

Chapitre 2
**Les marchés sont-ils ou non
 aléatoires ?**

Chapitre 3
L'analyse technique et le hasard.

RESUME

Reproduction partielle du livre « Les systèmes de trading ...et quelques controverses sur l'analyse technique des marchés financiers » publié en juillet 2004».

TIRAGE EPUISE

© 2004 Pierre ORPHELIN
www.sirtrade.com

Éditeur(s)	Gualino
Auteur(s)	Pierre Orphelin
Collection	City and York
Parution	16/07/2004
Nb. de pages	368
Format	17 x 22
Couverture	Broché
Poids	645g
Intérieur	Noir et Blanc
EAN13	9782842004965
ISBN13	978-2-84200-496-5

CHAPITRE 2 (pages 39 à 57 de l'édition de juillet 2004)

Les marchés sont-ils ou non aléatoires ?

Voilà une question que se pose la communauté financière, scientifique accessoirement, les tenants purs et durs de l'analyse fondamentale, mais pas vraiment les praticiens de l'analyse technique.

Le débat date d'environ une centaine d'années, a produit un nombre de contributions contradictoires impressionnant, et si vous voulez se faire battre comme des chiffonniers deux individus habituellement mesurés, invitez un fanatique de l'analyse technique et un analyste fondamental dans un lieu fermé, et lancez le débat, en les excitant un peu quand même. Non seulement vous aurez droit à un spectacle digne des combats de coqs maintenant interdits, mais à la fin, vous n'en saurez pas plus qu'avant, si ce n'est que vos deux invités ne sont pas aussi calés sur le sujet qu'ils pensaient vous le faire croire.

En résumé, vous aurez des arguments qui voleront à des altitudes diverses, le fondamentaliste trouvant parfaitement ridicule que le passé puisse prédire l'avenir, l'analyste technique n'aura alors aucun mal à renvoyer le premier à ses chères études en lui rappelant cruellement une de ses prévisions ratées sur telle action qui ne pouvait que monter et en chiffrant précisément les pertes, alors que l'analyse technique permettait, évidemment de faire un gain conséquent de la façon la plus évidente qui soit sur ce même titre. Et quand ils entreront dans les batailles de références bibliographiques, les examens de graphiques probants, penser à leur réserver deux taxis. S'amuser intelligemment, c'est bien, mais il ne faut pas non plus tomber dans la cruauté.

Vous pouvez donc facilement faire un remake du « Dîner de cons » de Francis Weber, rien que pour vous, sauce financière. Je ne vous garantis pas que vous apprendrez quelque chose, sinon sur la nature humaine.

Un des autres lieux commodes pour ce genre de pugilat virtuel est bien sûr Internet, où l'anonymat relatif procuré par l'usage d'un pseudonyme, couplé au moyen totalement artificiel de la communication interactive par clavier – écran sans jamais voir son interlocuteur, transforme le plus doux des intellectuels confit dans ses certitudes en bête féroce virtuelle, la souris prête à mordre.

Pour faire court, ce chapitre fait référence à une conférence que j'ai donné à la Maison de la Chimie en mars 2001, à la suite d'un débat houleux tenu (ce n'est pas le mot exact) sur une liste de discussion Internet, où précisément le débat en question avait eu lieu, et dans lequel j'ai débarqué avec quelques petites expériences du genre physique amusante appliquée aux marchés boursiers. Ce qui n'a fait rire personne, et s'est terminé par un sabotage temporaire de cette liste, vu que ce média était devenu un remake post dreyfusard de « La guerre des boutons », version haute finance contre analyse technique. J'ai quand même eu de la chance de ne pas naître au moyen âge, sinon je finissais en place de Grève...

Donc la question de savoir si les marchés obéissaient à des lois modélisables et exploitables une fois celles ci connues, s'est posée historiquement à la fin du XIX^{ème} siècle, d'une façon contemporaine à la théorie de Dow.

La première hypothèse fut déduite de la découverte faite en 1896 par un sociologue Pareto, d'une loi empirique qui porte son nom.

2 Les marchés sont-ils ou non aléatoires ?

Cette loi visait à déterminer la proportion A d'individus dans une société, percevant un revenu x

La loi de Pareto s'écrit

$$\text{Log } A = \text{Log } B + \alpha \text{ Log } x$$

A = proportion d'individus percevant un revenu $\geq x$

B = constante

α = coefficient de Pareto

Elle se présente sous forme d'une distribution de probabilités, et introduit des constantes.

La forme nouvelle de ce type de loi incita à penser que les marchés boursiers pouvaient également obéir à ce type de loi, puisque les revenus élevés X sont exceptionnels dans une société, et que les variations boursières importantes le sont aussi, l'analogie était assez facile à faire et à vérifier, ce qui n'a été entrepris que bien plus tard, les théories économiques en vogue au début du XX^{ème} siècle (Valras) étant incompatibles avec cette vision des choses.

Un autre point de vue différent et passé tout aussi inaperçu en son temps fut la thèse de Louis Bachelier (1900) :

Le mouvement de la bourse de Paris y était décrit comme aléatoire, similaire au mouvement brownien. Les travaux de Bachelier sont l'origine de l'équation des processus stochastiques continus.

Par ailleurs, l'explication du mouvement brownien ne fut donnée que cinq ans plus tard par Albert Einstein, et de l'ensemble de ces travaux découlèrent les ...formulations d'évaluation des options (Black & Scholes).

Rien d'intéressant sur notre problème jusqu'à la reprise de ces hypothèses par un chercheur américain H. Working en 1934, qui se pencha sur le problème en générant des séries aléatoires cumulées, de telle sorte qu'elles simulent des cours boursiers, mais générés par du pur hasard.

La conclusion de Henry Working était que sur ces graphiques fictifs, les figures chartistes y étaient parfaitement reconnaissables, et que par conséquent les analystes utilisant ces techniques sur les marchés financiers feraient bien de faire preuve de la plus grande prudence, car les données de cours synthétiques aléatoires (donc imprédictibles) auxquelles pouvaient s'appliquer avec une étonnante facilité les recettes de l'analyse technique, invalidaient d'une certaine façon cette démarche empirique.

Je reviendrai un peu plus loin dans ce chapitre sur l'hypothèse de Working avec une contre expérience intéressante.

Curieusement, certains auteurs se réfèrent l'apparition de tendances dans le hasard pour justifier la validité de l'analyse technique. Encore faudrait il pour cela démontrer que ces tendances puissent être détectées au moins partiellement par l'analyse technique. Or le propos de Working, en présentant ses séries boursières fictives, était justement de montrer que le hasard, présenté sous une certaine forme (des graphiques boursiers fictifs), serait interprétable par l'analyse technique, ce qui est à priori un non-sens absolu, le hasard ne pouvant pas, par définition, être prédit...

3 Les marchés sont-ils ou non aléatoires ?

Terminons brièvement le tour d'horizon de ce siècle de recherche visant à savoir si les marchés sont modélisables et si les analystes techniques ne sont pas de doux illuminés, autrement dit hasard ou pas hasard ?

A l'heure où j'écris ces lignes, le débat n'est pas tranché, et je crains qu'il ne le soit jamais. Vouloir modéliser les marchés financiers avec la précision et la rigueur d'un mathématicien, le pragmatisme non moins rigoureux du physicien, me paraît être dénué d'intérêt intellectuel, tant la matière première à modéliser (les cours) est fugace, versatile, totalement artificielle et ne dépendant finalement que d'une chose : Le concept d'argent, d'échange d'argent entre êtres humains, et de la valeur changeante que ceux-ci lui accordent en fonction de conditions extérieures qui ne sont pas perçues par tous de la même façon, sans même que la répétitivité de ces phénomènes à conditions équivalente puisse être garantie. Comment dans ces conditions espérer voir une modélisation sérieuse voir le jour puisque l'être humain lui-même n'est pas sérieux dans tout ce qu'il fait ...

La recherche sur la structure des marchés financiers est certainement le plus vaste gâchis de moyens intellectuels jamais déployé sur cette planète. Et pour quel résultat. Voyez la déconfiture des analystes et autres prédicteurs techniques, toutes tendances confondues, les misérables résultats de théories économiques incapables d'apporter la moindre solution effective sur une planète surpeuplée qui s'autodétruit avec une inconscience éclairée.

Perte de temps que tout cela. Posons le problème de façon claire : Y a-t-il oui ou non un moyen sûr de gagner de l'argent sur les marchés financiers de façon viable, sans avoir la preuve de l'existence de l'équation magique, pierre philosophale moderne, et la certitude de la voie à adopter, marchés aléatoires ou non, autre Saint Graal moderne.

Le problème eût été posé aussi crûment en ces termes dénués de toute idée nobélisable, la recherche aurait progressé autrement.

Hélas, ce ne fut pas le cas, pour plusieurs raisons.

D'abord parce que cette recherche de la réponse à LA question devenait obsessionnelle, alors que l'intérêt n'existait que dans la réponse à la question taboue : Peut-on mathématiser la spéculation et devenir riche comme Crésus ?

La au moins cette question est plus motivante, surtout qu'elle résout les deux problèmes pour celui qui trouve et prouve une réponse doublement positive.

Et pour ce faire, la seule méthode connue est celle du système de trading, capable de valider en termes de profits générés ou pas, la réponse à notre double question obsédante.

Or, si vous vous souvenez, le concept de système de trading n'est apparu que dans les années 1960 et les moyens de les mettre en œuvre sur une grande échelle une décennie après encore. Il ne faut donc pas en vouloir aux chercheurs des années 1940 à ...presque maintenant (les mauvaises habitudes, ça se garde) d'avoir pris le problème d'une façon trop théorique et déconnectée de la finalité de sa recherche.

Après les travaux de Working dont on ne dira jamais assez qu'il est passé à côté de la solution (il lui aurait même tourné le dos) la recherche s'est enquis de faire des mesures statistiques, aux fins de déterminer si les cours étaient prédictibles ou non, la détection d'anomalies dans les variations des cours futurs devant permettre de répondre à la question.

Les tests sont conduits en se référant à l'hypothèse nulle (c'est à dire une distribution purement aléatoire des cours ou de leurs variations), plus exactement en mesurant l'écart

4 Les marchés sont-ils ou non aléatoires ?

observé par rapport à l'hypothèse nulle, ceci pour différents intervalles de variation (N) des cours

Si anomalie il y avait, alors la recherche d'une modélisation de ces anomalies devrait avoir un sens.

Le raisonnement se tient, mis à part qu'il se base sur l'existence des anomalies de variations de cours futurs comme étant une étape obligée à la recherche de modélisation...

Les principaux travaux publiés entre les années 1940 –1970 furent, en résumé :

Les tests de fréquence Swed et Eisenhart (1943)

-On mesure le nombre de séquences N similaires (+++, ++++...), suites de cours variant dans le même sens et on évalue les différences par rapport à la médiane

Le test de l'hypothèse nulle est alors effectué en comparant avec la probabilité attendue d'obtenir la réponse + ou - pour une vraie série aléatoire

2-Wallis et Roberts

Ce test utilise le même principe que précédemment, mais il opère sur des différences premières de cours ($c - c[n]$)

Les résultats des deux méthodes donnent la même réponse :

Des trends apparaissent pour $N = 1$ et 2 , alors qu'il y a indépendance pour $N > 2$.

Autrement dit le cours du jour et du surlendemain semblent être liés par une relation inconnue qui ne doit pas son existence au seul fait du hasard.

En revanche, les cours plus éloignés ($N > 2$) ne sembleraient pas être liés au cours du jour par une autre relation que celle modélisée par le hasard gaussien.

Petit espoir donc, mais pas très encourageant...

Les tests de liaison sérielle : Tests de Von Neuman

Il s'agit de tests paramétriques, supposant que la répartition est normale.

De t à $t + N$ on cherche s'il y a

- Forte hausse, hausse
- Ni hausse ni baisse significative
- Baisse, forte baisse

en termes de probabilités conditionnelles.

Les résultats sont identiques aux précédents avec une Indépendance pour $N > 2$ moins nette cependant qu'avec le premier test.

Les tests de distance D'Olmstead (1946)

On mesure les écarts des cours par rapport à la médiane

On teste l'ordre des signes et la distance sur N observations

Ces résultats sont comparés à la probabilité d'obtenir une séquence de longueur k théorique identique.

