

# Notes sur le Mimétisme et les Modélisations Multi-Agents

Daniel Herlemont

[email:dherlemont@yats.com](mailto:dherlemont@yats.com) - *YATS Finances & Technologies* - tel:+33 (0) 5 62 71 22 84

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Modèles d’interactions</b>	<b>2</b>
1.1	Interactions sous forme de graphe . . . . .	3
1.2	Le modèle de Cont-Bouchaud . . . . .	4
1.3	Les approches compétitives . . . . .	5
1.4	Impat des tailles finies . . . . .	5
1.5	Questions ouvertes . . . . .	5
<b>2</b>	<b>Caractérisation</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Données empiriques</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Mimétisme</b>	<b>9</b>
4.1	La mesure LSV . . . . .	9
4.2	La mesure PCM . . . . .	10
4.3	La mesure de Christie et Huang . . . . .	11
4.4	La mesure de Hwang . . . . .	11
4.5	Mimétisme et Volume . . . . .	11
4.6	Effets de mode . . . . .	12
4.7	Comportement des différents types d’investisseurs . . . . .	12
4.8	Mimétisme et gestion de fonds . . . . .	12
<b>5</b>	<b>Plateforme multi-agents et simulateurs de marché</b>	<b>13</b>
5.1	Plateforme YATS . . . . .	14
5.2	Critères d’évaluation . . . . .	14

5.3 Pourquoi JAVA ? . . . . .	15
5.4 Quelques Ressources . . . . .	15

6 References	16
--------------	----

## 1 Modèles d'interactions

En 1998, ALCATEL perd plus de 40% en une seule journée, suite à un profit warning, tous les analystes étaient à l'achat fort ... Cet événement résume assez bien l'impact d'une information inattendue dans un marché trop consensuel. Une perte de 40% correspond à un événement à  $16\sigma$ , quasiment impossible sous des hypothèses de normalité ( $\text{proba} \approx 1.37407E - 56$ ), idem avec tout autre modèle acceptable : les krachs seraient-il des points aberrants voir D. Sornette [37] ?

Alors même que toute théorie sur les anticipations rationnelles est justement mise en défaut à l'occasion de tels événements, Comment décrire le marché dans ces cas extrêmes ? les interactions, le mimétisme, les mouvement de panique ? c'est tout l'objet de la modélisation multi-agents

Les modèles multi agents se proposent donc d'étudier les équilibres et déséquilibres qui résultent des offres et des demandes entre des agents pas nécessairement rationnels, ni bien informés ...

Dans le cas d'agents rationnels, d'anticipations rationnelles et partagées, d'informations diffusées à tous et utilisées immédiatement,

le modèle d'équilibre est donné par le CAPM - Capital Asset pricing Model - ou MEDAF, pour Modèle d'Evaluation d'Actifs Financiers, Sharpe [46], Lintner [40], Tobin) Le CAPM établit que les investisseurs sont indifférents à détenir un portefeuille risqué ou un portefeuille composé de l'actif sans risque et de l'indice (risqué) ; une gestion passive suffit à être optimal. Si le CAPM donne un fondement solide à la gestion quantitative, ainsi qu'à la paresse ... il n'explique pas tout, notamment en période de stress ... car établi sous des hypothèses trop simplificatrices :

- les agents ne sont pas tous rationnels,
- le marché est incomplet ; ils ne font pas tous les mêmes anticipations sur les rendements futurs, en terme d'espérance et variance,
- le marché est asymétrique ; il existe des investisseurs mieux informés que d'autres et l'information a un coût,

Certains investisseurs vont préférer l'"analyse technique", peu coûteuse, a priori, à l'analyse fondamentale qui nécessite plus d'information. Les fundamentalistes utilisent les prévisions

des analystes, les modèles rationnels du type CAPM. Les "chartistes"<sup>1</sup>. n'agissent qu'en fonction des prix présents et passés, les chartistes peuvent être suiveur ou contrarien, ... L'analyse technique, et plus généralement les comportements réflexifs, conduisent à des excès de volatilité, des asymétries dans les rendements, des krachs, ... En présence d'agents hétérogènes et aux comportements tout simplement humains, les modèles deviennent beaucoup plus complexes.

Autre défaut du CAPM, il ne s'intéresse qu'à l'équilibre, or la notion d'équilibre sous entend aussi qu'il y puisse y avoir déséquilibre ou du moins des phases transitoires d'adaptations.

J. D. Farmer ([21] [22], [19], [20], [23]) et l'équipe du SantaFe ont ouvert la voie dans les années 90. Des modèles multi agents [21] mettent en oeuvre différents types de traders, des fondamentalistes et chartistes. Les simulations [20] font apparaître des faits stylisés connus [15]. afin d'étudier les différents états du marché et leurs transitions. Des variantes ont été développées : Lux, Marchesi [41] Blok [9], Bouchaud[51]), Rama Cont [43] Le modèle de Cont met en évidence les relations entre l'épaisseurs des queues de distribution (kurstosis), intensité de trading et mimétisme.

On peut aussi considérer d'autres types de modèles, du trader face au marché adverse, comportant de nombreux traders initiés. Dans ce cas il s'agira de trouver les moins mauvaises stratégies. Ces problèmes sont mieux connus sous le terme de stratégies "compétitives", voir El-Yaniv [7], ainsi que D. herlemeont, [28].

