG, P., AND C. OSLER (1999): “Methodical madness: technical analysis and the irrationality of exchange-rate forecasts,” *The Economic Journal*, 109, 636–661.
- CHEUNG, Y.-W., AND C. Y.-P. WONG (1999): “Foreign exchange traders in Hong Kong, Tokyo and Singapore: a survey study,” *Advances in Pacific Basin Financial Markets*, 5, 111–134.
- DACOROGNA, M., U. MÜLLER, R. NAGLER, R. OLSEN, AND O. PICTET (1993): “A geographical model for the daily and weekly seasonal volatility in the foreign exchange market,” *Journal of International Money and Finance*, 12, 413–438.
- DANIELSSON, J., AND R. PAYNE (2002): “Real trading patterns and prices in the spot foreign exchange markets,” *Journal of International Money and Finance*, 21, 203–222.
- DEMPSTER, M., AND C. JONES (1998b): “Can technical pattern trading be profitably automated? 1. Channel,” Centre for Financial Research, Judge Institute of Management Studies, University of Cambridge, working paper.
- (1998a): “Can technical pattern trading be profitably automated? 2. The head & shoulders,” Centre for Financial Research, Judge Institute of Management Studies, University of Cambridge, working paper.
- DETRY, P. (2001): “Other evidences of the predictive power of technical analysis: the moving averages rules on European indexes,” EFMA 2001 Lugano Meetings.
- DOOLEY, M., AND J. SHAFER (1984): “Analysis of short-run exchange rate behavior: March 1973 to 1981,” *Floating Exchange Rates and The State of World Trade and Payments*, pp. 43–70.
- FISS, N., AND R. MACDONALD (1999): “Technical analysis in the foreign exchange market: a cointegration-based approach,” *Multinational Finance Journal*, 3(3), 147–172.
- (2002): “Towards the fundamentals of technical analysis: analysing the information content of High, Low and Close prices,” *Economic Modeling*, 19, 353–374.
- GUILLAUME, D., M. DACOROGNA, R. DAVÉ, U. MÜLLER, R. OLSEN, AND O. PICTET (1994): “From the bird’s eye to the microscope: a survey of new stylized facts of the intra-day foreign exchange markets,” Olsen and Associates manuscript.

- JENSEN, M. (1970): "Random walks and technical theories: some additional evidence," *Journal of Finance*, 25(2), 469–482.
- LEBARON, B. (1999): "Technical trading rule profitability and foreign exchange intervention," *Journal of International Economics*, 49, 125–143.
- LEVICH, R., AND L. THOMAS (1993): "The significance of the trading-rule profits in the foreign exchange market : a bootstrap approach," *Journal of International Money and Finance*, 12, 1705–1765.
- LEVY, R. (1971): "The predictive significance of five-point patterns," *Journal of Business*, 41, 316–323.
- LO, A., H. MAMAYSKY, AND J. WANG (2000): "Foundations of technical analysis: computational algorithms, statistical inference, and empirical implementation," *Journal of Finance*, 56, 1705–1765.
- LUI, Y.-H., AND D. MOLE (1998): "The use of fundamental and technical analyses by foreign exchange dealers: Hong-Kong evidence," *Journal of International Money and Finance*, 17, 535–545.
- LYONS, R. (2001): *The microstructure approach to exchange rates*. MIT Press.
- MENKHOFF, L. (1998): "The noise trading approach - questionnaire evidence from foreign exchange," *Journal of International Money and Finance*, 17, 547–564.
- MURPHY, J. (1999): *Technical analysis of the financial markets*. New York Institute of Finance.
- NEELY, C. (1997): "Technical analysis in the foreign exchange market: a layman's guide," Federal Bank of Saint Louis Working Paper.
- NEELY, C., AND P. WELLER (1999): "Intraday technical trading in the foreign exchange market," Federal Reserve Bank of St. Louis Working Paper, No. 99-016A.
- NEELY, C., P. WELLER, AND R. DITTMAR (1997): "Is technical analysis in the foreign exchange market profitable? A Genetic Programming Approach," *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 32(4), 405–426.
- OSLER, C. (1998): "Identifying noise traders: the head-and-shoulders pattern in U.S. equities," Federal Reserve Bank of New York.
- OSLER, C. (2000): "Support for resistance: technical analysis and intraday exchange rates," Federal Reserve Bank of New York Working Paper.
- PROST, A., AND R. PRECHTER (1985): *Elliott waves principle*. New classics library.
- READY, M. (1997): "Profits from technical trading rules," Working Paper, University of Wisconsin-Madison.
- SILVERMAN, B. (1986): *Density estimation for statistics and data analysis*. Chapman and hall.
- SWEENEY, R. (1986): "Beating the foreign exchange market," *Journal of Finance*, 41, 304–314.
- TAYLOR, M., AND H. ALLEN (1992): "The use of technical analysis in the foreign exchange market," *Journal of International Money and Finance*, 11, 304–314.

FIG. 1 – *Les figures chartistes théoriques (1)*

Il s'agit des figures théoriques du tête-épaules (HS), du tête-épaules inversé (IHS), du Double Top (DT), du Double Bottom (DB), du Triple Top (TT) et du Triple Bottom (TB).