Résultats : Favorable à l'hypothèse du hasard.

Les tests dits de « poker »

Wallis et Moore (1942)

5 Les marchés sont-ils ou non aléatoires ?

Wallis- S

Dans ces tests on examine l'ordre des signes des variation de cours sur les séquences de N éléments (ou des différences premières des cours pour le test Wallis –S)

On compare avec les espérances théoriques

Résultats : Favorable au hasard pour $N > 2$, avec cependant des exceptions.

La forme du hasard

Une autre piste de recherche a été ensuite explorée, et visait à caractériser la forme de la distribution des cours, ou des variations des ceux ci, aux fins d'en titrer une loi générale.

Plus question ici de caractériser le comportement individuel des cours et leur prédictibilité individuelle. On s'attache simplement à rechercher une anomalie statistique significative dans leur comportement

B. Mandelbrot :

A étudié la leptokurtose de la distribution des différences de cours $c-c[n]$
(Cet argument est maintenant généralement admis).

La distribution des variations des cours n'est pas gaussienne, et présente des queues de distribution épaisses anormales (leptokurtose) qui caractériseraient la présence de trends.

A.B. Moore 1962

A repris cette recherche en utilisant logarithme de la variation des cours.

La distribution serait dans ce cas log normale, et les phénomènes de leptokurtose disparaîtraient, plaidant là encore pour une distribution basée sur le hasard

Cette interprétation a été contestée, et l'est toujours.

La thèse de Cootner (1964)

Les mouvements des cours sont contenus entre des barrières absorbantes ou réfléchissantes, constitués par des niveaux de cours remarquables.

(Hypothèse gaussienne contenue).

Cootner posait comme principe que les comportements des intervenants se différencient en deux catégories :

- Les amateurs nécessairement mal informés dont les prises de positions correspondent à un processus purement stochastique du comportement des cours.
- Les professionnels, mieux informés, qui prendraient des positions inverses de la masse des amateurs à partir de certains niveaux de cours.

La thèse de Cootner a séduit nombre de professionnels qui ont vu là une interprétation commode et flatteuse de l'imperfection du hasard boursier.

Cette thèse est toujours en vogue et a connu certains développement pratiques. Quant à la façon de déterminer les niveaux de cours correspondants aux barrières réfléchissantes, c'est plus facile à souhaiter qu'à faire, de façon fiable et exploitable tout du moins.

Notons qu'à la même époque, les travaux de FAMA sur l'hypothèse des marchés efficients (1965) étaient publiés. Très sale temps pour les analystes techniques, et cela continue de plus belle avec la publication du best seller de Burton G. Malkiel « A random Walk to Wall Street », 1973, réédité depuis avec toujours autant de succès...auprès des détracteurs de l'analyse technique.

6 Les marchés sont-ils ou non aléatoires ?

Le pendant est d'ailleurs paru en 1999, par des auteurs tout aussi Lo & MacKinlay: A Non-Random Walk down Wall Street.

Je renverrai d'ailleurs les lecteurs intéressés par ce débat à la lecture de ce dernier ouvrage qui résume assez bien l'état de la recherche à l'heure actuelle sur le débat, toujours non tranché, et il est important de le rappeler, plus d'un siècle après...

Depuis Cootner, Benoît Mandelbrot a découvert l'existence des fractales par l'étude des prix du coton, mais toujours pas la clé de l'explication des marchés par ce biais, de nombreux travaux ont été publiés dont je vous citerai pas quelques un d'entre eux pour vous faire croire que j'ai de la culture dans un domaine qui n'est pas vraiment le mien (oui, je peux moi aussi être un candidat tout à fait valable pour votre « dîner de cons » financier), et je préfère vous renvoyer aux deux ouvrages cités, avec une préférence évidemment pour celui de Lo & Mc Inlay qui a l'avantage de reprendre les derniers travaux et de les critiquer le cas échéant.

Je me dois de vous citer également l'excellent ouvrage de JP Dalloz « Le hasard et les cours boursiers », Editions Cujas [1973], et dont j'ai tiré nombre d'informations de ce début de chapitre.

Depuis une vingtaine d'années, les études et recherches menées pour trouver une réponse à cette question impossible se multiplient à tel point que les suivre et les vérifier relèverait d'une activité à plein temps.

En particulier le domaine financier attire depuis les années 1990 de nouvelles recrues ayant un sérieux bagage scientifique. Ces nouveaux chercheurs en finance se qualifient eux-mêmes d'éconophysiciens (attention à bien respecter l'apostrophe). L'idée générale consiste évidemment à appliquer des principes bien établis en physique (toutes sous disciplines confondues) à l'étude des marchés financiers.

A titre d'exemple et de hors d'œuvre, voici par exemple le programme de cours en éconophysique proposé par l'université de Liège (Belgique) :

La physique statistique permet à l'heure actuelle de modéliser des situations spatio-temporelles extrêmement complexes. Récemment, des phénomènes naturels comme les tremblements de terre, les milieux granulaires, la turbulence, l'évolution biologique, la croissance de villes et des réseaux de communications, les compétitions militaires, et les phénomènes économiques ont reçu une très grande attention de la part des physiciens. Ceci est probablement dû aux avancées spectaculaires de la physique statistique à la suite de l'introduction de concepts tels que la géométrie fractale et l'auto-organisation critique comme cadres formels des divers phénomènes cités plus haut.

chap. 1 Introduction

Historique physique statistique,
Transition ordre-désordre, percolation,
fractales,
auto-organisation critique,
comparatif: physique-économie

chap. 2 Données expérimentales

7 Les marchés sont-ils ou non aléatoires ?

ressources, journaux, Internet, fiabilité,
indices économiques et types de données,
caractéristiques générales des séries financières,
volatilité, moyennes mobiles,
tests statistiques classiques

chap. 3 Processus stochastiques

marches aléatoires discrètes, random walks,
équation de la diffusion et processus gaussien,
distribution de Lévy-Pareto, vol de Lévy,
mouvement Brownien fractionnaire, (anti-)persistance, exposant de Hurst,
types de bruit, bruit en $1/f$,
construction de signaux déterministes et aléatoires,
modèle économétriques simples

chap. 4 Méthodes d'analyses

mouvement Brownien fractionnaire,
R/S,
Detrended Fluctuation Analysis,
Loi de Zipf,
ondelettes,
non-efficience des marchés économiques

chap. 5 Multi fractales

Turbulence à la Kolmogoroff,
spectre $H(q)$, mesure d'intermittence et de rugosité d'un signal,
turbulence du marché des changes, analogie avec l'entropie,
modèles

chap. 6 Chaos

mesure de corrélations temporelles,
construction d'attracteurs étranges,
exposant de Lyapunov,
horizon prédictif,
cycles économiques

chap. 7 Prédictabilité

le crash boursier vu comme une transition de phase,
transition de Kosterlitz-Thouless,
invariance d'échelle discrète,
phénomènes de rupture, équation de Burgers, chaos et exposants de Lyapunov.

Or il n'y a pas plus dangereux et finalement pire hérésie scientifique que de procéder par analogie. Tel chercheur brillant spécialisé dans les tremblements de terre a cru trouver des similitudes entre ce phénomène géophysique et les krach boursiers et tel autre aura remarqué

8 Les marchés sont-ils ou non aléatoires ?

des invariants comportementaux dans les marchés financiers sous réserve de recodage de l'information contenue dans les cours (invariance d'échelle discrète). Nombre d'entre eux s'intéressent aux fractales à la suite de Mandelbrot. La production livresque est impressionnante et la recherche du saint Graal plus active que jamais aux prix de quelques entorses sérieuses à la méthode scientifique.

Sans vouloir jouer les moralisateurs, et parfaitement conscient de la faiblesse de mon propre cursus universitaire, je me contenterai de rappeler ces quelques extraits tirés du livre du grand mathématicien Henri Poincaré (**La Science et l'hypothèse**, Edition Flammarion, 2ème Trimestre 1943). Nombre de ces principes de base sont largement ignorés des économophysiens

« **La méthode des sciences physiques repose sur l'induction** qui nous fait attendre la **répétition d'un phénomène quand se reproduisent les circonstances** où il avait une première fois pris naissance. Si toutes ces circonstances pouvaient se reproduire à la fois, ce principe pourrait être appliqué sans crainte : mais cela n'arrivera jamais ; quelques-unes de ces circonstances feront toujours défaut. Sommes-nous absolument sûrs qu'elles sont sans importance ? Évidemment non. Cela pourra être vraisemblable, cela ne pourra pas être rigoureusement certain. De là le rôle considérable que joue dans les sciences physiques la notion de probabilité. [...]

L'induction, appliquée aux sciences physiques, est toujours incertaine, parce qu'elle repose sur la croyance à un ordre général de l'Univers, ordre qui est en dehors de nous. L'induction mathématique, c'est-à-dire la démonstration par récurrence, s'impose au contraire nécessairement, parce qu'elle n'est que l'affirmation d'une propriété de l'esprit lui-même. [...]

RÔLE DE L'EXPÉRIENCE ET DE LA GÉNÉRALISATION. -- L'expérience est la source unique de la vérité : elle seule peut nous apprendre quelque chose de nouveau ; **elle seule peut nous donner la certitude**. Voilà deux points que nul ne peut contester.

Mais alors si l'expérience est tout, quelle place restera-t-il pour la physique mathématique ? Qu'est-ce que la physique expérimentale a à faire d'un tel auxiliaire qui semble inutile et peut-être même dangereux ?

Et pourtant la physique mathématique existe ; elle a rendu des services indéniables ; il y a là un fait qu'il est nécessaire d'expliquer. C'est **qu'il ne suffit pas d'observer, il faut se servir de ses observations, et pour cela il faut généraliser**. C'est ce que l'on a fait de tout temps ; **seulement, comme le souvenir des erreurs passées a rendu l'homme de plus en plus circonspect, on a observé de plus en plus et généralisé de moins en moins**.

Chaque siècle se moquait du précédent, l'accusant d'avoir généralisé trop vite et trop naïvement. Descartes avait pitié des Ioniens ; Descartes à son tour nous fait sourire ; sans aucun doute nos fils riront de nous quelque jour.

Mais alors ne pouvons-nous aller tout de suite jusqu'au bout ? N'est-ce pas le moyen d'échapper à ces railleries que nous prévoyons ? Ne pouvons-nous nous contenter de l'expérience toute nue ?

Non, cela est impossible ; ce serait méconnaître complètement le véritable caractère de la science. Le savant doit ordonner ; **on fait la science avec des faits comme une**

maison avec des pierres ; mais une accumulation de faits n'est pas plus une science qu'un tas de pierres n'est une maison.

Qu'est-ce donc qu'une bonne expérience ? C'est celle qui nous fait connaître autre chose qu'un fait isolé ; c'est celle qui nous permet de prévoir, c'est-à-dire celle qui nous permet de généraliser. Car **sans généralisation, la prévision est impossible**. Les circonstances où l'on a opéré ne se reproduiront jamais toutes à la fois. Le fait observé ne recommencera donc jamais ; **la seule chose que l'on puisse affirmer, c'est que dans des circonstances analogues, un fait analogue se produira. Pour prévoir il faut donc au moins invoquer l'analogie, c'est-à-dire déjà généraliser.**

Si timide que l'on soit, il faut bien que l'on interpole ; l'expérience ne nous donne qu'un certain nombre de points isolés, il faut les réunir par un trait continu ; c'est la véritable généralisation. Mais on fait plus, la courbe que l'on tracera passera entre les points observés et près de ces points ; elle ne passera pas par ces points eux-mêmes. Ainsi on ne se borne pas à généraliser l'expérience, on la corrige ; **et le physicien qui voudrait s'abstenir de ces corrections et se contenter vraiment de l'expérience toute nue serait forcé d'énoncer des lois bien extraordinaires.**

Le dernier paragraphe s'adresse également aux analystes techniques, et plus spécialement aux spécialistes des dogmes dont sont émaillés leurs ouvrages. Leur position, sur le plan scientifique, n'est évidemment pas recevable.

Inutile de vous dire que l'éconophysique est également très éloignée des préceptes de ce texte, faute d'expériences convaincantes, reproductibles et généralisables.

Si ce n'est pas une science (alors que ce sont des scientifiques qui la pratiquent), qu'est ce donc ?