## 1.1 Interactions sous forme de graphe

On peut modéliser le comportement des traders sous la forme de graphes, les sommets représentent les traders, les arcs representent les relations de voisinage et d'influence : la décision du trader  $i$  est influencée par les opinions des traders "voisins" : chaque trader  $i$  doit prendre une décision à l'instant  $t$ , d'achat (+1) ou de vente  $-1$ , en fonction des ses propres anticipations, ainsi que celles de ses voisins. Le trader  $i$  "sonde" son entourage, pour obtenir la température du marché et agir en conséquence. La dynamique peut être

---

<sup>1</sup>faute de mieux, car le mot chartiste est bien trop réducteur voire "péjoratif" pour un trader qui utiliserait des techniques statistiques sophistiquées, ... Quant au fondamentaliste, il peut, à son insu, devenir chartiste dès lors qu'il utiliserait un modèle CAPM avec des rendements historiques. Comme le dit si bien Bernstien dans son livre remarquable [6] sur la remarquable histoire du risque, l'incertitude sur le future est aussi liée au manque d'historique (expérience). Si il n'est de prévisions fiables sans historique, tout investisseur est un peu chartiste ...

représentée par la relation simple :

$$s_i = \text{sign} \left( K \sum_{j \in N_i} s_j + \varepsilon_i \right) \quad (1)$$

avec  $K$  un coefficient, dit de mimétisme,  $N_i$ , le nombre de traders voisins.

Au delà d'un seuil critique  $K_c$ , le système devient instable, conduisant à des variations brusques et désordonnées (voir Orléan [10], D. Sornette [47])

## 1.2 Le modèle de Cont-Bouchaud

Parmi les modèles basés sur des graphes d'interaction, celui de Cont et Bouchaud [43] est parmi les plus attractifs. Ce modèle rend compte de l'"épaisseur" des queues de distribution - donc des risques - par les seules notions de mimétisme et de liquidité. La kurtosis des rendements est donnée par :

$$\kappa = \frac{2c + 1}{n(1 - c/2)A(c)(1 - c)^3} \quad (2)$$

avec  $n$ , le nombre d'ordres par unité de temps,  $c \leq 1$ , un coefficient de mimétisme, pouvant être interprété comme la "probabilité" pour un trader de "copier" un "voisin", et  $A(c)$ , une constante  $< 1$ .

Typiquement, à l'échelle de 15 minutes, sur un marché très liquide tel que ALCATEL sur le CAC40, et en période de forte activité,  $n$  est de l'ordre de 1000 à 10000. Avec  $c = 0.9$  et  $n = 1000$ ,  $A(c)$  est proche de  $1/2$ . La kurtosis 2 est de l'ordre de 10, correspondant à des valeurs effectivement constatées.

La kurtosis est d'autant plus faible que :

- $n$  est grand : autrement dit, le marché est liquide,
- $c$  est petit : les traders sont faiblement interconnectés, et/ou hétérogènes.

La relation 2 montre également que la kurtosis peut être grande même dans le cas d'un marché très liquide.

Lorsque  $c$  s'approche de 1, les risques augmentent avec le mimétisme. Dans le cas limite,  $c = 1$ , la kurtosis devient infinie. Avec  $c = 1$ , tous les traders sont indirectement interconnectés entre eux, c'est la percolation.

En pratique,  $c$  varie avec le temps  $c = c(t)$ . Le seuil  $c(t) = 1$  est répulsif : lorsque  $c(t) = 1$ , le marché bascule dans un état désordonné, ayant pour conséquence de réduire la coordination entre agents, donc réduire  $c$  qui devient à nouveau  $< 1$ .

Cette dynamique est cohérente avec d'autres modèles montrant que le marché est quasi-instable en permanence, et oscille autour d'un point critique. [10] [9] [47],

Le modèle de Cont rend également compte d'autres faits stylisés

- queues de distribution en loi puissance avec un exposant de l'ordre de 1.5, observé en pratique.
- un facteur d'échelle en  $1/\sqrt{\Delta t}$  de la Kurtosis Lorsque l'intervalle de temps se réduit, le nombre d'ordres diminue et la kurtosis augmente. Inversement, la distribution devient de plus en plus gaussienne lorsque l'intervalle de temps augmente. En pratique, on constate, un facteur d'échelle en  $1/\sqrt{\Delta t}$  de la Kurtosis, cohérent avec les mesures du nombre d'ordres en fonction du temps qui varie en  $\sqrt{\Delta t}$ .

Les ajustements des prix du au mimétisme peuvent être permanents supportant l'idée que le mimétisme constitue, en soi, une information. Certains auteurs parlent alors de "convention" (Orlean, et plus récemment : Bouchaud [51])

### 1.3 Les approches compétitives

voir El-Yaniv [7], pour un survey sur les problèmes compétitifs, voir aussi la discussion sur la gestion de portefeuille compétitive [28].

### 1.4 Impat des tailles finies

Sur la liste Behavioral Finance, nous avons "joué" à un jeu très simple. Le jeu consiste à donner un nombre entre 0 et 100. Le gagnant est celui qui donne le nombre le plus proche des  $2/3$  de la moyenne. Il s'agit d'un jeu purement réflexif du type concours de beauté de Keynes. La solution évidente est 0, mais solution asymptotique, applicable seulement dans le cas d'un nombre infini de joueurs et/ou temps infini. Dans le cas d'un jeu fini, si il n'existe ne serait ce qu'un seul pari différent de zéro, le résultat sera différent de zéro. Il en va de même pour l'application du théorème central limite, du nombre de traders dans un marché financiers : les approximations asymptotiques ne sont pas toujours valides. Ce faisant, on aura affaire à des distributions pour les échantillons de faibles tailles, une loi de Student au lieu d'une loi normale, par exemple. De la même façon, des faits stylisés peuvent apparaître par simple effet d'un nombre réduit de traders. Il n'est pas clair par exemple que le modèle de Farmer [19] continue d'exhiber des faits stylisés réalistes quand le nombre d'agents croît (Cf. Stauffer [48]).