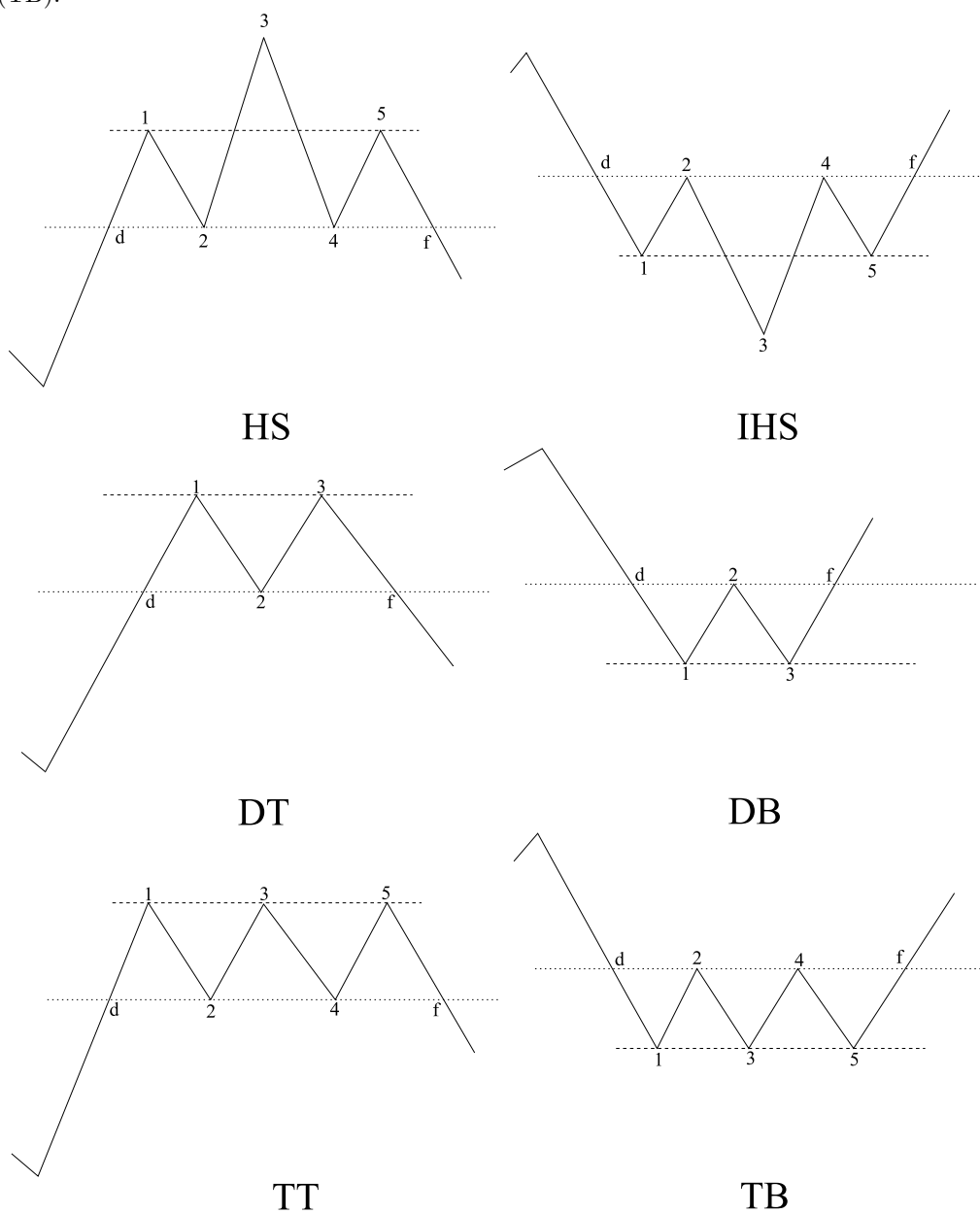


FIG. 2 – Les figures chartistes théoriques (2)

Il s'agit des figures théoriques du Rectangle Top (RT), du Rectangle Bottom (RB), du Broadening Top (BT), du Broadening Bottom (BB), du Triangle Top (TRIT) et du Triangle Bottom (TRIB).

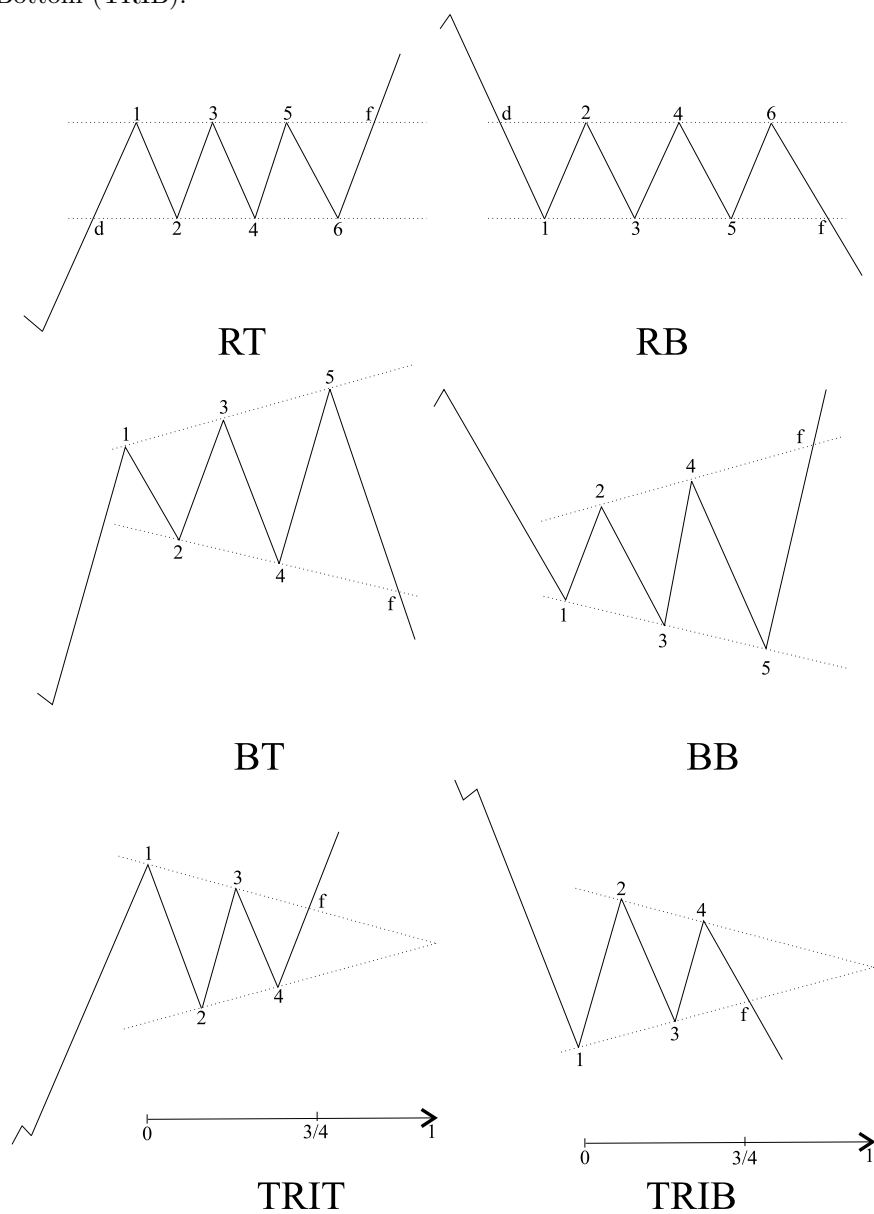




FIG. 3 – *Evolution des cours pour les différentes fréquences d'observations*

Chaque quadrant représente l'évolution des cours de clôture, c'est-à-dire les cours à chaque fin d'intervalle (en trait continu), des cours les plus hauts (en trait discontinu) et des cours les plus bas (en pointillé) pour différentes fréquences d'observations. De gauche à droite et de haut en bas, se présente l'évolution des cours pour les fréquences de 5, 15, 30 et 60 minutes. Chaque figure débute au même moment dans le temps mais présente des évolutions fort différentes.