Il existe une réponse, assez désagréable :

L'intérêt n'est pas seulement intellectuel, mais principalement financier. Nombre de jeunes scientifiques diplômés trouvent là un plan de carrière facile et bien plus rémunérateur que celui qu'ils auraient pu envisager dans la recherche et l'industrie, secteurs notoirement sinistrés ou saturés. Les institutions financières, pour lesquelles la connaissance du risque de leurs investissements confine à l'obsession permanente, certes compréhensible, espèrent trouver dans cette nouvelle vague de chercheurs issus d'un domaine plus solide que celui de l'économétrie les intellectuels qui sauront mieux les rassurer. Le recrutement bat son plein, pour le plus grand bonheur des recrutés et des recruteurs.

Il n'en reste pas moins que cette recherche frénétique, suite logique de ce qui est observé depuis un siècle, n'a fait que multiplier les théories et rajouté à la confusion générale. Parce que, franchement, chercher la réponse à un problème qui n'a sans doute pas de solution formalisable depuis un siècle, j'appelle cela plutôt de l'abnégation. Certes, si la gloire est au bout du chemin, voilà une motivation propre à la nature humaine que je ne saurais leur dénier. Et puis, si pour ce faire, il est possible de vivre en attendant très confortablement, qui saurait les en blâmer ?

L'existence du prix Nobel d'économie n'est pas là non plus pour freiner les ardeurs, bien au contraire. Nombre de ces chercheurs en rêvent, et certains finiront bien par l'avoir. Qu'ils

10 Les marchés sont-ils ou non aléatoires ?

parviennent exactement à leurs fins et démontrent ce que je pense être indémontrable est une tout autre histoire. Pour l'instant, rien de convaincant...

Pire, l'attribution du Nobel d'économie 2002 à deux chercheurs proches de la finance comportementale n'éclaire pas le débat, bien au contraire :

Le prix récompense pour moitié Daniel Kahneman, 68 ans, « pour avoir introduit en sciences économiques des acquis de la recherche en psychologie, en particulier concernant les jugements et les décisions en incertitude », selon les termes de l'Académie.

Psychologue de formation, Daniel Kahneman a intégré à l'analyse économique les acquis de la recherche dans sa branche d'origine. Il a pris en compte le fait que l'homme n'était pas l'animal rationnel et égoïste que l'on croyait, dans ses prises de décisions.

Israélo-Américain, professeur à l'Université de Princeton (New Jersey), Daniel Kahneman a ainsi montré comment la décision des individus peut systématiquement s'écarter des prédictions de la théorie économique traditionnelle, introduisant une «variable d'irrationalité» dans les calculs.

Ses travaux ont inspiré une nouvelle génération de chercheurs en économie et en finance.

Parmi eux, le colauréat Vernon Smith, 75 ans, primé «pour avoir fait de l'expérience en laboratoire un instrument d'analyse économique empirique, en particulier dans l'étude de différentes structures de marché».

(Source AFP, Stockholm)

Il paraît dès lors évident que la recherche d'une solution mathématique ou mathématisable des comportements boursier est bel et bien une chimère, sauf à mettre en équation le comportement humain et ses conséquences ici que sont les variations de prix des actifs boursiers, au sens de Poincaré. Il va de soi que cette quête est vaine, le matériau de base est d'une telle versatilité et d'une telle complexité dont il n'existe pas la moindre preuve qu'un formalisme quelconque puisse le modéliser. Mener de telles études sur une base aussi inconsistante montre à tout le moins le dévoiement de la méthode scientifique lorsqu'elle se pique de s'intéresser à la finance.

Autant il est concevable de faire porter l'effort de la recherche sur des phénomènes ayant un support matériel naturel avec une quelconque chance de succès (milieux granulaires, tremblements de terre ...), autant l'analogie conceptuelle appliquée commodément à des phénomènes purement humains relève de la solution de facilité qui prévalait avant la prédominance de la méthode scientifique, laquelle ne remonte qu'à quelques siècles. Constater des similitudes par rapport à une théorie physique avérée et bricoler des équations aux fins de prouver la similitude n'a jamais été considéré comme relevant de la méthode scientifique. Nous sommes là dans une zone indéterminée, où le hasard n'a sans doute pas la part belle de l'explication, ce qui est nettement insuffisant pour valider des théories dont la fugacité depuis un siècle nous montre surtout la vanité.

La confusion est telle que les analystes techniques croient voir dans les travaux de Kahneman une justification à la validité observée de leurs recettes techniques, les anomalies comportementales étant détectées dans le cours. Les tenants de la finance comportementale, opposés par principe à l'analyse technique, pavoisent de leur côté, l'attribution du prix ne faisant que conforter leurs thèses.

11 Les marchés sont-ils ou non aléatoires ?

Plus on progresse, plus c'est confus...surtout si vous n'appartenez pas à la même chapelle.

Il semblerait toutefois que l'analyse technique ait moins mauvaise presse qu'elle ne l'avait voici trente ans, en raison d'un certain succès qui ne saurait être expliqué par l'hypothèse nulle et ses variantes. Malheureusement, les analystes techniques sont trop souvent leurs propres fossoyeurs, en sortant largement de leur cadre de compétence et en voulant toujours expliquer ce qui, nous allons le voir maintenant, relève de l'inexplicable, plus exactement de l'impossible à expliquer.

D'ailleurs, si vous observez les phénomènes suivants qui matérialisent des comportements de groupe dans le monde animal, ne trouvez-vous pas quelque ressemblance avec celui des investisseurs et des traders ?

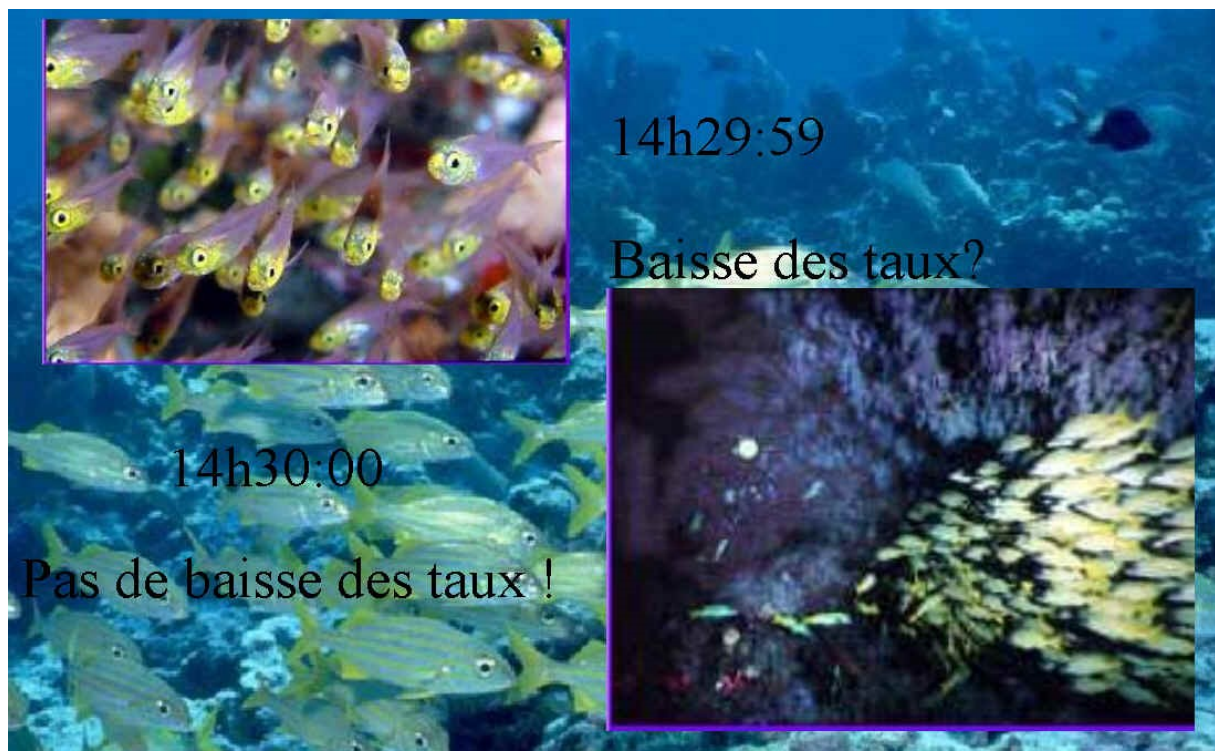
Or qui aurait l'idée de mettre en équation le comportement d'un banc de poissons ou d'un troupeau de moutons, la direction et l'amplitude de son déplacement, dont la forme et le mouvement dépendent d'un comportement suiviste dont on suppose que quelques individus sont à l'origine dans le groupe ?

Qui pourrait prévoir la forme future du banc de poissons, de combien il se déplace, pourquoi il le fait (même si nous savons que ce sont des réactions mues par la crainte ou la recherche du profit (nourriture) ou de la protection que la masse présente par rapport aux prédateurs éventuels ?

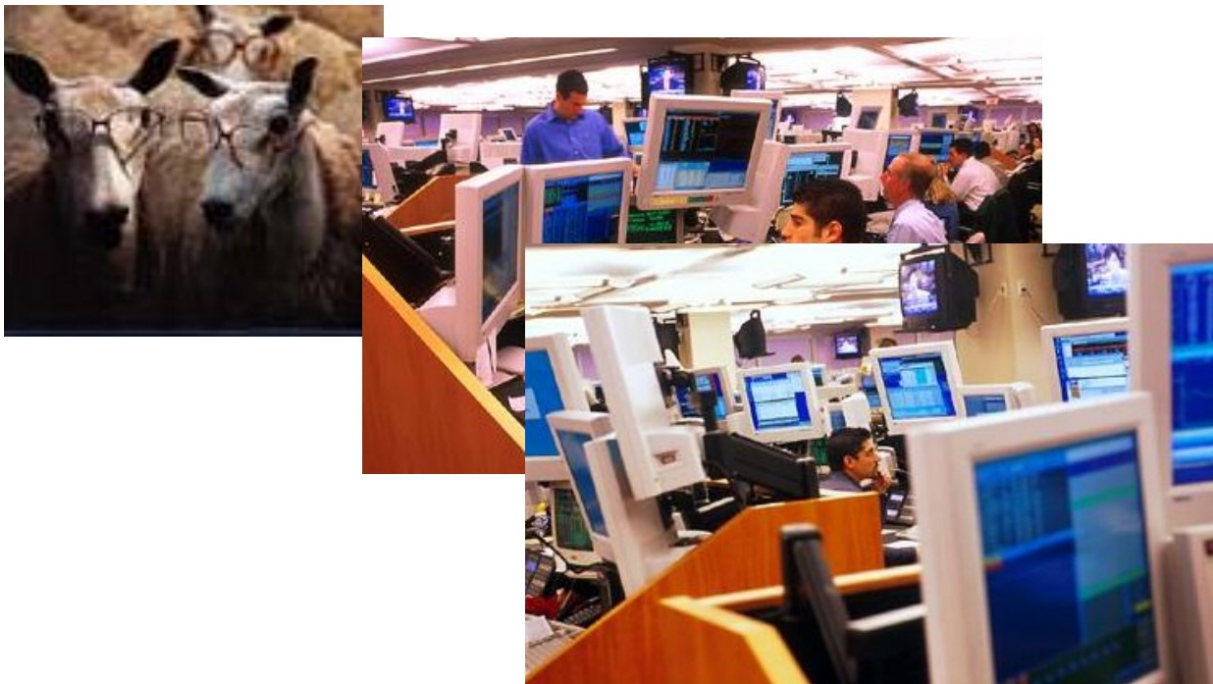
Bien évidemment, ce genre de recherche n'intéresse pratiquement personne, et l'on notera que le comportement du banc de poissons est plus complexe à modéliser que celui des moutons, qui eux ne se déplacent que dans un espace à deux dimensions.

A part de modifier l'intitulé du Prix Nobel d'économie en Prix Nobel d'économie, pêche et pastoralisme, je ne vois pas ce qui motiverait nos brillants universitaires dont le centre d'intérêt n'est que centré sur la sphère financière.