### 1.5 Questions ouvertes

- Relation entre le modèle de Cont et les modélisations économétriques du type ACD-GARCH (voir par exemple : [35]) :
- Relation avec d'autres définitions du mimétisme, telle que celle de Huang [12]. Contrairement à une idée reçue, Huang observe que le mimétisme, défini par la dispersion

transversale de rendements, est plus prononcé en période calme, qu'en période de turbulence. Avant un krach, la dispersion est anormalement faible et minimale. Résultat cohérent avec le fait  $c = 1$  est répulsif.

- Relations entre mimétisme et tendance ? Attention, le mimétisme ne signifie pas nécessairement un effet de momentum. Cependant, Carol Alexander [1] observe que les retours anormaux d'une stratégie de suivi de tendance sont d'autant plus prononcés que la mesure du mimétisme de Huang [12] indiquerait un fort mimétisme.
- A ce jour, et comparé à l'impact du CAPM, les modèles d'agents ne semblent pas avoir convaincu la communauté financière. Pourquoi ? plusieurs tentatives de réponses :
  - jeunesse : les premières tentatives n'ont qu'une dizaine d'années,
  - un manque de lisibilité des modèles ?
  - une trop grande complexité des modèles ?
  - ils pennent à dépasser le cadre du mono actif. alors que le CAPM est d'emblée applicable au cas multi-varié. pourquoi ?
- En quoi les modèles multi agents sont ils utiles pour définir des stratégies d'investissement ?
- Les modèles multi agents sont essentiellement descriptifs, comment passer du descriptif au normatif/prescriptif ?
- comment passer des prix endogènes à une estimation des paramètres du modèle à partir de prix exogènes et autre données ?
- Accepter ce type de modèles, n'est ce pas accepter que les marchés ne seraient pas efficients ?

## 2 Caractérisation

On peut classer les intervenants par :

- le groupe d'origine : institutionnels, résidents ou étrangers, hedge funds, ménages, ...
- les types d'actifs gérés (obligations/actions, grande/petite capitalisation, secteurs, actions Française/ Etrangères, gestion active vs passive, ...)

Le croisement (groupe,type d'actifs) donne lieu à différentes classes plus ou moins homogènes et pertinentes. Ces différentes classes peuvent être caractérisées par

- l'activité (nombre d'ordres)
- la propension au mimétisme ( $c$ ) intra et inter groupes ...
- la fonction d'utilité et mesure de performance : performance relative à un benchmark pour une OPCVM, ou performance absolue pour un hedge fund,
- l'homogénéité vs hétérogénéité des agents au sein d'une même classe,

Rama Cont [14] "Social Distance, Heterogenity and Social Interactions" modélise ce type d'interactions : chaque agent étant doté d'une fonction d'utilité. Les relations d'équilibre s'établissent en fonction des niveaux d'hétérogénéité des agents et du type de la fonction d'utilité à maximiser.

Les investisseurs institutionnels, résidents ou étrangers, sont principalement dotés d'une fonction d'utilité en performance relative, relative à un benchmark. Cette forme de fonction d'utilité est une incitation au mimétisme [50].

Concernant les actifs locaux, le groupe des agents résidents est sans doute plus hétérogène que celui des investisseurs étrangers : un groupe hétérogène sera moins sujet au mimétisme. L'hétérogénéité se traduira par une plus grande diversité des fonctions d'utilité [14].

Les Hedge Fund présentent une grande hétérogénéité, ainsi que des fonctions d'utilité en performance absolue. En ce sens, ils peuvent apporter un facteur de stabilité au marché, apportant de la liquidité, prenant des positions inverses de la plupart des autres investisseurs [38]. En contre partie, le manque d'information et de transparence rend leurs réactions imprévisibles. Kim [38] montrent que les hedge funds amplifient les mouvements en période de crise. Les Hedge Funds sont plus sensibles à la performance absolue que d'autres, car leur rémunération et leur réputation en dépendent de manière vitale. Ils seront donc très averses aux pertes et pourront changer de comportements brutalement, passant d'une stratégie de mean reversion à une stratégie de suivi de tendance (feedback trading), accentuant le phénomène d'auto renforcement en cas de fortes baisses.

### 3 Données empiriques

Données utilisables :

- Les prix journaliers des actifs étudiés, ainsi que les volumes (proxy de l'intensité de trading).
- Les cours intraday sur actions du CAC40 et marché à terme d'indice,
- Les opinions des analystes (base de données Jacques Chahine),
- Les publications de la Banque de France [44] apportent des renseignements précieux afin de caractériser le comportement des différents intervenants : institutionnels ou ménages ou sociétés, résidents ou étrangers, sur les marchés actions ou obligations. Ces données renseignent sur la composition des portefeuilles, les encours, en fonction de différentes classes d'actifs et groupes d'investisseurs, les taux de rotation, les durées de détention, les niveaux d'activité, ...