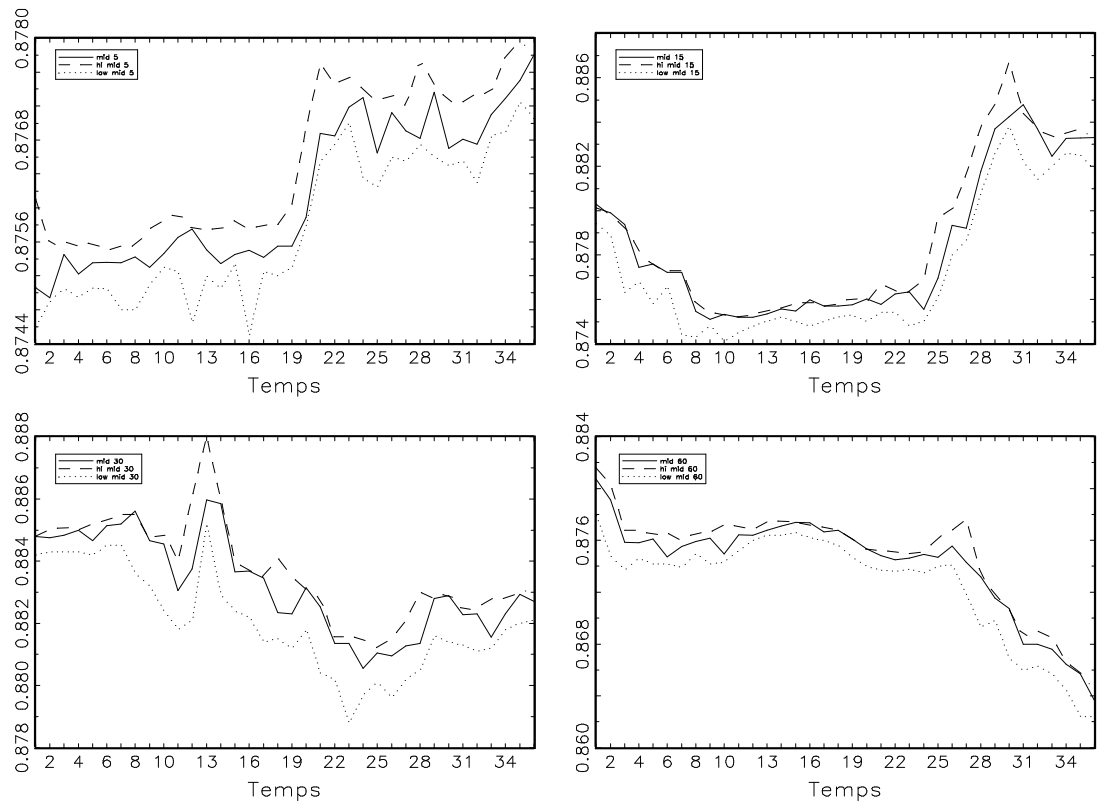


FIG. 4 – Les figures chartistes observées (1)

Ces graphiques illustrent les figures HS, IHS, DT et DB selon les deux méthodes de détection. Les points représentent les différents extremums formant la figure et les droites en pointillé représentent les fonctions lissées servant à leurs détections.

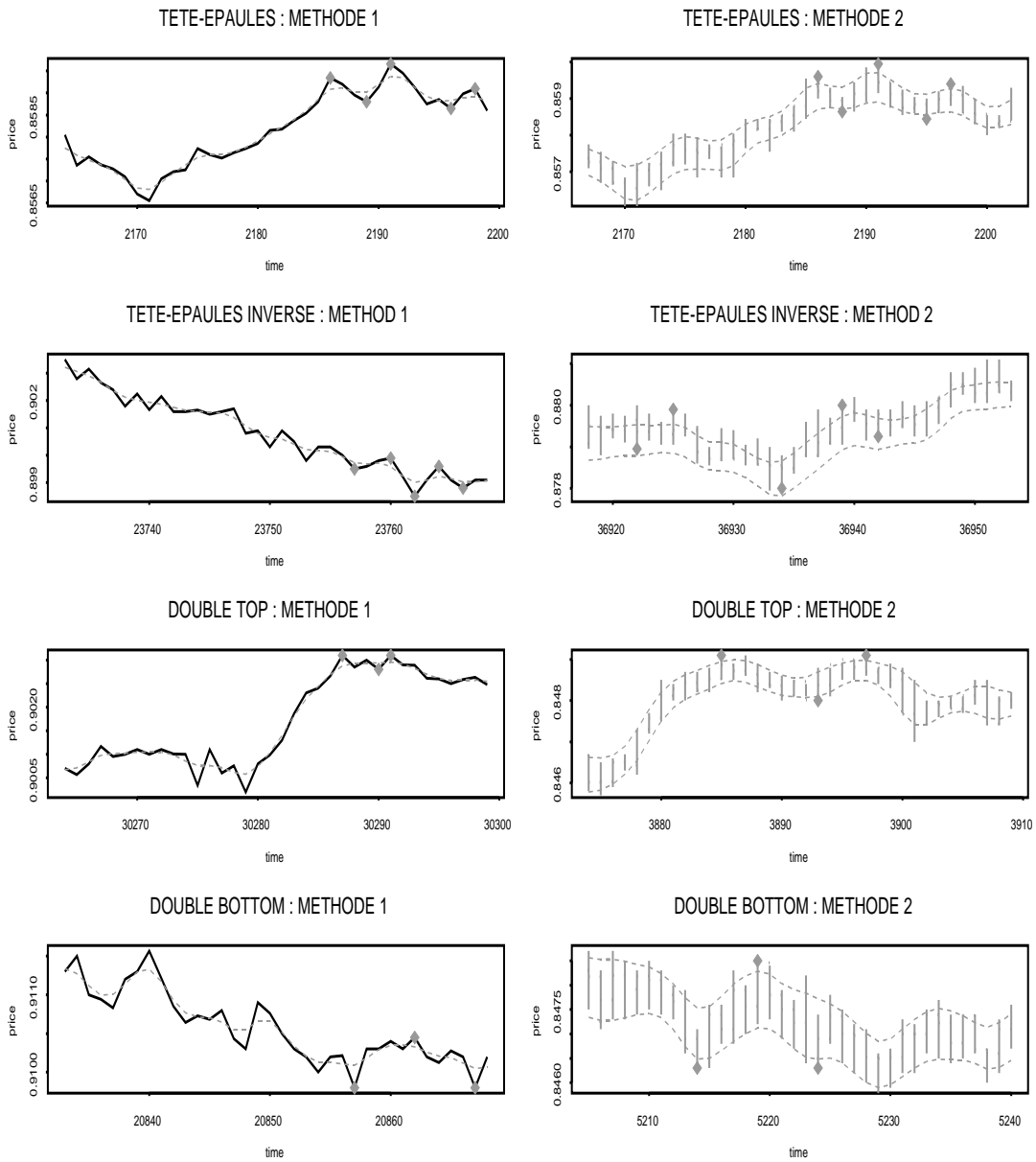


FIG. 5 – Les figures chartistes observées (2)

Ces graphiques illustrent les figures TT, TB, RT et RB selon les deux méthodes de détection. Les points représentent les différents extremums formant la figure et les droites en pointillé représentent les fonctions lissées servant à leurs détections.