Et pourtant, les similitudes sont troublantes :



12 Les marchés sont-ils ou non aléatoires ?



Les principales remises en causes des théories passées sur la marche au hasard et l'efficacité des marchés boursiers sont dues au succès inexplicable des analystes techniques, dont les universitaires commencent à admettre le bien fondé, par obligation. Qu'ils veuillent y rechercher une explication théorique ne peut pas leur être reproché, mais je crains qu'ils ne sous estiment l'impossibilité de la tâche.

Un chien de berger et son maître en connaissent plus sur le comportement d'un troupeau de mouton que n'importe quel universitaire, même si cette connaissance est empirique, et pour ce qui est des bancs de poissons, les connaissances de leurs prédateurs supérieurs ne sont pas à dédaigner non plus, la meilleure preuve étant qu'ils arrivent à se nourrir.

Vous remarquerez que le parallèle est assez facile à faire avec les analyses techniques...

De là à modéliser le comportement de ces groupes d'animaux, il y a une marge et un seuil de rentabilité qui ne sera jamais franchi parce que cela n'intéresse personne, et l'on supposera que si cette recherche avait lieu, que les animaux en question existent encore dans leur milieu naturel au train où vont les choses.

Il n'est pas question de tomber dans la misanthropie facile, et il serait stupide de dire que le comportement boursier des intervenants puisse être aussi aisé à modéliser que celui des bestioles précitées, tâche dont nous avons effleuré la difficulté. C'est donc vous dire que la tâche de modélisation théorique des marchés est vraiment impossible. A moins de modéliser le comportement de chacun, des décideurs, des politiques et de la foule d'événements qui peuvent les influencer. Autrement dit de mettre quasiment toute la planète en équation.

Décidément, l'analyse technique avec ses modestes ambitions reste une solution bien commode pour tirer un avantage certain de certains comportements anormaux, et assez facile à mettre en œuvre avec les moyens dont nous disposons. Ceci n'a bien entendu aucune noblesse, mais elle n'est pas revendiquée non plus, ou ne devrait pas l'être.

Tant que nous sommes dans le domaine ovin, je ne résiste pas à vous reproduire une version moderne de la vieille blague de la puce et du polytechnicien. En plus, elle donnera un excellent

13 Les marchés sont-ils ou non aléatoires ?

argument à d'éventuels détracteurs quant au sérieux de cet ouvrage. Si cela peut les aider et amuser les autres que de trop sérieuses études probablement invalidées ennui...

Voilà

Sur une route de montagne isolée, un énorme troupeau de moutons bloque la route et une limousine qui passait par là.

Le conducteur descend, et va discuter avec le berger pour savoir comment libérer le passage.

- Bonjour mon brave, dites-moi, vous en avez pour longtemps avec vos bêtes ? C'est que je suis un peu pressé, voyez vous...
- Oh, ben, c'est que ce n'est pas facile, les moutons. Faut attendre qu'y finissent de traverser.
- Ah, ce sont des moutons... Bien. Hmmm dites moi, il y en a vraiment beaucoup. En connaissez-vous le nombre exact ?
- Ah ben oui, pour sûr, je les compte tous les soirs.
- C'est très joli comme animal... Hmmm, dites-moi, comme nous avons un peu de temps, si je vous donne leur nombre exact, est ce que vous accepteriez de m'en donner un ?
- Oh, ben vous n'y arriverez pas, alors.
- Je vous dis que si. On essaie ?
- Ouais, mais vous ne pourrez pas.

Sur ce, le conducteur retourne dans la voiture, et revient avec quelques instruments de mesure et un ordinateur portable. Au bout d'une minute, la réponse arrive :

- Vous avez 738 moutons.
- Ben ça alors ! Comment vous avez fait ?
- Facile, compte tenu de la nature fractale du troupeau, du coefficient de réflexion de la fourrure...
- Vouai, nous autres on appelle ça de la laine, par ici...
- Bien, de la laine, de la luminance moyenne du ciel à l'instant t, le programme permet d'estimer à 10-5 près le nombre d'éléments et voilà. 738. Bon, vous m'en donnez un, alors ?

-

Mine passablement attristée du berger, mais la parole, c'est sacré.

- Oh ben n'avez qu'à l'choisir vous même !

Aussitôt dit, le conducteur embarque une bestiole dans le coffre. Le berger montre alors des signes d'inquiétude évidents.

-Attendez, je vous propose un autre marché. Si je vous dis quelle est votre activité du premier coup, est ce que vous acceptez de me rendre ce que vous avez pris ?

-Bien entendu, mais vous ne trouverez jamais.

- Mais si. Voilà, vous êtes énarque.

-C'est exact, mais comment diantre avez vous fait pour trouver ? Je n'ai jamais mis les pieds dans ce département...

-Oh, ce n'était pas bien difficile. Vous avez pris mon chien !

Pour en terminer avec ce tour d'horizon de la recherche financière, il est amusant de remarquer que des travaux qui n'auront pas été probants dans leur propre domaine auront comme ceux de Bachelier ou de Mandelbrot, conduit à des découvertes mathématiques ou

physiques majeures du XX -ème siècle. Comme quoi tout cela n'aura pas été complètement vain...

Le pendant négatif de cette recherche dont je soulignais l'énorme gâchis de talents sur un sujet qui n'en vaut sans doute pas la peine serait le suivant : Beaucoup d'expérimentateurs et de théoriciens brillants qui se sont il faut bien le dire, confronté à l'échec relatif plutôt qu'au succès modeste, avaient une idée préconçue du phénomène qu'ils avaient à étudier. De même pour les mathématiciens, spécialistes certes de l'abstraction, mais peu familiers avec la pratique de la finance, qui n'est pas une science exacte, et qui pour tout dire n'est pas non plus une science expérimentale.

Or, faire appel à des spécialistes hors de leur domaine de connaissance n'est pas nécessairement un gage de succès. L'exemple de H. Working (chapitre suivant) est sur ce point révélateur, puisqu'il est passé très près de la solution avec son expérience de cours synthétiques appliqués à l'analyse technique. Malheureusement, il en a tiré une conclusion parfaitement inexacte, et je veux bien parier que d'il avait eu à sa disposition les moyens dont un simple individu comme moi peut disposer maintenant, sa réponse eût été toute différente.

Je n'ai absolument aucun complexe de supériorité, simplement un avantage sur nombre de ces brillants universitaires : Je ne suis qu'un modeste professeur de physique, rompu à la méthode expérimentale et à la recherche d'erreurs dans la compréhension dont faisaient preuve ou non mes élèves, tant sur le plan de ce que je leur enseignais, que sur celui de ce qu'ils me montraient avoir assimilé. C'est à dire impliquant une permanente remise en cause et de la méthode d'enseignement, et de l'exploitation des résultats (la compréhension des élèves dans ce cas, c'est cela, le résultat pour un professeur). Enfin, il est beaucoup plus difficile d'enseigner des choses simples à des élèves très moyens que des notions compliquées à des élèves surdoués. J'ai certainement beaucoup plus appris des premiers, même si les satisfactions auprès des seconds était plus reconfortantes... en apparence.

. Outre le fait qu'un professeur de physique passe son temps à chercher des solutions à des problèmes extrêmement variés, la démarche intellectuelle sous-jacente devient une seconde nature dans la vie quotidienne ou dans des domaines qui ne sont pas liés à la physique. C'est sans doute pour cela que mon approche des marchés financiers a été différente de celle d'autres personnes versées dans les sciences économiques, la finance ou je ne sais quoi d'autre (il y a même des astrologues dans le domaine boursier, c'est vous dire si l'on peut facilement trouver plus niais que soi – sauf pour eux-).

J'ai donc abordé le problème sous cet angle naturel pour moi, en faisant abstraction du statut inconfortable du théoricien, commodément remplacé par celui du technicien :

En physique, nous nous permettons de déduire des lois par la seule expérience, pour peu que celle ci soit reproductible par n'importe quel expérimentateur placé dans les mêmes conditions, et que les résultats ainsi répliqués permettent d'en tirer une conclusion générale (une loi physique) pour peu que l'expérience montre qu'elle ne soit nullement due à un artefact ou à un biais du hasard.

Si ultérieurement la loi établie vient à pouvoir être démontrée, c'est alors une victoire totale de la connaissance. Si elle reste une loi empirique ou expérimentale, elle a le droit de cité tout autant qu'une autre, jusqu'à ce qu'elle fût soit affinée ou éventuellement invalidée, soit restreinte dans son champ d'application (ce qui est le cas de la loi de gravitation universelle

de Newton, inexacte depuis la découverte de la relativité restreinte, mais toujours applicable de façon satisfaisante dans des conditions de vitesse très faible par rapport à celle de la lumière).

L'analyse technique n'a même pas à avoir ces ambitions, tout au plus elle peut se contenter d'une vérification expérimentale dont le gain produit mesure la validité. Tant qu'elle ne sort pas de son rôle de technique et qu'elle ne se pique pas de matérialiser une théorie dont elle n'est pas capable de formaliser les lois avec la rigueur des préceptes énoncés précédemment, elle est certainement moins sujette à caution que toute autre approche des phénomènes boursiers, en raison de la modestie de ses objectifs, uniquement cantonnés au domaine pratique.

Rappelons utilement qu'une technique n'est qu'un ensemble de moyens pratiques, de savoir faire, propre à une activité. En ce sens, l'analyse technique n'a pas à se mêler de théorie, dont nous venons de voir que celle-ci est loin d'être établie.

Par ailleurs, son statut inférieur de « savoir-faire » ne lui impose pas la perfection des résultats. Pour qu'une technique soit valable, il suffit tout au plus qu'elle apporte au praticien un moyen d'obtenir un résultat positif, tangible et quantifiable. Rien ne lui interdit de lui appliquer les méthodes de la vérification expérimentale, bien au contraire.

Or elle pêche trop souvent soit en voulant se justifier (maladroïtement) alors que ce n'est pas son rôle, ne soit en ne se justifiant pas par l'expérience (syndrome du gourou, hélas largement répandu).

L'absence de théorie ne peut s'admettre que si l'expérimentation qu'elle matérialise satisfait aux critères de vraisemblance et de viabilité en termes de résultats. Les ambitions sont certes plus modestes, mais il est plus facile de les atteindre. Or, ceci ne peut se faire que par le biais de systèmes de trading et par des tests intensifs. Une technique non validée par l'expérience n'est pas une technique, tout au plus élucubration à ranger sans ménagement dans le fatras fausses sciences (astrologie, numérologie et autres fadaïes irrationnelles).

Hélas, ceci est malheureusement assez mal compris tant par les partisans de l'analyse technique que par ses détracteurs.

Parce que je dispose de quelques avantages mineurs et surtout de quelques outils assez performants, je vais maintenant... probablement vous surprendre, ou pour le moins malmener quelques idées reçues.

L'analyse technique et le hasard

CHAPITRE 3 (pages 59 à 90 de l'édition de juillet 2004)

Au risque de me répéter, H. Working a publié en 1934 un article intitulé « A Random Difference Series for use in the Analyse of Time Series » American Statistical Association Journal ,29.

Son propos a été de démontrer que de telles séries offraient des configurations analogues à celles utilisées par les analystes techniques de l'époque (donc des figures chartistes), à savoir des figures de retournement dites Tête Epaule, des canaux de tendances, des triangles haussiers ou baissiers, et que par conséquent, l'analyse chartiste était sujette à caution. Nous pourrions ajouter aujourd'hui à cette liste des figures de chandeliers japonais, des moyennes mobiles qui se croisent de façon apparemment sympathiques- autant que peut l'être un croisement de moyennes-, et même si ça se trouve (je n'ai pas eu le temps, ni l'envie d'essayer) des vagues d'Elliott sans doute de toute beauté...

Comme ces cours sont générés de façon totalement aléatoire par une méthode de Monte Carlo, ils satisfont aux conditions de l'hypothèse nulle, à savoir la non-prédictibilité des tendances. Observer des telles figures sur des cours aléatoires ne peut donc qu'invalider le principe même de l'analyse technique qui vise à prévoir le sens de variation des cours avec ces mêmes figures, parce que prévoir de l'aléatoire pur, ce n'est pas possible.

Certes.

Seulement Working a fait là plutôt un amalgame qu'une démonstration.

Nous allons maintenant refaire l'expérience en la poussant beaucoup, beaucoup plus loin que Working ne l'a fait, faute de moyens...et à cause d'un léger à priori bien excusable.

Avant de continuer, voyons comment constituer notre matériel expérimental.