Si les investisseurs étrangers ne possèdent que 30% des actions sur la place Paris, ils représentent 75% des transactions journalières. Les taux de rotation des portefeuilles est très élevé et la durée de détention des actions (ou obligations) de l'ordre de quelques

mois ; les institutionnels résidents ont une meilleure "visibilité" sur les actions de leur pays, et ont tendance à les surpondérer, ils constituent de ce fait un groupe "plus stable". Les ménages et sociétés sont des actionnaires stables et beaucoup moins actifs. En conclusion, si les investisseurs étrangers contribuent à une meilleure liquidité du marché, ils sont aussi une source potentielle d'instabilité en cas de changement rapide de comportement lors d'une crise.

Les données, telles que publiées par la Banque de France, ainsi que les cours, permettront de calibrer les différents modèles des différents groupes.

Quelques chiffres sur la gestion de fonds (données issues de la conférence X-Banque sur l'Asset Management) [39] : la gestion pour compte de tiers, ou l'Asset Management représente 50 000 milliards de dollars (+/- 20%), dont la moitié aux US, l'Europe représente 30 à 35%, dont une partie significative en Angleterre. En Europe, la partie "actions" représente 40 à 45%, les placements monétaires : 8%, l'immobilier 5 à 6%. Aux US, la gestion est surtout actions à 60%, en 2000, on était à 80% en actions. La gestion active représente 95% en Europe, contre 5% en gestion passive (réplication d'indices), aux US : 25% de gestion passive. En France, 1% des actifs ne sont pas contrôlés par des banques ou des assurances, contre 25% en UK et 30% aux US (hedge funds, ...)

En conséquence, aux US ou en UK, il y a concentration vers la meilleure performance : aux US, 30% des meilleurs fonds concentrent 90% des souscriptions. En France, seulement 1/3 des meilleurs fonds captent 30%.

La répartition retail (clients privés) / institutionnels s'établit comme suit :

Europe Retail 60% Institutionnels 40%

US : Retail 40% 60%

la part de marché des courtiers en ligne est de l'ordre 15%,

source : [www.brokers-on-line.org](http://www.brokers-on-line.org)

## 4 Mimétisme

Une littérature abondante [11] [32] [36] existe sur certains biais comportementaux : mimétisme, mécanismes d'auto renforcement (feedback trading) et cascades informationnelles.

Le mimétisme se produit lorsqu'un investisseur accorde plus d'importance aux comportements des autres intervenants qu'à ses propres informations.

On distingue, autant que faire se peut, différents types de mimétisme :

- Le mimétisme de réputation : Keynes (1936) : "it is better for reputation to fail conventionally than to succeed unconventionally". Des décisions non profitables qui se démarquent de la majorité des autres gestionnaires du même groupe (classe d'OPCVM)



peuvent avoir des impacts négatifs sur la carrière du gestionnaire.

– TBC

Il n'est pas toujours aisé de distinguer un vrai mimétisme, d'un mimétisme fallacieux, qui serait le résultat de prises de décision indépendantes et rationnelles sur la base d'information partagées.

Parmi les modèles et mesures les plus utilisés, citons :

- La mesure LSV de Lakonishok, Shleifer et Vishny (1992) [42]
- La mesure PCM de Wermers (1995) [52]
- La mesure de Christie et Huang (1995) [12]
- La mesure de Hwang (2001) [34]

Les mesures LSV et PCM sont toutes deux décrites dans [36] et [11] dont nous reprenons ici la présentation. La mesure PCM peut d'ailleurs être produite à partir des données trimestrielles publiées par la Banque de France [44].

## 4.1 La mesure LSV

Soient  $B(i, t)$  et  $S(i, t)$  le nombre d'investisseurs qui achètent (vendent) des actions  $i$  au temps  $t$  et  $H(i, t)$  la mesure du mimétisme relatif à l'action  $i$  à l'instant  $t$ . La mesure du mimétisme LSV se définit alors de la manière suivante :

$$H(i, t) = |p(i, t) - p(t)| - AF(i, t)$$

avec  $p(i, t) = B(i, t)/(B(i, t) + S(i, t))$  est la proportion d'investisseurs du groupe qui achètent des actions  $i$  et  $p(t)$  la moyenne de  $p(i, t)$  sur l'ensemble des actions  $i$  qui ont été négociées par au moins un investisseur du groupe. Enfin,  $AF(i, t)$  désigne le facteur d'ajustement :  $AF(i, t) = E[|p(i, t) - p(t)|]$  où l'espérance est calculée sous l'une hypothèse nulle d'absence de mimétisme, de sorte que  $B(i, t)$  suit une distribution binomiale de paramètre  $p(t)$ . Si  $N(i, t) = B(i, t) + S(i, t)$  est suffisamment élevé, le facteur d'ajustement est nul. Des valeurs de  $H(i, t)$  significativement différentes de zéro s'interprètent comme le signe d'un comportement mimétique.

Cette mesure n'est pas sans inconvénients. D'abord, elle utilise uniquement le nombre d'investisseurs présents de part et d'autre du marché, sans tenir compte du nombre d'actions achetées ou vendues. De plus, elle ne permet pas d'identifier des profils intertemporels de négociation. En outre, le choix de la catégorie d'investissement  $i$  et de l'intervalle de temps  $t$  durant lequel les données sont observées est très important. Enfin, la fréquence à laquelle les investisseurs négocient un titre est essentielle pour le choix de l'intervalle de temps  $t$ .