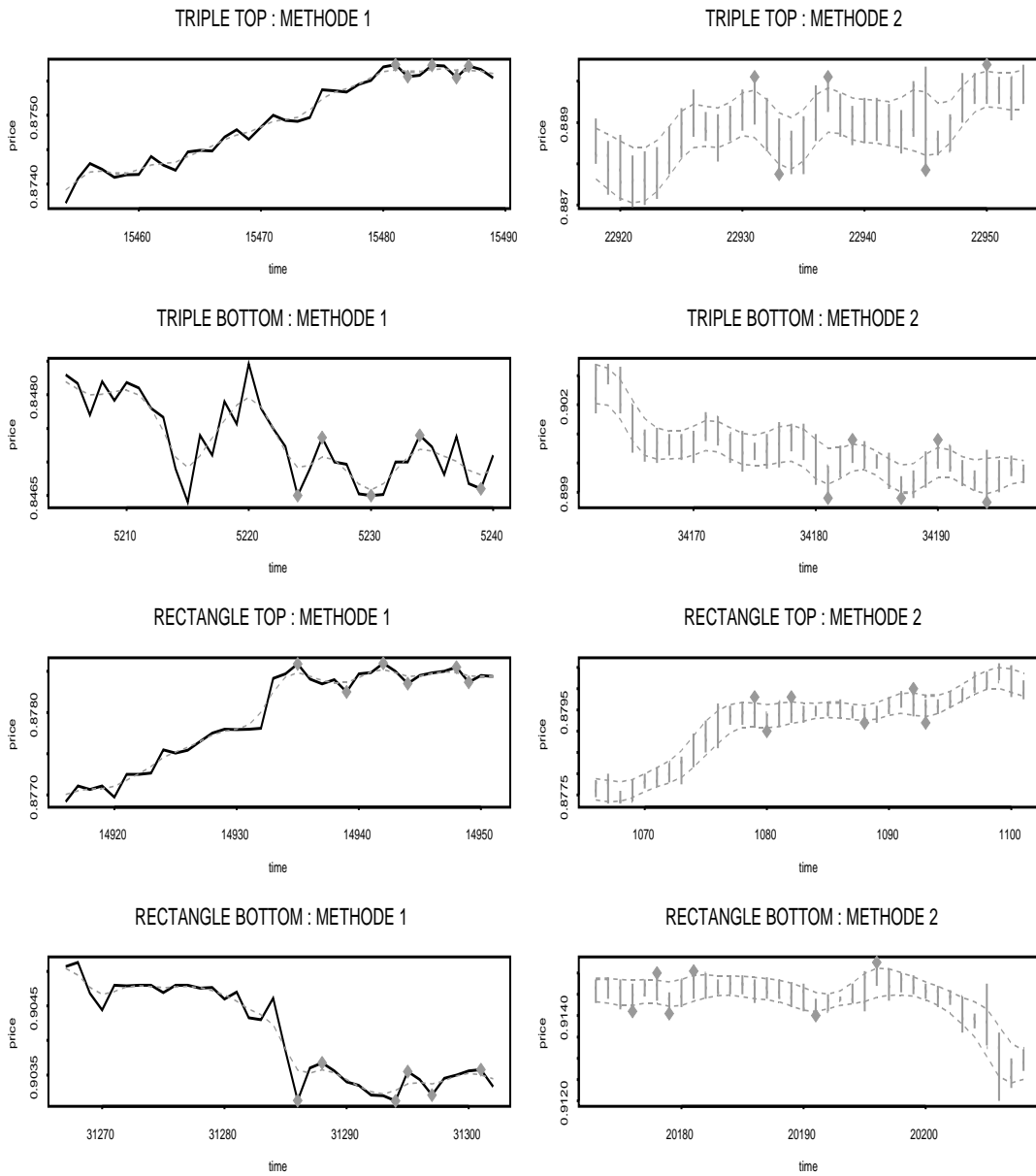
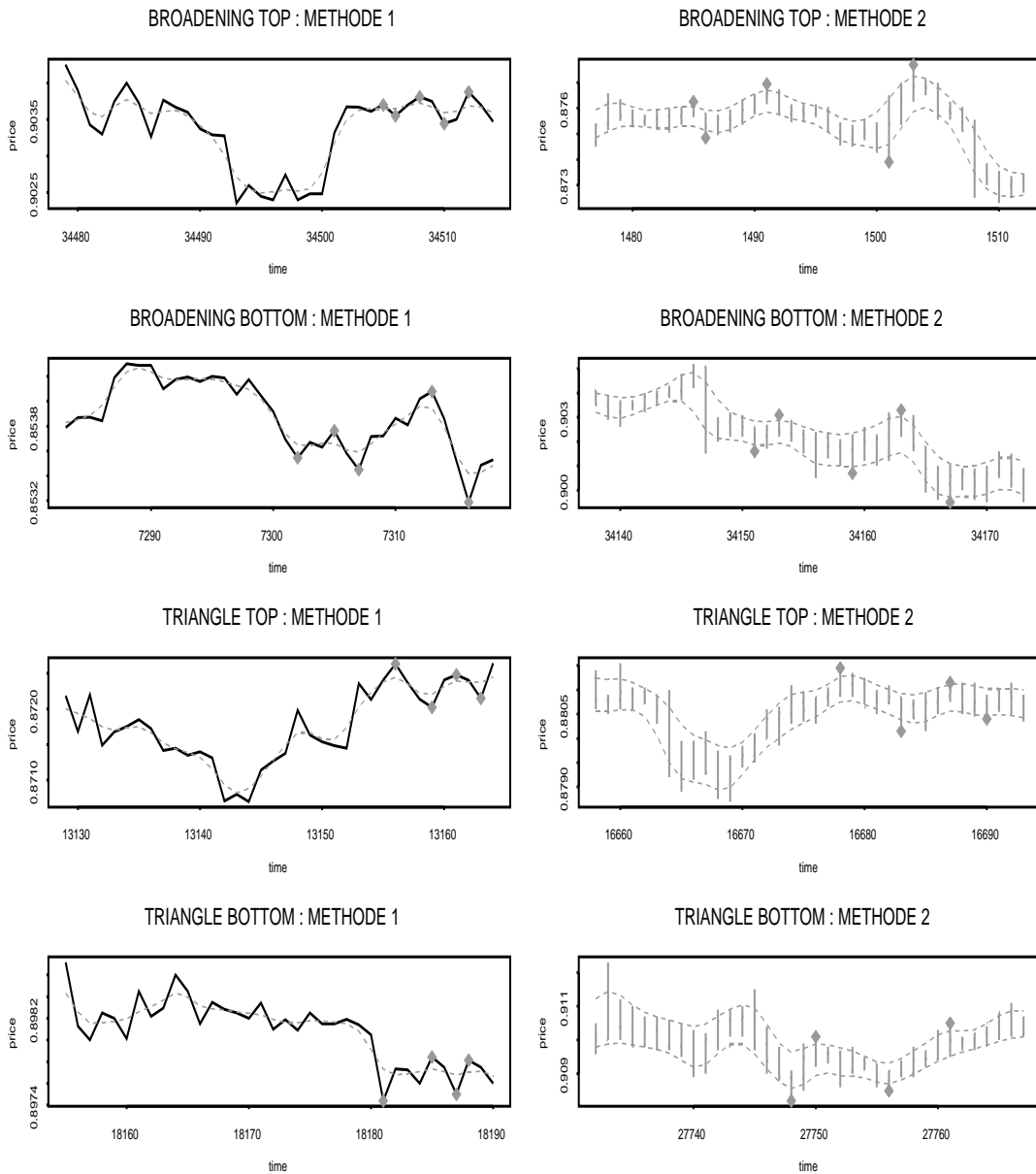


FIG. 6 – Les figures chartistes observées (3)

Ces graphiques illustrent les figures BT, BB, TRIT et TRIB selon les deux méthodes de détection. Les points représentent les différents extremums formant la figure et les droites en pointillé représentent les fonctions lissées servant à leurs détections.