Heureusement, nous avons des ordinateurs puissants, de logiciels d'analyse technique qui font de superbe graphiques (tous !), des statistiques à la demande et des systèmes de trading testables et corvéables à merci.

Pas besoin donc de chercher le matériel de laboratoire, nous l'avons déjà à notre disposition.

Il ne reste plus qu'à trouver des données aléatoires et de les transformer en cours de bourse fictifs.

Facile, me direz vous. N'importe quel tableur sérieux, ou langage de programmation LG3 a une fonction Random (générateur de nombres aléatoires) qui permet de fabriquer des cours aléatoires en quelques secondes.

Facile, mais faux.

Générer artificiellement de vraie donnée aléatoire est une chose peu commode, et les séries aléatoires générées par ordinateur ne le sont pas exactement. On parle de générateurs pseudos aléatoires dans ce cas, et il n'est pas question de les utiliser ici, la critique serait immédiate et pleinement justifiée : Vos séries ne sont pas aléatoires !

Ah...

On ne va quand même pas tire à pile ou face 500 000 fois de suite et rentre les résultats à la main ?

Certes non, et il faudrait que la pièce soit sans défaut.

Même les euros ?

2 L'analyse technique et le hasard

Même les euros.

Il existe quelques méthodes éprouvées pour générer de vraies données aléatoires.

L'une d'elles, parmi les plus fiables, consiste à enregistrer les désintégrations radioactives d'une source. Si la loi de décroissance radioactive est parfaitement connue et stable au cours du temps, il n'en va pas de même au niveau atomique où la désintégration d'un atome peut être suivie de quatre autres, deux, treize, ... bref, totalement imprédictible. Rappelez-vous du crépitemment irrégulier d'un détecteur Geiger Muller... C'est de cela dont je vous parle.

Une autre méthode, plus onéreuse, consiste à observer avec une caméra vidéo munie d'un détecteur une dizaine de lampes décoratives (lava *lamps*) qui faisaient fureur dans les années 1970 : Constituées d'un verre contenant une cire molle colorée qui se liquéfie au contact d'une lampe, les bulles de cire montent dans le liquide transparent et redescendent en se refroidissant. La forme de ces figures de liquides non miscibles est quasiment imprédictible. En observer dix à la fois permet de générer des nombres aléatoires d'excellente qualité. D'autres méthodes à base de circuits électroniques générant une forme particulière de bruit sont également utilisées.

Bref, ce matériel est peu courant, et très cher.

Le mieux est d'acheter un CD Rom contenant de vraies séries aléatoires générées par l'une des méthodes précédentes.

Ce que j'ai fait auprès d'une société allemande spécialisée dans ce genre de produit.

Je sais que vous vous demandez qui peut bien acheter ce genre de CD Rom ?

Principalement les scientifiques, les statisticiens, qui ont besoin de telles données pour vérifier des hypothèses de travail diverses, et sans doute plus parlant, les casinos, et plus exactement les gens chargés du réglage des machines à sous, dont il est facile de comprendre qu'un mauvais réglage -favorable pour le joueur – de la machine qui doit le faire perdre sur le long terme, pourrait entraîner des conséquences dramatiques pour l'établissement.

D'où l'intérêt ici d'avoir des séries aléatoires les plus parfaites possibles.

Celles que j'ai achetées, par exemple, ont été validées en plus par une série de quinze tests reposant sur des principes différents, visant à tester l'hypothèse nulle.

Une chose est donc certaine : Nos données sont parfaitement aléatoires.

Bien. Maintenant comment transformer cela en cours de bourse ?

Avant de le faire, quelques mots sur les vraies données de bourse.

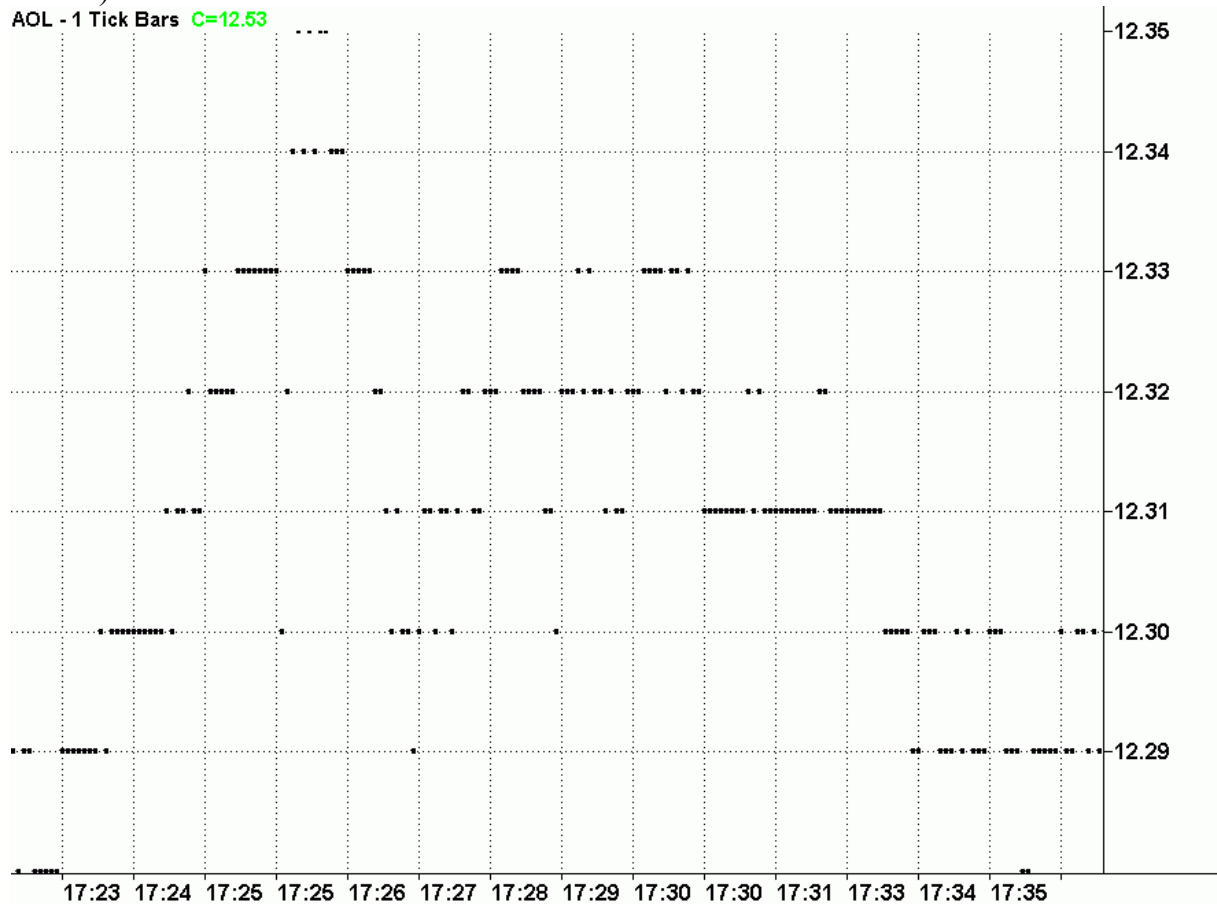
On s'intéressera ici aux données de marchés très liquides, qui en temps réel produisent plusieurs dizaines voire centaines de cotations à la minute. Peu ou prou ces cotations sont espacées d'un tick, ce terme désignant indifféremment dans le langage des traders soit l'intervalle minimal de variation du cours (par exemple 0.5 point sur le futur CAC40, 0.01 point sur le SP 500, 0.01 \$ sur les actions USA) soit une cotation instantanée.

Pour fixer les idées, si le CAC 40 futur cote 3005 à 15h 25min 01s, la prochaine cotation, si le cours change en baisse, ne pourra pas faire moins que 3004.5 et devra faire au moins 3005.5 si la variation suivante se fait à la hausse.

La variation élémentaire ne peut pas être inférieure au tick, sauf évidemment si l'on cote plusieurs fois la même valeur. Elle peut faire plusieurs ticks à la fois, mais sur les marchés très liquides, la variation moyenne est de l'ordre du tick.

3 L'analyse technique et le hasard

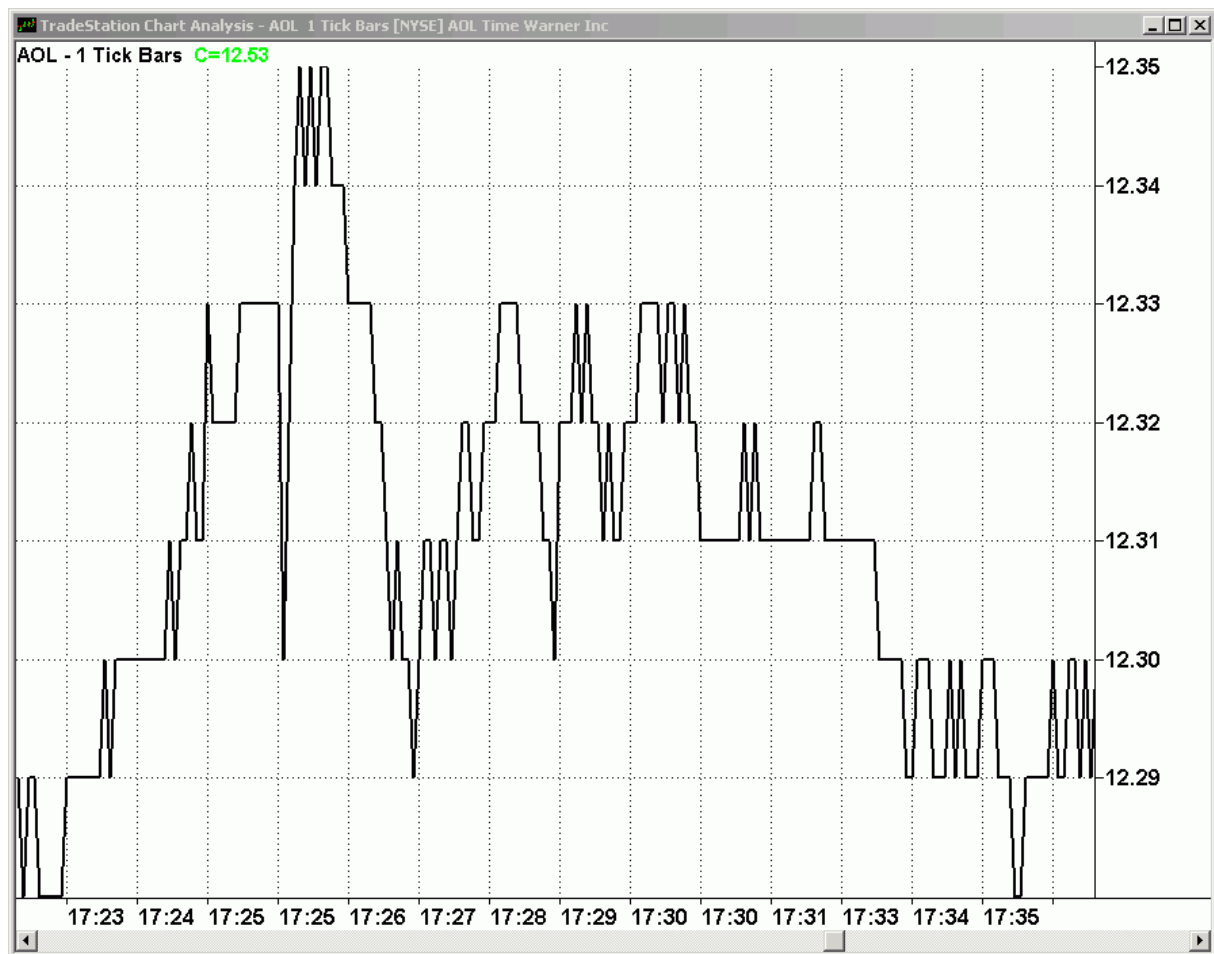
Pour fixer les idées, voici une portion de graphique tick par tick de l'action AOL (America Online)



Chaque intervalle horizontal représente une variation élémentaire de 1 tick, soit 0.01 \$.
Chaque point correspond à une cotation (qu'on appelle aussi tick !)

Vous comprendrez encore mieux si l'on joint par une ligne continue tous les ticks successifs :

4 L'analyse technique et le hasard



Ce graphique, strictement équivalent au précédent, ne représente ici que 40 minutes de cotations.