## 4.2 La mesure PCM

[52] Wermers (1995) a proposé une nouvelle mesure du mimétisme qui tient compte à la fois de l'orientation et de l'intensité de l'activité de négociation des investisseurs. Cette mesure est connue sous le nom de mesure de la variation du portefeuille (PCM) dans le cadre de négociations corrélées. Elle évalue dans quelle mesure les parts de portefeuille assignées aux diverses actions par les différents investisseurs évoluent dans la même direction. Le PCM se définit de la manière suivante :

$$\rho_{t,\tau}^{I,J} = \frac{1}{\sigma_{I,J}(\tau)} \frac{1}{N} \sum_{n=1,t}^N \Delta\omega_{n,t}^I \Delta\omega_{n,t-\tau}^J$$

où  $\Delta\omega_{n,t}^I$  représente la variation de la part du titre  $n$  dans le portefeuille  $I$  durant la période  $[t-1, t]$  et  $\Delta\omega_{n,t-\tau}^J$  la variation de la part du titre  $n$  dans le portefeuille  $J$  durant la période  $[t-t-1, t-t]$ .  $N_t$  est le nombre d'actions situé à l'intersection du panier de titres négociables du portefeuille  $I$  durant la période  $[t-1, t]$  et du panier de titres négociables du portefeuille  $J$  durant la période  $[t-t-1, t-t]$ . Enfin,  $\sigma_{I,J}(\tau)$  est la moyenne du produit des écarts types transversaux. Il se définit comme suit :

$$\sigma_{I,J}(\tau) = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \frac{1}{N_t} \sqrt{\frac{1}{N_t} \Delta\omega_{n,t}^I{}^2 \frac{1}{N_t} \Delta\omega_{n,t-\tau}^J{}^2}$$

## 4.3 La mesure de Christie et Huang

La mesure de Christie et Huang [12] est basé sur une mesure de la dispersion transversale des rendements :

$$CSSD_t = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N R_{i,t} - R_{m,t}}{N-1}}$$

avec  $R_{i,t}$  le rendement de l'actif  $i$  au temps  $t$  et  $R_{m,t}$  le rendement du marché.

En cas de mimétisme, les rendements auront tendance à s'"aligner" sur le rendement du marché et on devrait observer une dispersion anormalement faible. D'autres mesures plus récentes proposent des adaptations de cette dispersion, pour tenir compte des variations des volatilités dans le temps, des dispersions des betas dans un modèle multi-facteurs (mesure de Hwang)

## 4.4 La mesure de Hwang

A l'instar des trois autre mesures LSV, PCM, CH, la mesure de Hwang [34] est aussi une mesure de dispersion transversale. Cependant, la mesure de Hwang s'en différencie par une

mesure relative à des facteurs (bêtas). Dans un modèle linéaire multi-facteurs, les rendements de l'actif  $i$  à l'instant  $t$  peuvent s'exprimer en fonction des rendements du marché et des différents facteurs supposés non corrélés entre eux :

$$r_{it} = \alpha_{it} + \beta_{imt}r_{mt} + \sum_{k=1}^K \beta_{ikt}f_{kt} + \epsilon_{it}$$

La mesure relative est sans doute plus intéressante et pertinente s'agissant de groupes qui évaluent leur performance en relatif par rapport à un benchmark, le plus souvent représenté par le marché lui-même ou indices sectoriels.

## 4.5 Mimétisme et Volume

Le mimétisme sur un actif particulier, résultat d'une action coordonnée, doit s'accompagner d'une augmentation significative du volume. Les mesures de dispersion transversales doivent donc être corrélées négativement au volume [12]. Nous verrons l'importance du volume dans le modèle de Cont [43].

En pratique, il est bien documenté qu'une forte augmentation (resp. une baisse) du volume accompagnent une hausse (resp. une baisse).

## 4.6 Effets de mode

iii momentum sur actions sur-médiatisées, sanctionné par une forte asymétrie négative (crashes) iii

## 4.7 Comportement des différents types d'investisseurs

Kim et Wei [38] étudient les stratégies des investisseurs sur le marché actions Coréen. Utilisant la mesure du mimétisme LSV, ils étudient le mimétisme en fonction de différentes classes d'investisseurs et concluent à des modifications de comportements :

- Les investisseurs institutionnels étrangers utilisent plutôt des stratégies de type momentum.
- Les investisseurs institutionnels résidents suivent une stratégie de type contrarien avant la crise, et de type momentum après la crise.
- Les investisseurs étrangers semblent plus sujet au mimétisme que les institutionnels résidents. les particuliers, également, sont fortement soumis au mimétisme.
- les fonds offshore, bien que plus actifs, semblent moins soumis au mimétisme que les institutionnels.

Dans [24], Feng et Seasholes développent un modèle qui rend compte du comportement des opérateurs en fonction de leur "distance" aux actifs traités. Les investisseurs proches d'une action réagissent de manière différente aux investisseurs plus "éloignés".

## 4.8 Mimétisme et gestion de fonds

Plusieurs facteurs incitent fortement au mimétisme :

- Le mimétisme de réputation : Le mimétisme de réputation : Keynes (1936) : "it is better for reputation to fail conventionally than to succeed unconventionally"
- Egalement lié au fait que la comparaison des fonds s'effectue sur une base relative au groupe auquel appartient le fond. Les gérants sont dotés d'une fonction d'utilité portant sur l'encours (nouvelles souscription) et la performance relative, mais pas sur l'accroissement de richesse due à la performance absolue.