TAB. 1 – Nombre de détection des figures chartistes

			HS	IHS	DT	DB	TT	TB	RT	RB	BT	BB	TRIT	TRIB	$\Sigma$
ASK	5 min	1	75	4	19	31	8	19	92	96	66	128	28	51	617
			37%	50%	53%	42%	38%	47%	65%	49%	68%	63%	75%	71%	58%
		2	21	8	46	46	15	19	27	18	24	46	12	20	302
			10%	13%	35%	41%	20%	21%	41%	28%	67%	43%	25%	65%	37%
	15 min	1	24	3	3	5	2	6	13	12	31	47	10	17	173
			54%	0%	67%	80%	100%	33%	77%	58%	52%	60%	50%	71%	58%
		2	7	2	9	6	6	9	5	6	19	30	4	10	113
			14%	50%	44%	83%	33%	22%	80%	50%	68%	67%	50%	60%	56%
	30 min	1	12	1	1	0	0	4	1	1	11	28	5	7	71
			42%	0%	0%			75%	100%	100%	55%	75%	40%	71%	62%
		2	10	4	2	3	2	1	1	0	5	23	1	3	55
			70%	100%	0%	67%	0%	100%	100%		60%	48%	100%	67%	58%
60 min	1	4	0	0	0	0	0	0	1	5	11	2	3	26	
		50%							0%	80%	73%	50%	100%	69%	
	2	3	0	1	0	1	1	0	2	3	10	1	1	23	
		33%		100%		0%	100%		0%	0%	50%	100%	0%	39%	
BID	5 min	1	85	5	21	19	11	20	103	103	55	147	30	50	649
			36%	60%	62%	63%	36%	50%	58%	52%	65%	58%	73%	68%	56%
		2	28	13	48	68	22	18	25	23	24	39	12	20	340
			7%	31%	29%	38%	27%	22%	32%	39%	46%	54%	33%	70%	36%
	15 min	1	22	1	3	4	6	3	11	18	25	58	15	21	187
			32%	0%	33%	50%	100%	33%	64%	78%	64%	69%	67%	71%	64%
		2	8	2	12	14	2	10	8	5	12	28	3	6	110
			50%	0%	17%	57%	0%	40%	63%	60%	75%	57%	67%	67%	52%
	30 min	1	7	0	1	2	0	3	1	3	13	26	10	8	74
			57%		100%	50%		67%	100%	33%	92%	62%	60%	63%	66%
		2	4	4	10	6	1	3	1	1	5	17	1	7	60
			50%	75%	50%	50%	0%	67%	0%	0%	60%	53%	100%	71%	55%
60 min	1	5	0	0	2	0	0	0	1	5	8	4	2	27	
		40%			50%				0%	80%	75%	50%	50%	59%	
	2	3	0	3	0	1	1	0	0	4	8	0	1	21	
		0%		67%		0%	100%			25%	38%		100%	38%	

Ce tableau présente le nombre de détections obtenues pour chaque figure ainsi que le pourcentage de figures réussies selon le type de prix (ask, bid ou mid), la fréquence d'observation (5, 15, 30 ou 60 minutes) ainsi que la méthode de détection (1,2). La méthode notée 1 correspond à celle qui utilise uniquement les cours dits de clôture tandis que la méthode 2 adopte les cours les plus hauts et ceux les plus bas. Une figure est réussie quand le cours, suite au repérage de la figure, atteint au minimum l'objectif que la figure prédit. La dernière colonne correspond au nombre total de figures détectés ainsi que le pourcentage de figures réussies par méthode, par fréquence et par type de prix.

TAB. 2 – Nombre de détection des figures chartistes

			HS	IHS	DT	DB	TT	TB	RT	RB	BT	BB	TRIT	TRIB	$\Sigma$
MID	5 min	1	78	4	7	12	5	12	107	89	57	135	38	73	617
			40%	25%	57%	33%	60%	42%	58%	73%	72%	67%	76%	74%	63%
		2	28	14	35	44	16	20	24	33	26	57	15	23	335
			21%	21%	29%	43%	19%	35%	46%	45%	69%	49%	53%	61%	42%
	15 min	1	23	3	2	0	1	8	14	16	30	53	13	18	181
			48%	33%	50%		0%	50%	43%	56%	57%	66%	85%	83%	61%
		2	10	3	15	17	7	8	4	4	5	23	2	11	109
			10%	67%	40%	53%	57%	50%	100%	75%	60%	70%	50%	64%	55%
	30 min	1	11	0	0	0	0	2	3	1	17	22	3	8	67
			73%					50%	100%	100%	76%	68%	67%	75%	73%
		2	5	0	3	4	1	1	1	1	3	17	2	2	40
			60%		0%	75%	0%	100%	100%	0%	33%	59%	50%	100%	55%
60 min	1	3	0	0	0	1	1	0	0	3	11	6	5	30	
		67%				100%	0%			67%	64%	67%	60%	63%	
	2	4	1	2	1	1	0	1	0	2	8	1	2	23	
		25%	0%	100%	0%	0%		100%		0%	50%	100%	100%	48%	

Ce tableau présente le nombre de détections obtenues pour chaque figure ainsi que le pourcentage de figures réussies selon le type de prix (ask, bid ou mid), la fréquence d'observation (5, 15, 30 ou 60 minutes) ainsi que la méthode de détection (1,2). La méthode notée 1 correspond à celle qui utilise uniquement les cours dits de clôture tandis que la méthode 2 adopte les cours les plus hauts et ceux les plus bas. Une figure est réussie quand le cours, suite au repérage de la figure, atteint au minimum l'objectif que la figure prédit. La dernière colonne correspond au nombre total de figures détectés ainsi que le pourcentage de figures réussies par méthode, par fréquence et par type de prix.