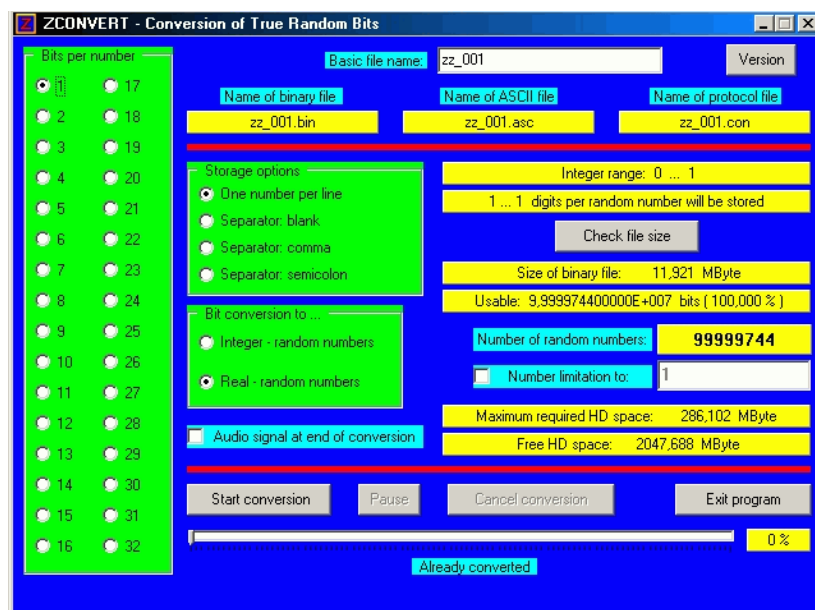
Si l'on demande maintenant au logiciel de regrouper tous les ticks de l'action AOL par intervalle de temps de 20 minutes, le graphique ci-dessus se condensera en deux barres de 20 minutes, celles marquées de deux flèches dans l'ellipse à fond gris.

5 L'analyse technique et le hasard



Vous comprendrez donc facilement qu'avec une série de cours aléatoires dont l'intervalle de variation est de 1 tick, on puisse générer des graphiques boursiers parfaitement aléatoires, puisque la série de ticks synthétiques est elle même aléatoire.

C'est ce que nous allons maintenant construire avec les données aléatoires du CD Rom. Un logiciel de transformation est fourni, lequel permet d'établir des séries aléatoires d'amplitude quelconque.



C:\cours\random1.txt		
date,time	close	
970102,1003,	5000.00	
970102,1004,	5001.00	
970102,1005,	5002.00	
970102,1006,	5001.00	
970102,1007,	5000.00	
970102,1008,	4999.00	
970102,1009,	5000.00	
970102,1010,	4999.00	
970102,1011,	5000.00	
970102,1012,	4999.00	
970102,1013,	4998.00	
970102,1014,	4997.00	
970102,1015,	4996.00	
970102,1016,	4995.00	
970102,1017,	4994.00	
970102,1018,	4993.00	
970102,1019,	4992.00	
970102,1020,	4993.00	
970102,1021,	4992.00	
970102,1022,	4991.00	
970102,1024,	4990.00	
970102,1025,	4991.00	
970102,1026,	4992.00	
970102,1027,	4991.00	
970102,1028,	4990.00	
970102,1029,	4989.00	
970102,1031,	4988.00	
970102,1032,	4989.00	
970102,1033,	4990.00	
970102,1034,	4989.00	
970102,1035,	4988.00	

6 L'analyse technique et le hasard

Nous choisirons 1, série entière, ce qui fait que le résultat donné par l'exploitation de la base du CD Rom sera une série aléatoire de 0 et de 1, sous forme de fichier texte (fichier A).

Parallèlement, un second fichier texte est généré dans TradeStation pour avoir une liste de dates et d'heures correspondant à des cotations réelles sur un marché quelconque, ici minute par minute, mais l'intervalle n'a pas d'importance (fichier B).

Les deux fichiers sont recopiés dans deux colonnes adjacentes d'un éditeur de texte spécial permettant cette manipulation.

Le fichier A+B est sauvegardé. Il correspond au format d'un fichier texte de cours réel que pourra lire et afficher TradeStation.

L'opération a été faite trois fois avec des données différentes non adjacentes provenant du CD Rom.

Chaque fichier A+B est constitué d'environ 450 000 enregistrements par fichiers (450 000 ticks synthétiques parfaitement aléatoires !). Nous disposons donc d'une base de données de 1 350 000 ticks aléatoires et espacés de +/- 1 tick, comme de vraies données de marché.

Il ne reste plus qu'à lire ce fichier dans TradeStation, et de concaténer les valeurs en commençant par une constante élevée dès le premier enregistrement. Cette constante sera en fait le cours d'ouverture de la première transaction, et les autres se déduiront par cumul.

Le code est très simple à comprendre, en se rappelant que nous lisons le champ « close » à chaque barre lequel vaut 0 ou 1 (colonne B du fichier texte).

Lorsque 0 est lu, la variable Coeffl vaut -1, et sinon elle vaut +1.

On ajoute ensuite la valeur de coeffl courante à la somme figurant dans la variable prix, laquelle vaut ici 5000 (on peut prendre une valeur différente, mais il faut quand même veiller à ce que prix ne devienne pas négatif, on ne sait jamais, avec le hasard...).

```
inputs: startPrice(5000);  
variable:prix(1000), coeffl(0) ;  
  
if close=0 then coeffl=-1 else coeffl=+1 ;  
if currentbar=1 then prix= startprice else prix = prix+coeffl;  
  
if currentbar> 1 then  
plot1(prix,"");  
  
if currentbar=1 then print(file("c:\cours\random.txt"),"date,time,close");  
print(file("c:\cours\random.txt"),d:6:0,"",t:4:0,"",prix);
```

Les dernières lignes impriment le résultat dans un nouveau fichier texte (random.txt), lequel sera notre fichier de cours fictifs aléatoires.

C'est sur ce dernier fichier, lu à nouveau dans TradeStation que nous verrons apparaître le graphique de cours aléatoires. En plus, nous avons de la chance, ce logiciel n'est pas limité dans le nombre de barres qu'il peut lire (il n'y en a que 450 000 ici)

Voyons maintenant à quoi cela peut bien ressembler, d'abord en tick par tick :

-

7 L'analyse technique et le hasard



Soit, je vous le concède, cela ressemble de loin au graphique tick par tick d'AOL, mais ils ont quand même un air de famille. Celui ci est plus propre en apparence du fait que je n'ai pas de cotations identiques successives, mais comme nous allons compresser ce fichier en barres plus longues, cela n'a aucune importance.

En regroupant ces ticks (nous avons 1 tick par minute) par barres de 30 minutes par exemple, nous disposons d'une base de $1350\,000 / 30 = 45\,000$ barres, soit à raison de 8 heures de cotations par jour, c'est à dire 16 barres de 30 minutes, $45\,000 / 16 = 2813$ jours, si vous préférez presque 11 ans de fausses données intraday en 30 minutes, toujours aléatoires, et pour laquelle la seule logique explicative qui prévaut est celle de l'élément radio actif dont la désintégration a produit les données du CD Rom. Ce qui est très très loin de toute considération financière, fondamentale ou technique, vous en conviendrez.

Voyons maintenant en barres de 30 minutes :

8 L'analyse technique et le hasard

RANDOM1.TXT-30 min



Quelques beaux trends

RANDOM1.TXT-30 min



Quelques beaux tradings ranges d'amplitude respectable.

Les amateurs de chandeliers japonais vont se régaler...Avalement baissier le 25, haussier le 26, baissier le 1/7, dojis et autres marteaux à profusion partout là où il faut...

Les chartistes classiques ne sont pas oubliés (figure en W du 26 au 30, tête épaule inversée du 1 au 3 avec objectif atteint le 4, triangle baissier le 7, ce qui n'empêche pas de mettre un peu

9 L'analyse technique et le hasard

d'Elliott entre le 30/6 et le 4/7, ou de beaux canaux bien parallèles dans une dizaine de trends, c'est comme vous le sentez...

RANDOM1.TXT-30 min



Nous avons également des trading ranges injouables capables de faire devenir chèvre n'importe quel trader à succès, de lui donner éventuellement l'idée d'un nouveau séminaire, et de bien sûr ruiner virtuellement nombre de systèmes de trading (leur utilisateur, plus exactement) !

Même les champions des *japanese candlesticks* y verront 36 chandelles.

RANDOM1.TXT-30 min



Celui ci est pour les Elliottistes. Ne leur dites surtout pas comment le graphique a été généré, et vous verrez qu'ils vont vous sortir un décompte, complexe certes, mais toujours très

intéressant et inventif en diable.

Par ailleurs, vous aurez autant de décomptes différents que d'interprètes.

Soyez quand même prudent, une fois la supercherie dévoilée, je ne vous garantis pas la pérennité de vos relations.

Plus sérieusement, il est assez facile de comprendre les mises en garde de H. Working qui a dû constater en 1934, les mêmes phénomènes analysables sans sourciller par l'analyse technique, sur des données pour lesquelles une seule certitude est acquise : Elles sont parfaitement aléatoire, et toute prédiction de l'évolution des cours fictifs à partir de leur passé est un leurre : Les données aléatoires générées par de telles méthodes n'ont aucune mémoire, qu'elles soient issu d'une série de tirages pile ou face, de désintégrations radioactives ou de tout autre phénomène aléatoire de votre choix.

Or les analystes techniques ne se gênent pas pour faire de telles prédictions à partir de figures remarquables analogues à celles que nous avons vues ici, figures qui apparaissent fonctionner également sur nos cours aléatoires, par définition imprédictibles...

Très, très mauvais point donc pour l'analyse technique qui gagne immédiatement et durablement ses galons de charlatanisme patenté.

Bon, et les systèmes de trading dans tout cela ?

Justement, on y arrive. Le but de ce chapitre est de répondre sans ambiguïté à la question de leur opportunité en analyse technique. Or, un système de trading utilise nécessairement l'analyse technique, sous une forme ou sous une autre.

La question qu'il faut se poser maintenant est la suivante : Qu'est ce qu'un système de trading va bien pouvoir faire sur des données aléatoires ?

Plus exactement, c'est la question à ne pas poser à un mathématicien, surtout orienté finance : La réponse est invariablement : Rien, sinon par chance.

Insistons un peu :

- Oui mais vous voyez bien que dans nos données apparaissent des tendances, qu'il serait peut-être intéressant d'essayer de détecter...

-Non, monsieur, le hasard n'est pas prédictible, par définition.

-Entièrement d'accord avec vous, mais je ne vous parle pas de prédire quoi que ce soit, seulement de détecter des anomalies de distributions et d'essayer de les exploiter, et je pense que...

-NON Monsieur, le théorème central limite vous l'interdit.

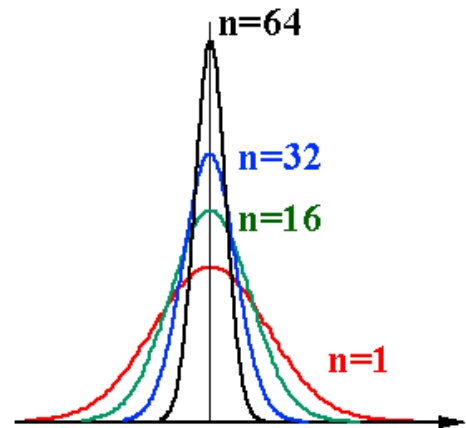
Très bien...Puisqu'il le prend sur ce ton, voyons ce que dit le théorème de Moivre-Laplace-Polya, dit « théorème central limite » :

« Si la taille de l'échantillon N augmente, la distribution de la moyenne d'un échantillon aléatoire prélevé dans une population de moyenne μ et de variance σ^2 finie tend vers une distribution NORMALE de moyenne μ et de variance σ^2/n . »

Quel que soit la population de départ, normale ou quelconque la distribution d'échantillonnage des moyennes obéit **TOUJOURS** à une **loi normale de moyenne μ et de variance σ^2/n** .

Traduisez distribution normale par distribution gaussienne, c'est équivalent.
Cette distribution est représentée par la fameuse courbe en cloche bien connue.