Utilisant la mesure de mimétisme LSV, Wermers [53] met en évidence un mimétisme dans la gestion de fonds US. Le mimétisme ne semble que faiblement présent sur une action individuelle de forte capitalisation. Il semble plus présent pour les actions de petites capitalisations et les actions de croissance. Ce phénomène s'explique aisément par un manque de transparence et de communication pour les petites valeurs, ou un manque de recul et données historiques sur les actions de croissance, facteurs rendent difficile ou coûteux la constitution d'une véritable information privée et qui incitent donc au mimétisme. L'ajustement des prix du au mimétisme peut apparaître comme permanent.

## 5 Plateforme multi-agents et simulateurs de marché

Il existe de très nombreux projets et plateformes : SWARM, Repast, Ascape, NetLogo, .... Cela dit, en y regardant de plus près, il existe très peu d'environnement véritablement adapté aux marchés financiers et simulation multi agents.

Le candidat le plus sérieux semble être SWARM, dans sa version Santa Fe Institute (SFI) <http://www.econ.iastate.edu/tesfatsi/afinance.htm> Le Artificial Stock Market Artificial Stock Market (ASM) avec le travail initial de LeBaron & al. ... très complet, mais relativement lourd à manipuler et sans doute délicat à adapter ... neurones), avec de nombreux pbs d'install, de compilation, etc ... sans compter qu'il faut s'investir dans un environnement parfois complexe,

Il n'existe pas ou peu de simulateur permettant de prendre en compte la microstructure des marchés au niveau de simulation les plus fidèles, à savoir :

- le carnet d'ordre, fourchette des prix, bid, ask, taille des ordres exécutés et ordres limites

- exécution des ordres en fonction des priorités,
- délais de transmission.

Sur les marchés futures, à haut rendement, mais haut risque, un tick de plus ou de moins peut faire toute la différence, peut transformer une stratégie gagnante en apparence, en une stratégie perdante.

Impact des priorités à l'exécution : Prenons l'exemple d'une action telle qu'Eurodisney ou Eurotunnel. En étudiant les prix cotés, nous pouvons observer une forte autocorrélation négative. Celle-ci pourrait faire croire à l'existence d'une opportunité d'arbitrage.

De la même façon, les délais de transmission des ordres peuvent conduire à la même illusion (voir Lo et Mc Kinlay, sur l'asynchronous trading)

## 5.1 Plateforme YATS

La plateforme YATS/RAPT

Le simulateur YATS : permet de rejouer le marché dans des conditions haute fidélité. Les ticks peuvent provenir des historiques préalablement enregistrés :

- mode simulation / backtest
- mode live test : réception des ticks data en live, simulation des ordres.
- mode réel.

En mode simulation, on peut soit utiliser les ticks préalablement enregistrés, ou utiliser un générateur de cours. Les prix peuvent provenir d'un générateur indépendant, ou peuvent résulter de l'interaction des traders.

La plateforme intègre de nombreuses fonctions et nombreux indicateurs dont des mesures de mimétisme intraday basées notamment sur le modèle de Cont.

En savoir plus : <http://www.yats.com/cv/dh-cv-rapt-fr.pdf>

## 5.2 Critères d'évaluation

- Adéquation au problème
- Réalisme/fidélité de la simulation. Dans le cas d'une modélisation intraday, il est essentiel de bien prendre en compte, la gestion des carnets d'ordre, des priorités à l'exécution, des délais de transmission, les coûts de transaction, ...
- performance : critère essentiel, s'agissant de simuler plusieurs milliers d'agents sur de longues périodes, certaines classes d'agent pouvant être dotées de fonctions d'optimisation relativement complexes et coûteuses en temps de calcul.
- rapidité de développement.
- facilité d'utilisation.
- logiciel libre (OPEN SOURCE?).

### 5.3 Pourquoi JAVA ?

La plupart des plateformes multi agents sont développées en JAVA : il y a de bonnes raisons à cela :

- 100% portable sur toute plateforme WINDOWS, UNIX, ...
- rapide et efficace, autant que du C++,
- JAVA bien adapté au développement en équipe.
- JAVA est libre et gratuit, ainsi que de très nombreuses bibliothèques, facilement réutilisables.
- sur un plan plus technique, JAVA est un langage objet, avec un accent particulier mis sur le contrôle le plus en amont possible (typage fort), sacrifie la concision au profit de la compréhension, donc une programmation plus "sûre", et en final une plus grande productivité et facilité de maintien en condition opérationnelle ... C++ est beaucoup plus permissif, JAVA ayant bénéficié des leçons apprises sur la programmation en C++, pour éviter autant que faire se peut les erreurs les classiques et les plus coûteuses. un avantage indéniable de JAVA sur C++ est de ne pas avoir à se soucier de la gestion mémoire, casse tête classique en C++, conduisant à des problèmes de stabilité du logiciel (memory leaks) ou crashes réguliers (violation d'accès).