TAB. 3 – prévisibilité des figures chartistes

			HS	IHS	DT	DB	TT	TB	RT	RB	BT	BB	TRIT	TRIB	$\mu$	
ASK	5 min	1	1,05	1,14	1,58	1,29	1,05	2,32	2,36	2,01	3,52	3,61	9,79	7,06	3,06	
		2	0,34	0,63	0,89	1,08	0,58	0,67	0,91	0,81	2,20	1,48	0,99	3,18	1,15	
	15 min	1	1,55	0,58	1,21	2,12	1,87	2,40	4,45	3,00	2,90	4,20	3,86	9,72	3,16	
		2	0,51	0,75	1,17	3,28	0,95	1,00	1,85	1,11	2,12	1,72	2,30	2,52	1,61	
	30 min	1	1,01	0,34	0,95				1,70	4,57	1,42	3,44	3,08	2,67	3,59	2,28
		2	1,58	2,63	0,14	2,38	0,27	7,06	2,34		1,74	1,82	2,96	3,60	2,41	
	60 min	1	0,88								0,00	4,84	2,61	1,72	6,56	2,77
		2	0,50		1,58		0,05	3,49			0,13	0,46	1,63	7,38	0,44	1,74
	BID	5 min	1	1,12	2,17	1,98	2,16	1,19	1,40	2,25	2,04	3,78	2,73	6,67	4,40	2,66
			2	0,48	0,66	0,73	0,91	0,96	0,68	1,68	1,05	2,12	1,84	2,63	2,85	1,38
15 min		1	1,38	0,14	0,66	2,07	2,03	1,24	2,73	3,29	3,43	3,82	6,50	5,76	2,75	
		2	1,38	0,26	0,53	3,00	0,63	2,55	3,05	0,94	2,11	1,58	2,84	2,84	1,81	
30 min		1	1,65		6,28	4,05			1,33	4,29	4,40	4,01	2,97	6,23	3,48	3,87
		2	0,98	1,29	1,38	1,76	0,00	2,37	0,36	0,56	1,96	1,42	16,30	2,66	2,59	
60 min		1	0,70			2,39						2,11	2,68	2,98	6,81	2,94
		2	0,41		1,61		0,00	3,35				1,02	1,20		1,18	1,25
MID		5 min	1	1,12	0,88	1,93	0,86	1,72	1,33	2,56	3,52	4,38	4,00	9,35	9,45	3,42
			2	0,70	0,87	0,88	1,19	0,74	1,16	1,05	1,46	2,52	1,68	2,58	3,42	1,52
	15 min	1	1,30	0,70	1,71		0,83	3,19	3,23	3,00	4,43	4,11	5,74	13,15	3,76	
		2	0,36	1,29	0,98	1,44	1,34	0,84	2,44	1,15	1,33	1,90	1,98	2,73	1,48	
	30 min	1	2,28						0,74	7,21	2,00	3,42	3,65	13,76	3,46	4,56
		2	1,17		0,18	3,18	0,00	2,14	2,82	0,18	1,11	1,63	1,10	2,86	1,49	
	60 min	1	0,82					1,39	0,60			2,36	2,19	7,64	4,36	2,77
		2	0,62	0,26	2,36	0,64	0,05		1,38			0,53	1,72	1,54	5,16	1,42

Ce tableau présente le pouvoir prédictif des différentes figures selon le type de prix (ask, bid ou mid), la fréquence d'observations (5, 15, 30 ou 60 minutes) ainsi que la méthode de détection. La méthode 1 utilise uniquement les cours dits de clôture tandis que la méthode 2 utilise les cours les plus hauts et ceux les plus bas. Le pouvoir prédictif est calculé de la manière suivante: soit  $h$  l'écart entre le cours au moment de la fin de la figure et l'objectif que ce dernier devrait atteindre et  $trend$  la hauteur de la tendance du cours suite à la fin de la figure, dans ce cas, le pouvoir prédictif correspond au ratio  $\frac{trend}{h}$ . La dernière colonne correspond à la valeur de ce ratio toutes figures confondues.

TAB. 4 – Différence de pouvoir prédictif entre les fréquences d'observations et entre les méthodes de détection (1)

		HS	IHS	DT	DB	TT	TB	RT	RB	BT	BB	TRIT	TRIB	$\mu$	
ASK	5-15	1	-*	+	-	-**	-	-**	-	+	-	+	-	-	
		2	-	-	-**	-	-	-	-	-	-	-	+	-**	
	15-30	1	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+
		2	-**	-**	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
	30-60	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
		2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-**
	5-30	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		2	-**	-**	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-**
	15-60	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	5-60	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ASK	5	1-2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
			1-2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
30		1-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		1-2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
BID		5-15	1	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-**
			2	-**	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-**
		15-30	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
30-60	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
	2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
5-30	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	2	-**	-**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
15-60	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
	2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
5-60	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
	2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
BID	5	1-2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
		1-2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
	30	1-2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
		1-2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
	60	1-2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
		1-2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	

Ce tableau reprend le signe de la différence en terme de prédictabilité entre les différentes fréquences d'observations et entre les deux méthodes de détection. \*\* et \* désignent respectivement la significativité à 5% et à 10%, en utilisant le test de la moyenne.



TAB. 5 – Différence de pouvoir prédictif entre les fréquences d’observations et entre les méthodes de détection (2)

		HS	IHS	DT	DB	TT	TB	RT	RB	BT	BB	TRIT	TRIB	$\mu$
MID	5-15	1	-	+			-		+	-	-	+	-	-
		2	+	-			..		+	+	-	+	+	+
	15-30	1	..				+			+	+	-	+	+
		2	..	+	+	..				+	+	+	+	-
	30-60	1	+	+						+	+	+	-	+
		2	+	..	..					+	+	-	-	+
	5-30	1	..							+	+	+	+	+
		2	-	+	+	..				+	+	+	+	-
	15-60	1	+							+	+	+	+	+
		2	-	..	..					+	+	+	-	-
	5-60	1	+	+						+	+	+	+	+
		2	+	..	..					+	+	+	+	-
MID	5	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	15	+	..	+			+	+	+	+	+	+	+	+
	30	+					+	+	+	+	+	+	+	+
	60	+							+	+	+	+	+	+

Ce tableau reprend le signe de la différence en terme de prédictabilité entre les différentes fréquences d’observations et entre les deux méthodes de détection. \*\* et \* désignent respectivement la significativité à 5% et à 10%, en utilisant le test de la moyenne.

TABLE 6 – Différence de pouvoir prédictif entre les types de prix

	HS	IHS	DT	DB	TT	TB	RT	RB	BT	BB	TRIT	TRIB	$\mu$
ASK-BID	1	-	-	.*	-	+	-	-	-	.*	+	+.***	+
	2	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-
	1	+	+	+	-	+	-	-	-	+	-	+	+
	2	.**	+	+	+	-	-	+	+	+	-	-	-
	1	-	-	+.***	+	+	-	-	-	+	+	+	+
	2	.*	+.***	-.***	+	-	-	-	+	+	-	-	+
	1	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-	-	+
	2	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+
ASK-MID	1	-	+	+	-	+	-	-.***	-	-	+	-	-.***
	2	.**	-	+	-	-	-	-.***	-	-	.*	-	-.***
	1	+	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-
	2	+	-	+	+.***	+	-	-	+.***	-	+	-	+
	1	-.***	-	-	-	+	-	-	+	-	-	+	.*
	2	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
	1	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
BID-MID	1	+	+.***	+	+.***	+	-	-.***	-	-.***	-	-.***	-.***
	2	-	-	-	+	-	+	-	-	+	+	-	.*
	1	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+.***	.*
	2	+.***	-.***	-	+	+	-	-	+	-	+	+	.*
	1	-	-	+.***	-	+	+	+	+	-	+	+	-
	2	-	-	+.***	-	-	+	+	+	-	-	-	+
	1	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-
	2	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-

Ce tableau reprend le signe de la différence en terme de prédictabilité entre les différents types de cours (mid, ask et bid). \*\* et \* désignent respectivement la significativité à 5% et à 10%, en utilisant le test de la moyenne.