La discussion devrait rapidement tourner court maintenant :



-Mais je peux vous proposer un protocole expérimental où le théorème central limite ne se sera pas violé !

-Monsieur, vous êtes en train de me démontrer qu'on peut gagner à pile ou face, ce qui est impossible et en contradiction avec le théorème...

...central limite, je sais ! Je ne veux pas chercher à prédire pile ou face, juste vérifier expérimentalement quelques observations troublantes.

-Adieu, monsieur, vous êtes plutôt un charlatan qu'un physicien.

Très bien.

On la fera donc sans vous notre petite expérience.

Le protocole est le suivant.

1-On dispose d'un logiciel capable de générer par apprentissage des systèmes de trading extrêmement sophistiqués, non linéaires, utilisant des indicateurs classiques d'analyse technique, qu'il combine automatiquement, par apprentissage supervisé, en des milliers de règles utilisant une technique d'intelligence artificielle, le neuroflou, c'est à dire la combinaison de logique floue (fuzzy logic) et de réseaux de neurones.

Ne me dites pas que ça n'existe pas, j'ai participé à sa conception, et nous allons l'utiliser dans moins de deux pages.

2- Les indicateurs utilisés seront calculés sur des intervalles en fenêtre glissante, barre après barre, sur une partie de la base de données aléatoires.

Nous prendrons ici des indicateurs de type stochastique (K%), mais tout autre indicateur classique d'analyse technique ferait l'affaire, pourvu qu'il soit normalisé, c'est à dire variant entre des bornes connues, soit 0-100 pour le stochastique de Lane.

Très simple, le stochastique n'est rien d'autre qu'un indicateur qui mesure sur une échelle 0-100, la position du dernier cours par rapport au plus bas et au plus haut des N dernières barres. Le fait qu'il soit lissé par une moyenne mobile ne change rien à sa signification.

Si nous prenons comme valeurs de N 10, 20 et 50, nous aurons donc trois mesures différentes qui indiquent où se situe le cours sur un intervalle de l'amplitude minimum-maximum des 10, 20 et 50 dernières barres, mesures ramenées à une échelle 0-100.

Donc l'ensemble de ces trois indicateurs décrit à sa façon où se situe le cours dans un intervalle de 50 barres.

Comme les barres (ici 30 minutes) sont elles-mêmes constituées de l'accumulation de 30 ticks aléatoires, le jeu d'indicateurs techniques décrit (mesure) le comportement tendanciel ou non des 30 x 50 derniers ticks, c'est à dire d'une tranche de 1500 données aléatoires successives.

Cette mesure change à chaque barre, et traduit toujours le comportement des 1500 derniers ticks.

Jusque là, le théorème central limite n'est pas violé, puisque je ne fais aucune supposition sur la distribution des 1500 ticks consécutifs, et je ne les tire même pas au sort.

Je mesure, c'est tout. Et il n'est pas interdit de mesurer le comportement de 1500 ticks aléatoires consécutifs sur une fenêtre glissante que l'on déplace de barre en barre, c'est à dire de 30 ticks en 30 ticks.

Si nous voulons maintenant que le programme d'intelligence artificielle apprenne quelque chose de nos indicateurs technique, il faut le lui indiquer. Pour l'instant, il n'est pas plus doué qu'un nouveau-né, et ne sait même pas ce que c'est qu'un trend.

Des tendances dans des marchés aléatoires, voilà un autre concept choquant pour notre mathématicien. Qui vous parlera de persistance locale du hasard, de distribution aléatoire temporairement biaisée, mais de trend déterministe, bien sur que non.

Remarquez, il a raison.

La probabilité d'avoir sur une distribution strictement équirépartie de pile ou face sur un grand nombre de tranches de tirages est finalement assez faible, le hasard de pile ou face n'ayant aucune mémoire des tirages précédents. Ceci est vrai à tous les niveaux des tranches de la distribution. Ainsi, les tranches de 1500 ticks ne sont pas toutes constituées de 750 tick en hausse et 750 ticks en baisse, auquel cas le hasard serait prédictible. La probabilité d'avoir un écart de plus 1000 ticks sur un tirage de 1 million est de 10%, ce qui peut être observé sans faire un grand nombre d'essais.

Elle n'est que de 0.01% pour un écart de plus de 2000 ticks, ce qui laisse peu de chances de l'observer rapidement, et elle devient presque impossible (0.0000001%) avec un écart attendu de 3000 ticks. Presque impossible qui se traduit par hautement improbable, sans plus.

La maîtrise des probabilités n'a jamais été la maîtrise du hasard. Elle ne fait que l'encadrer dans un domaine dont il peut éventuellement ressortir, sans que le moment en soit strictement prévisible.

Le hasard ne se maîtrise pas et ne saurait être influencé.

Il ne peut qu'être contrôlé passivement par ses effets, dans les limites que fixent les statistiques.

Il en va de même avec nos cours de bourse aléatoires, qui peuvent dévier comme bon leur semble de ce qu'on attend d'eux, pour peu que statistiquement, leurs escapades au delà de la moyenne respectent la forme de la distribution imposée par la courbe de Gauss.

Voilà donc pour l'explication des trends, qui ne sont que la conséquence de la nécessaire dispersion aléatoire des cours et pour lesquels le hasard produit ces artefacts, eux mêmes parties constitutives du processus du hasard.

Disons le tout net, ces micro-trends ne nous intéressent pas. Nous avons vu qu'un siècle de recherche n'avait pas amené de conclusions lumineuses sur l'étude des séries boursières, alors compter le nombre de fois où pile est sorti N fois de suite n'a ici aucun intérêt. Par ailleurs, réaliser cette expérience serait une perte de temps, les probabilités permettent de calculer ce résultat si la distribution est gaussienne, ce qui est le cas ici. On peut discuter à l'infini pour savoir s'il est légitime de parler de trend pour ce qui n'est pour d'autre qu'une persistance fugace et aléatoire d'une anomalie de distribution locale de la distribution gaussienne, mais ce n'est pas là notre propos.

13 L'analyse technique et le hasard

Or, nous allons faire bien pire : Déclarer que tout mouvement est un trend, pour peu qu'il ait une amplitude minimale A de par exemple, 2%.

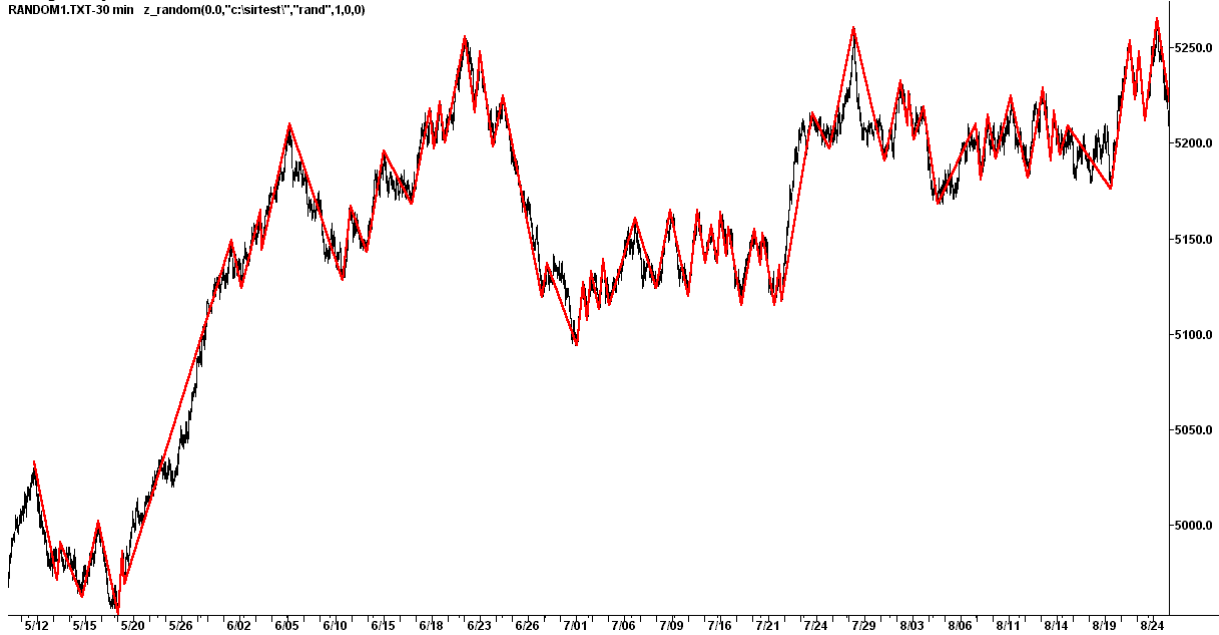
Notre série aléatoire va donc devenir une série de trend haussiers baissiers consécutifs dont l'amplitude minimum sera au minimum 2%.

Il est facile de la décrire et de la visualiser avec une fonction zigzag.

Ceux qui persistent à ne pas voir de tendances (aléatoires) dans le hasard gaussien en seront pour leurs frais : il n'y a maintenant plus que cela.

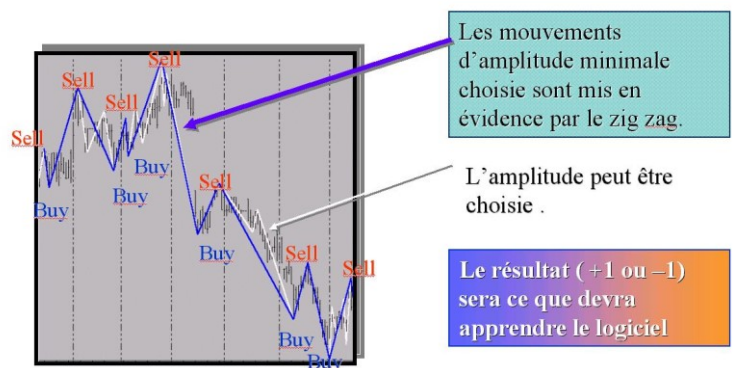
Voyez plutôt :

`RANDOM1.TXT-30 min z_random(0.0,"c:sirtest","rand",1,0,0)`

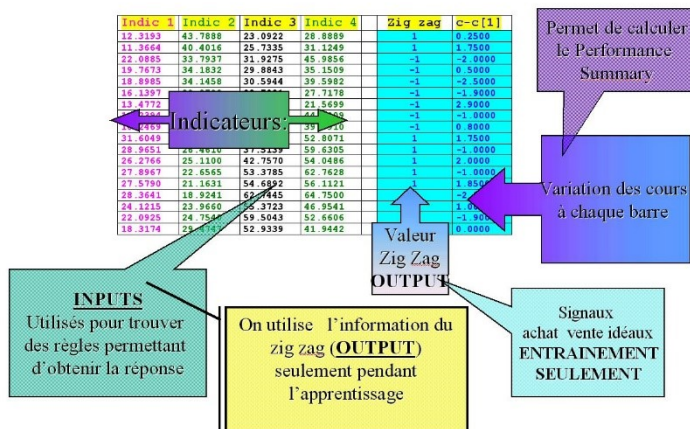


En utilisant maintenant les valeurs des indicateurs à chaque barre et le résultat de la fonction d'état du zigzag (+1 pour un trend haussier, -1 pour un trend baissier) à la barre même où les indicateurs sont connus, nous pouvons constituer un fichier texte (fichier d'apprentissage) dont la structure sera la suivante, et qui mettra en correspondance les valeurs des indicateurs et la réponse idéale attendue au même instant, à savoir le sens du zigzag, donc le sens du trend défini par lui :

Définition de mouvements idéaux à apprendre: la fonction zig zag.



Le fichier d'apprentissage



Notre objectif est donc très clair :

Essayer de faire apprendre à un système de trading qu'un logiciel spécialisé va constituer pour l'occasion, à partir des seules données historiques converties en indicateurs, l'état du trend à l'instant t, par l'application des règles neurofloues dont nous ne connaissons pas la structure a priori, puisque le logiciel va les déterminer en examinant tous les cas qu'on voudra bien lui présenter.

Il ne s'agit pas là d'une résolution mathématique, mais d'une

approximation faite par un outil dont c'est le seul rôle : Trouver, si elles existent, des relations non linéaires, extrêmement complexes, entre deux séries de données : Celle des cours (pris sous forme d'indicateurs) et celle du sens du trend défini par la fonction zigzag.