### 5.4 Quelques Ressources

- Software for Agent-Based Computational Economics (ACE) and Complex Adaptive Systems par Leigh Tesfatsion <http://www.econ.iastate.edu/tesfatsi/acecode.htm> Portail très complet.
- Santa Fe Institute : <http://www.santafe.edu/> et SWARM, "LE" logiciel de simulation multi-agents du Santa Fe Institute, maintenant en open source : <http://www.swarm.org>
- Courte présentation de Swarm en français
- LSD (Laboratory for Simulation Development) : <http://www.business.auc.dk/lsd/>
- ASCAPE le logiciel multi-agent de Brooking. Semble dater un peu (dernière version date de 2000).
- StarLogo du MIT <http://education.mit.edu/starlogo/> Maintenant NetLogo : <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/>
- Cormas du CIRAD (gestion des ressources renouvelables, environnement) Cormas est un environnement de programmation permettant la construction de modèles de simulation multi-agents. Il a été conçu, en particulier, pour modéliser la gestion des ressources renouvelables. Il peut ainsi décrire les coordinations entre individus ou entre groupes exploitant des ressources communes. <http://cormas.cirad.fr/fr/outil/outil.htm>
- Moduleco : MODULECO est un prototype de plate-forme "multi-agent", fondé sur un

- 
- modèle informatique original, conçu pour simuler les marchés, les phénomènes sociaux et la dynamique des populations. [en savoir plus ...](#) Voir aussi : <http://digemer.enst-bretagne.fr/~phan/> donnant accès à la thèse de Denis PHAN ainsi que des applets (dilemme du prisonnier, ... )
- MadKit de Jacques Ferber : <http://www.madkit.org/>
  - [Une évaluation des différentes plateformes à l'IRIT de Toulouse ...](#)

## 6 References

- [1] Alexander, C and Dimitriu, A. "*Common Trends, Mean Reversion and Herding : Source of Abnormal Returns in Equity Markets*" , 2003. [cached.](#) Discussion Paper 2003-08, ISMA Centre Discussion Papers in Finance Series. [6](#)
- [2] Avery, C and Zemsky, P. "*Multidimensional Uncertainty and Herd Behavior in Financial Markets*". American Economic Review, 88, Nov 1998.
- [3] BanqueDeFrance. "*Le cycle financier : facteurs amplificateurs et réponses envisageables par les autorités monétaires et financières*" . Bulletin de la Banque de France, Nov 2001. [cached.](#)
- [4] BanqueDeFrance. "*A propos des bulles spéculatives*" . Bulletin de la Banque de France, Nov 2001. [cached.](#)
- [5] Bank for International Settlements. "*Incentive structures in institutional asset management and their implications for financial markets*" , March 2003. [cached.](#) Bank for International Settlements, Basel, Switzerland, Report submitted by a Working Group established by the Committee on the Global Financial System.
- [6] Bernstein, P. L. "*Plus forts que les dieux. La remarquable histoire du risque*" . Flammarion, 1996. [3](#)
- [7] Borodin, A, El-Yaniv, R, and Gogan, V. "*Can We Learn to Beat the Best Stock*" . Neural Information Processing Systems (NIPS), 2003., 2003. [cached.](#) [3](#), [5](#)
- [8] Bikhchandani, S, Hirshleifer, D, and Welch, I. "*A Theory of Fads, Fashion, Custom, and Cultural Change as Informational Cascades*". Journal of Political Economy, 100(5) :992–1026, October 1992.
- [9] Blok, H. J. "*On the nature of the stock market : Simulations and experiments*" . PhD thesis, University of British Columbia, 2000. [cached.](#) [3](#), [4](#)

- 
- [10] Bikhchandani, S and Sharma, S. "*Bayesian interactions and collective dynamics of opinion - Herd behavior and mimetic contagion*". Journal of Economic Behavior & Organization, 28 :257–274, 1995. 4
  - [11] Bikhchandani, S and Sharma, S. "*Herd Behavior in Financial Markets : A Review*". IMF Working Paper No. 00/48, University of California, Los Angeles, March 2000. [cached](#). 9
  - [12] Christie, W. G and Huang, R. D. "*Following the Pied Piper : Do Individual Returns Herd Around the Market ?*". Financial Analysts Journal, 88, Juillet-Août 1995. 6, 9, 11
  - [13] Cao, H. H and Hirshleifer, D. "*Conversation, Learning and Informational Cascades*". Ohio State University Fisher College of Business Working Paper, November 2000.
  - [14] Cont, R and Lowe, M. "*Social Distance, Heterogeneity and Social Interactions*" , 2003. [cached](#). Ecole Polytechnique. 7
  - [15] Cont, R. "*Empirical properties of asset returns - stylized facts and statistical issues*". QUANTITATIVE FINANCE, 2000. [cached](#). 3
  - [16] Daniel, K. D, Hirshleifer, D, and Subrahmanyam, A. "*Investor Psychology and Security Market Under- and Over-reactions*". Journal of Finance, 53(6) :1839–1886, December 1998.
  - [17] Daniel, K. D, Hirshleifer, D, and Subrahmanyam, A. "*Overconfidence, Arbitrage, and Equilibrium Asset Pricing*". Journal of Finance, 56(3) :921–965, June 2001.
  - [18] Devenow, A and Welch, I. "*Rational Herding in Financial Economics*". European Economic Review, 40 :603–615, Juillet-Août 1996.
  - [19] Farmer, J. "*Market Force, Ecology, and Evolution*" , 1998. [cached](#). 3, 5
  - [20] Farmer, J. D. "*Physicists Attempt to Scale the Ivory Towers of Finance*". Computing in Science and Engineering, pages 26–39, November/December 1999. [cached](#). 3
  - [21] Farmer, J. D. "*Toward Agent-Based Models for Investment*". AIMR, 2001. [cached](#). 3
  - [22] Farmer, J and Joshi, S. "*The price dynamics of common trading strategies*" , 2000. [cached](#). 3
  - [23] Farmer, J. D and Lo, A. W. "*Frontiers of Finance Evolution and Efficient Markets*". Proceedings of the National Academy of Science, 96 :9991–9992, August 1999. 3