TAB. 7 – Profitabilité maximale des figures chartistes

	HS	IHS	DT	DB	TT	TB	RT	RB	BT	BB	TRIT	TRIB	$\mu$		
ASK	1	9	17	9	6	7	12	10	9	14	12	40	31	14	
	2	5	12	11	13	8	11	9	10	22	16	13	52	15	
	15 min	1	16	16	10	13	23	30	24	19	16	26	50	78	28
		2	13	26	11	45	16	9	19	18	25	28	49	44	25
	30 min	1	20	8	5	42	6	14	28	9	19	36	30	51	29
		2	40	95	3	42	6	102	33	40	35	61	106	44	44
	60 min	1	27							-2	45	33	26	109	41
		2	27	45		0	135		2	18	54	144	22	44	44
BID	1	8	27	11	10	7	11	11	9	12	11	44	22	13	
	2	8	18	8	12	11	9	12	12	12	18	31	43	14	
	15 min	1	13	0	4	14	18	20	20	26	19	24	54	47	26
		2	35	6	10	45	18	23	25	16	30	30	89	70	32
	30 min	1	23	0	68	21	0	14	63	44	26	34	73	36	37
		2	54	46	23	31	0	41	7	15	43	33	326	110	47
	60 min	1	21			41				-2	27	36	40	155	40
		2	23	38		-2	136		37	42	42	67	41	41	41
MID	1	8	14	9	3	6	9	11	13	16	14	52	37	17	
	2	10	16	10	12	8	15	7	12	22	16	28	51	16	
	15 min	1	14	19	18	0	8	34	12	20	18	20	44	76	26
		2	7	32	11	24	22	13	41	18	24	34	36	52	26
	30 min	1	29					14	52	43	27	35	171	45	40
		2	35	4	78	0	55	106	5	22	39	36	47	39	39
	60 min	1	29			45	9		42	29	120	129	65	65	65
		2	35	12	47	12	0	53	19	52	41	169	49	49	49

Ce tableau présente le profit maximal réalisé pour chaque figure selon le type de prix (ask, bid ou mid), la fréquence d'observation (5, 15, 30 ou 60 minutes) ainsi que la méthode de détection (1,2). La dernière colonne correspond au profit maximal (moyenne pondérée par le nombre de figures détectées) toutes figures confondues. Les profits sont exprimés en point de base. Pour la fréquence de 60 minutes, nous avons tenu compte des coûts de transactions étant donné que la position de l'opérateur s'étale en moyenne sur plus d'une journée. Nous avons estimé ces coûts à 2 points de base.

TAB. 8 – Profitabilité de la stratégie adoptée

	HS	IHS	DT	DB	TT	TB	RT	RB	BT	BB	TRIT	TRIB	$\mu$	
ASK	1	2	3	2	1	1	2	1	1	1	1	2	2	1
	2	-1	-3	2	3	1	2	1	0	4	3	0	4	2
	1	4	10	2	3	6	2	3	3	2	2	4	4	3
	2	6	6	1	8	5	-2	4	9	5	5	8	8	5
	1	3	-5	3		5	3	3	3	3	4	5	5	4
	2	11	17	-4	3	1	7	7		11	9	10	8	9
	1	8							-7	6	3	-1	7	4
	2	3		13		-10	20		-8	-1	0	8	-13	4
BID	1	2	4	2	2	1	2	1	1	1	1	3	2	2
	2	0	5	1	2	1	2	1	2	2	4	0	6	2
	1	3	20	0	1	4	2	3	3	2	2	4	3	3
	2	11	-5	0	7	6	1	4	6	7	6	9	11	5
	1	6		5	0	2	7	7	0	4	4	4	4	4
	2	15	13	6	2	-9	5	-4	13	8	11	10	14	8
	1	9			-7				-6	3	4	0	2	3
	2	3		5		-10	19		3	3	6	27	6	6
MID	1	1	3	1	1	0	2	1	2	1	1	3	2	2
	2	0	0	1	3	1	3	1	2	4	2	2	5	2
	1	3	6	2	5	3	3	1	2	1	2	5	3	3
	2	0	12	2	6	4	2	8	5	4	6	10	5	4
	1	5				2	4	4	11	4	4	4	5	4
	2	11		-5	12	-9	13	19	-5	1	12	18	8	9
	1	9			15	7			7	4	4	4	6	5
	2	11	-13	9	9	-11	18		1	2	12	14	5	5

Ce tableau présente le profit réalisé sur chaque figure suite à l'adoption d'une stratégie détaillée dans la section 3.3.2. La stratégie est adoptée selon le type de prix (ask, bid ou mid), la fréquence d'observation (5, 15, 30 ou 60 minutes) ainsi que la méthode de détection (1,2). Soit  $h$  l'écart entre le cours au moment de la fin de la figure et l'objectif que ce dernier devrait atteindre, la stratégie consiste à prendre une position lors de la fin de la figure et à clôturer celle-ci soit après une évolution du cours de  $\frac{1}{2}h$  dans le sens prédit, soit après une évolution de  $\frac{1}{5}h$  si le cours a évolué dans le sens inverse. La dernière colonne désigne le profit réalisé (moyenne pondérée par le nombre de figures détectées) suite à l'application de la stratégie, toutes figures étant confondues. Les profits sont exprimés en points de base. Pour la fréquence de 60 minutes, nous avons tenu compte des coûts de transactions étant donné que la position de l'opérateur s'évalue en moyenne sur plus d'une journée. Nous avons estimé ces coûts à 2 points de base.

Tab. 9 – Différence de profitabilité de la stratégie entre les fréquences d'observations et entre les méthodes de détection (1)

	HS	IHS	DT	DB	TT	TB	RT	RB	BT	BB	TRIT	TRIB	$\mu$	
ASK	5-15	1	-**	-	-**	+	-**	-**	-	-**	-	*	-**	
		2	*	+	-**	+	**	-	-	-	**	-**	-**	
	15-30	1	+	-	-	*	-	-	-	-**	-	-	-	-
		2	-	+	**	+	-	-**	-**	-**	+	+	-	-**
	30-60	1	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-
		2	+	-	-	-	-	+	*	+	**	-	**	+
	5-30	1	-	-	-	-**	-	-	-	-	-**	-	**	-**
		2	-**	-**	+	**	-	-**	-**	-**	-**	-	-	-**
	15-60	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
		2	+	-	-	-	+	**	+	+	+	+	+	+
	5-60	1	-	-	-	-	-	-	-	-	*	+	*	-**
		2	-	-	-	-	+	**	+	+	+	+	+	-
ASK	5	1-2	+	**	+	+	-	+	-**	-**	+	*	-**	
	15	1-2	-	+	-	+	-	-**	-**	-**	-	*	-**	
	30	1-2	-**	-	-	+	-	-**	-**	-**	-	-	-**	
	60	1-2	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	
	BID	5-15	1	-	+	-**	+	-**	-**	*	-**	-	-	-**
		2	-**	+	**	+	+	*	-	-**	*	-	-	-**
		15-30	1	-	+	-	-	+	*	-	-	-	-	*
		2	-	-**	-**	+	-	-	-	-	-**	-	-	-**
30-60	1	-	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	
	2	+	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	
5-30	1	-**	+	+	+	+	+	+	-**	-**	-	-	-**	
	2	-	-	*	+	-	-	-	-**	-**	*	+	+	
15-60	1	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
	2	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	
5-60	1	*	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ASK	5	1-2	+	-	+	+	+	-	-	-**	+	**	-**	
	15	1-2	-**	+	-	+	-	-	-**	-**	-	-	-**	
	30	1-2	-	-	-	-	-	-	-	-**	-	-	-**	
	60	1-2	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Ce tableau reprend le signe de la différence en terme de profitabilité de la stratégie entre les différentes fréquences d'observations ainsi qu'entre les deux méthodes de détection. \*\* et \* désignent respectivement la significativité à 5% et à 10%, en utilisant le test de la moyenne.

TAB. 10 – Différence de profitabilité de la stratégie entre les fréquences d'observations et entre les méthodes de détection (2)

		HS	IHS	DT	DB	TT	TB	RT	RB	BT	BB	TRIT	TRIB	$\mu$
MID	5-15	1	-.**	-	-	-	-	-	-	+	-.**	-.**	-	-.**
		2	+	-.**	-	+	-.**	-	-	-	-.**	-.**	+	-.**
	15-30	1	-	-	-	+	-.**	-	-	-.**	-	-	-	-.**
		2	-.**	+	+.**	-.**	-	+	+	+	-.**	-.**	-.**	-.**
	30-60	1	-	-	-	-	-	-	-	-.**	+	+	-	-
		2	+	-	-.**	-	-	-	-	-	+	+.**	-.**	+
	5-30	1	-.**	-	-	-	-	-	-.**	-.**	-.**	-.**	-	-.**
		2	-.**	-	-.**	-.**	-	-	-	-	-.**	-.**	-.**	-.**
	15-60	1	-	-	-	-	-	-	-	-.**	-	-	-	-.**
		2	-	-	-.**	-	-	-	-	-	-	-	-.**	-
	5-60	1	-	-	-	-	-	-	-	-.**	-.**	-	-	-.**
		2	-	-	-.**	-	-	-	-	+	+	+	-.**	-
MID	5	1-2	+.*	+	-.**	-	-.*	+	-	-.**	-.*	+	-.**	-.**
	15	1-2	+.*	+.*	+	+	+	-.**	-	-	-.**	-.**	-	-.**
	30	1-2	-	-	-	-	-	-	+	+	-.**	-.**	-.**	-.**
	60	1-2	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+.*	+.*	+

Ce tableau reprend le signe de la différence en terme de profitabilité de la stratégie entre les différentes fréquences d'observations ainsi qu'entre les deux méthodes de détection. \*\* et \* désignent respectivement la significativité à 5% et à 10%, en utilisant le test de la moyenne.

TAB. 11 – Différence de profitabilité de la stratégie entre les différents types de prix

		HS	IHS	DT	DB	TT	TB	RT	RB	BT	BB	TRIT	TRIB	$\mu$	
ASK-BID	5	1	-	-	.*	+	-	-	-	+	.*	-	-	-	
		2	..**	+	+	+	+	.*	..**	+	-	-	-	-	
	15	1	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+
		2	-	+	+	+	..*	-	+	-	-	-	-	-	-
	30	1	-	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+
		2	-	+	..**	+	-	-	+	+	-	-	-	-	+
	60	1	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	+	+
		2	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
ASK-MID	5	1	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-	-	
		2	-	+	+	+	+	..*	-	-	.*	-	-	-	-
	15	1	+	+	+	-	-	.*	+	+	-	-	+	+	+
		2	+	-	-	+	..*	-	+	+	-	-	..*	+	+
	30	1	-	-	+	+	+	-	+	-	+	+	-	-	-
		2	-	+	+.***	..**	-	+	+	+.***	-	-	-	-	-
	60	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
		2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BID-MID	5	1	+	+	+.***	+	+	.*	-	+	..**	+	-	+	
		2	+	+	-	-	+	+	..**	..*	..*	-	+	+	
	15	1	-	-	-	-	-	+.***	+	+	..*	-	-	+	+
		2	+.***	..**	-	+	+	..*	+	+	+	-	..*	+	+.***
	30	1	+	+	+.***	..**	-	-	+	+	-	+	-	+	..*
		2	+	+	+.***	..**	-	-	+	+	..*	-	+	-	+
	60	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Ce tableau reprend le signe de la différence en terme de profitabilité de la stratégie entre les différents types de prix. \*\* et \* désignent respectivement la significativité à 5% et à 10%, en utilisant le test de la moyenne.

TAB. 12 – Ratio profit moyen/écart-type obtenu pour la stratégie adoptée

			HS	IHS	DT	DB	TT	TB	RT	RB	BT	BB	TRIT	TRIB	$\mu$		
ASK	5 min	1	0,43	0,46	0,64	0,64	0,54	0,90	0,71	0,61	0,85	0,74	1,20	0,77	0,71		
		2	-0,13	-0,44	0,50	0,64	0,25	0,37	0,34	-0,02	1,14	0,71	-0,01	0,66	0,46		
	15 min	1	0,78	0,86	0,69	0,63	1,99	0,42	0,98	1,40	0,48	0,68	0,65	0,62	0,73		
		2	0,48	0,34	0,16	2,52	0,71	-0,54	0,71	3,16	0,92	0,69	0,90	1,70	0,90		
	30 min	1	0,33						1,76			0,69	0,87	1,28	1,16	0,81	
		2	0,88	6,43		0,38	0,10					5,31	1,25		0,60	1,69	
	60 min	1	0,55									0,63	0,60	-0,09	1,40	0,62	
		2	0,06											-10,32	-0,29	0,00	-0,93
	BID	5 min	1	0,47	1,11	0,72	1,10	0,46	0,92	0,77	0,66	0,75	0,54	1,27	0,76	0,69	
			2	0,08	0,49	0,29	0,45	0,21	0,33	0,28	0,53	0,56	0,82	0,07	1,26	0,45	
		15 min	1	0,56		0,13	0,24	3,45	0,28	1,23	1,17	0,77	0,66	1,01	0,75	0,85	
			2	1,70	-4,28	-0,04	0,84	0,43	0,19	0,77	1,08	1,09	0,76	0,70	1,20	0,68	
30 min		1	0,88			-0,12			0,42		-0,08	1,12	0,64	0,72	0,88	0,71	
		2	0,66	1,11	0,56	0,29			0,69			1,16	1,59		0,98	0,94	
60 min		1	0,57			0,16						0,59	0,80	-0,10	0,09	0,46	
		2	-0,01		0,39							0,08	0,31			0,19	
MID		5 min	1	0,44	0,48	0,54	0,37	-0,05	0,50	0,61	0,98	0,78	0,79	0,74	0,76	0,71	
			2	0,01	0,01	0,26	0,73	0,22	0,64	0,19	0,51	1,30	0,53	0,42	0,78	0,50	
		15 min	1	0,74	0,42	0,43				0,61	0,49	0,79	0,45	0,71	1,22	0,92	0,70
			2	-0,04	2,46	0,30	1,03	0,50	0,33	2,06	0,82	0,56	0,84	4,19	0,65	0,77	
	30 min	1	0,81						0,26	2,41		1,03	0,73	0,87	0,85	0,89	
		2	0,77		-5,44	7,39						0,16	1,67	3,13	113,06	6,96	
	60 min	1	0,51									1,83	0,57	0,38	0,53	0,61	
		2	0,37		14,85								-0,09	0,10	6,70	1,96	

Ce tableau présente le ratio profit moyen/écart-type obtenu sur chaque figure suite à l'adoption de la stratégie détaillée dans la section 3.3.2.