- 
- [24] Feng, L and Seasholes, M. S. "*Correlated trading and Location*" , 2002. [cached](#). 12
  - [25] Guido Caldarelli, Emanuela Sciubba, M. P. "*A Numerical Study On The Evolution Of Portfolio Rules*" . 2000. [cached](#).
  - [26] Graham, J. R. "*Herding Among Investment Newsletters Theory and Evidence*". Journal of Finance, 54 :237–268, 1999.
  - [27] Grinblatt, M, Titman, S, and Wermers, R. "*Momentum Investment Strategies, Portfolio Performance, and Herding A Study of Mutual Fund Behavior*". American Economic Review, 85(5) :1088–1105, December 1995.
  - [28] Herlemont, D. "*Optimal Growth*" , 2003. [cached](#). Discussion papers. 3, 5
  - [29] Hirshleifer, D. "*Investor Psychology and Asset Pricing*". Journal of Finance, 64(4) :1533–1597, August 2001.
  - [30] Hirshleifer, D and Luo, G. Y. "*On the Survival of Overconfident Traders in a Competitive Security Market*". Journal of Financial Markets, 4(1) :73–84, January 2001.
  - [31] Hirshleifer, D, Subrahmanyam, A, and Titman, S. "*Security Analysis and Trading Patterns when Some Investors Receive Information Before Others*". Journal of Finance, 49(5) :1665–1698, 1994.
  - [32] Hirshleifer, D and Teoh, S. H. "*Herd Behaviour and Cascading in Capital Markets : a Review and Synthesis*", 2001. 9
  - [33] Hirshleifer, D and Teoh, S. H. "*Investor Psychology in Capital Markets Evidence and Policy Implications*". Ohio State University, in progress, 2001.
  - [34] Hwang, S. "*A New Measure of Herding and Empirical Evidence*" , 2001. [cached](#). 9, 11
  - [35] Jasiak, J and Ghysels, E. "*GARCH for Irregularly Spaced Financial Data - The ACDGARCH Model*" . [cached](#). 5
  - [36] Jondeau, E. "*Le comportement mimétique sur les marchés de capitaux*" . Bulletin de la Banque de France, Nov 2001. [cached](#). 9
  - [37] Johansen, A and Sornette, D. "*Large Stock Market Price Drawdowns Are Outliers*" , 2000. 2
  - [38] Kim and Wei. "*Foreign Portfolio Investors Before and During a Crisis*". NBER Working Paper, 6968, Juillet-Août 1999. 7, 12
  - [39] Levy-Garboua, V and Dromer, A. "*L'Avenir de l'Asset Management*" , Nov 2003. Conférence X-Banque. 8

- 
- [40] Lintner, J. "*The Valuation of Risky Assets and the Selection of Risky Investments in Stock Portfolios and Capital Budgets*". Review of Economics and Statistics, 47 :13–37, February 1965. [2](#)
  - [41] Lux, T and Marchesi, M. "*Scaling and criticality in a stochastic multi-agent model of a financial market*". Nature, pages 498–500, 1999. [3](#)
  - [42] Lakonishok, J, Shleifer, A, and Vishny, R. W. "*The impact of institutional trading on stock prices*". Journal of Financial Economics, 32 :23–43, 1992. [9](#)
  - [43] Rama Cont, J.-P. B. "*Herd behavior and aggregate fluctuations in financial markets*". 1997. [cached](#). [3](#), [4](#), [11](#)
  - [44] Rouges, D and Grandjean, H. "*Les placements en valeurs mobilières des agents économiques ...*". Bulletin de la Banque de France, Nov 2003. [cached](#). [8](#), [9](#)
  - [45] Sciubba, E. "*Relative Performance, Herding and Crashes in Financial Markets*". 2000. [cached](#).
  - [46] Sharpe, W. F. "*Capital Asset Prices A Theory of Market Equilibrium Under Conditions of Risk*". Journal of Finance, 19 :425–442, 1964. [2](#)
  - [47] Sornette, D. "*Critical Market Crashes*" , 2003. [cached](#). [4](#)
  - [48] Stauffer, D. "*Finite size effects in Lux-Marchesi and other microscopic market model*", 1999. [5](#)
  - [49] Trichet, J.-C. "*Larchitecture financière internationale*". Bulletin de la Banque de France, Dec 2002. [cached](#).
  - [50] Trichet, J.-C. "*Les bulles financières et leurs conséquences sur la politique monétaire et la stabilité financière*". Bulletin de la Banque de France, Jun 2002. [cached](#). [7](#)
  - [51] Wyart, M and Bouchaud, J.-P. "*Market Structure : Models of Wealth and Prices Self-referential behaviour, overreaction and conventions in financial markets*" , 2001. [cached](#). [3](#), [5](#)
  - [52] Wermers, R. "*Herding, Trade Reversals, and Cascading by Institutional Investors*", 1995. [9](#), [10](#)
  - [53] Wermers, R. "*Mutual Fund Herding and the Impact on Stock Prices*". Journal of Finance, 54(2) :581–622, April 1999. [13](#)