Le dernier point, qui fait l'originalité de l'expérience, réside dans le fait que le logiciel va valider ces correspondances entre cours et trend sur un critère bien défini : Le système de trading ainsi constitué ne sera retenu que s'il est profitable, (plus exactement, les systèmes, puisque le processus est itératif et que des familles de systèmes sont utilisées pour créer de nouvelles solutions qui devront maximiser la valeur de la fonction d'évaluation, à savoir le gain produit.

Résumons brièvement les conditions expérimentales avant de lancer la recherche automatique du saint Graal sur données aléatoires :

Tous les mouvements à apprendre à partir de la série aléatoire sont segmentés en tendances haussières ou baissières d'amplitude minimale A connue et choisie

Il n'y a donc plus dans le fichier d'apprentissage que des tendances aléatoires, mais d'amplitude minimale. Le théorème central limite ne s'applique pas à ces échantillons lors de l'apprentissage : Ils ne sont pas choisis au hasard.

Et ce, pour au moins deux raisons :

- Les échantillons dérivent de 1500 ticks consécutifs, et la différence d'un échantillon au suivant est seulement de 20 ou 30 ticks. Ils ont donc une grande partie d'historique en commun dont la variation de composition est une loi connue et leur encodage sous forme d'indicateur également.
- Tous les échantillons utilisés ont cette même caractéristique de partager toutes leurs données avec deux enregistrements (deux barres de différence) de l'un à l'autre.
- Ils ne sont par ailleurs pas tirés au sort, mais pris dans la continuité de la chronologie fictive qui a prévalu à la constitution du fichier global de cours aléatoires

Nous ne faisons aucune autre hypothèse et nous ne qualifions pas les échantillons. Sont-ils aléatoires ou pas, leur distribution est-elle gaussienne, aucune de ces hypothèses n'est pas utilisée par le logiciel. De ce fait, il n'y a pas lieu ici de se préoccuper du théorème central limite.

Et quand bien même on voudrait l'appliquer...il faudrait tirer une conclusion à laquelle on puisse l'y rattacher. Pour l'instant nous n'avons fait que préparer des données, avec un protocole parfaitement défini qui ne joue que sur la façon dont nous allons les présenter au logiciel.

Les informations à utiliser sont celles dérivant des cours aléatoires, maintenant segmentés en trends bien définis, exploitée sous forme d'indicateurs d'analyse technique.

L'apprentissage sera global, c'est à dire que le système apprendra à tenir les trends (et non à les prévoir), en fonction de ce qu'auront été les résultats globaux du système de trading lors de l'apprentissage : Il s'agit donc d'une approche statistique dynamique.

Nous ne tentons même pas de prédire le hasard, simplement de vérifier si une approximation complexe utilisant l'analyse technique est capable de nous donner de façon exploitable (c'est à dire en tant que système de trading gagnant), une information sur le sens du trend actuel à l'instant t , uniquement à partir de données en fenêtre glissante sur les 1500 derniers cours., pour une utilisation immédiate de cette information à la barre $t+1$, aux fins de constituer un système de trading.

Il serait donc abusif de parler de tentative de prévision de l'évolution des cours aléatoires, puisque nous nous limitons à déterminer le sens du trend de telle sorte que cette information soit utilisable immédiatement. Je ne peux pas faire moins qu'utiliser les informations des 50 dernières barres disponibles pour modéliser ce que sera le trend à la barre suivante, puisqu'une modélisation à la barre courante ne peut pas être utilisée (sur un marché boursier, par définition, une barre est constituée à la clôture. Donc si le marché est clos, il ne peut pas être traité avant la barre suivante. Je ne fais donc que respecter cette précaution de telle sorte que le test soit réalisable.

Il pourrait aussi être reproché de vouloir constituer une martingale gagnant au jeu de pile ou face. Même si à première vue, cette objection se défend, il n'en est rien : Je ne cherche pas à prévoir ce que sera la prochain tirage pile ou face (par définition impossible, le hasard n'ayant pas de mémoire), puisque je ne cherche même pas à prévoir le sens de variation de la prochaine barre qui contient les 30 tirages aléatoires suivant. Je me place à un niveau de granularité supérieur, celui où apparaissent des tendances aléatoires d'amplitude minimale mises en évidence par la fonction zigzag, tendances qui elles sont bien réelles quoiqu'aléatoires. Ces tendances durent des dizaines ou des centaines de barres. Ce que je cherche à faire ici, c'est simplement d'appliquer une technique qui s'apparenterait à du suivisme conçu au plus près de l'événement à suivre.

Selon H. Working, obtenir un tel résultat est impossible ou illusoire à partir de données purement aléatoires.

On tentera donc néanmoins l'expérience...non sans décrire auparavant le fonctionnement du logiciel utilisé (ici SAFIR-Xp de JewelSoft).

Safir-X utilise une technique d'intelligence artificielle appelée neuro flou, qui est une combinaison de réseaux de neurones et de logique floue. Il a été démontré que les réseaux de

neurones pouvaient être considérés comme des approximateurs universels, c'est à dire que ces structures peuvent, uniquement en utilisant une acquisition de la connaissance par l'exemple, résoudre des problèmes, ou plus exactement proposer une réponse utilisable à des problèmes dont la solution mathématique n'est pas connue (ceci est également vrai pour les problèmes dont la solution théorique existe).

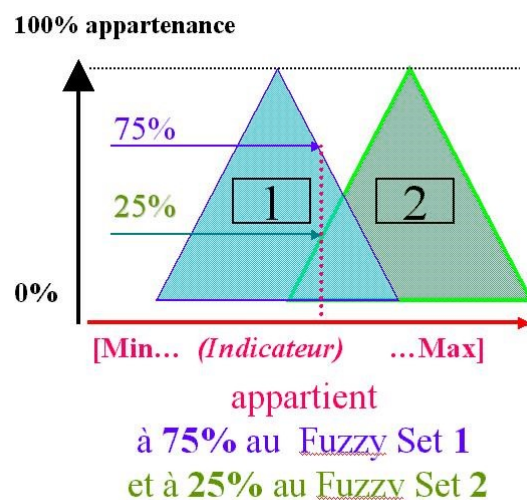
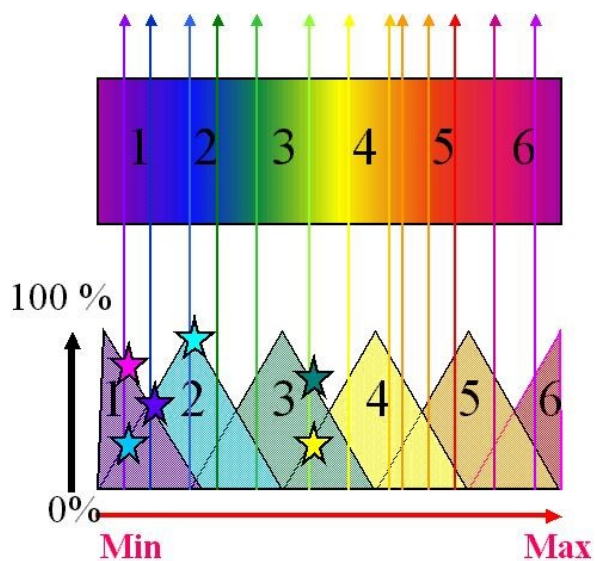
Les réseaux de neurones sont utilisés dans des domaines très divers. Comme exemple courant que vous avez pu observer, on peut citer la reconnaissance automatique des caractères, livrée maintenant avec chaque logiciel de scanner.

Un réseau de neurone présente des analogies conceptuelles avec les véritables neurones biologiques, mais il serait abusif de leur attribuer toutes les propriétés de ce que qui se passe dans votre boîte crânienne. Correctement entraîné, un réseau de neurone est capable d'apprendre quasiment n'importe quoi, ce qui ne veut pas dire qu'il comprend ce qu'il fait. La déception est d'ailleurs garantie lorsque l'apprentissage n'a pas donné lieu à une forme de généralisation (ce qui serait la traduction du fait que le réseau a compris ce qu'il faisait et qu'il est capable de l'appliquer avec succès à des cas qu'il n'a jamais rencontré).

La logique floue est une autre méthode d'encodage de l'information et de son exploitation, et qui se rapproche de celle du raisonnement humain dans sa conceptualisation.

Plus difficile à manier et à éduquer (la logique floue reste logique), elle permet, astucieusement couplée à des réseaux de neurones, de constituer les approximateurs universels des plus puissants et des plus fiables qui soient.

Fonction d'appartenance pour un input (indicateur)



La logique floue présente d'autre part un avantage particulier dans le domaine de l'analyse technique :

Les indicateurs utilisés sont en fait trop précis numériquement pour être efficaces, alors qu'en général il faudrait seulement savoir si tel indicateur est haussier, neutre ou baissier.

En logique conventionnelle (*crisp logic*), la fixation de niveaux numériques fixes, ou même adaptatifs répond forcément à une logique booléenne, ici préjudiciable. Il suffit que le niveau précédent soit franchi d'un incrément infinitésimal par l'indicateur dérivé des cours pour que le signal soit donné. Ce qui est beaucoup trop fréquent pour que l'analyse technique puisse produire des résultats fiables dans le temps sur cette base conceptuelle.

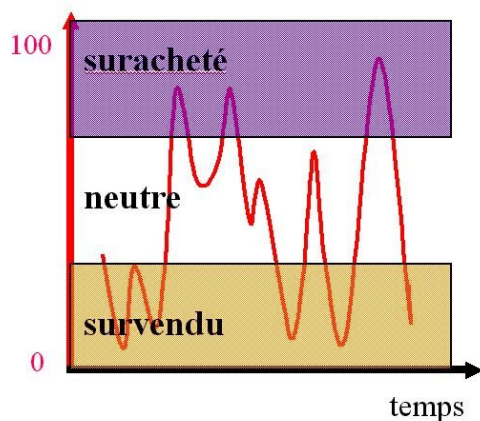
La logique floue (*fuzzy logic*) permet de s'affranchir de cette logique en "tout ou rien", en recodant l'information d'une façon particulière :

On mesure l'appartenance d'un indicateur à un sous ensemble flou (*fuzzy set*) par l'intersection de l'ordonnée de sa valeur avec la forme géométrique (triangulaire ici) qui représente les sous ensemble flous.

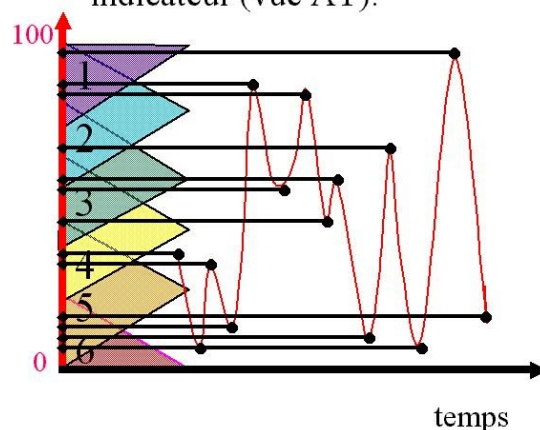
Du fait de l'interpénétration des triangles, un indicateur peut être à la fois dans une zone et une autre, et ce à hauteur d'un pourcentage d'appartenance déterminé :

L'interprétation en logique floue d'un indicateur est donc paradoxalement bien plus riche et précise qu'elle ne le serait par des méthodes classiques à base de niveaux suracheté- survendu

■ Logique booléenne



■ Logique floue: fonction d'appartenance pour un indicateur (vue AT):



Mais le revers de la médaille se trouve dans la définition des sous - ensembles flous et la construction de règles.

En effet, chaque indicateur étant codé en logique floue, les variantes d'interprétation deviennent rapidement impossibles à gérer pour l'esprit humain :

Ce travail peut être considérable en termes de temps de développement.

Fort heureusement, les techniques d'apprentissage neuronales de Safir-X permettent la définition des règles et des ensembles flous sans intervention directe de

Les fichiers générés par TradeStation pour réaliser l'entraînement du prédicteur neuro-flou dans Safir-X contiennent la réponse attendue du prédicteur par calcul à posteriori, et sont directement utilisés par Safir-X pour valider l'entraînement par des algorithmes d'apprentissage supervisé.

- L'avantage du neuroflou

On voit tout de suite l'impact que peut avoir le Neuro-Flou :

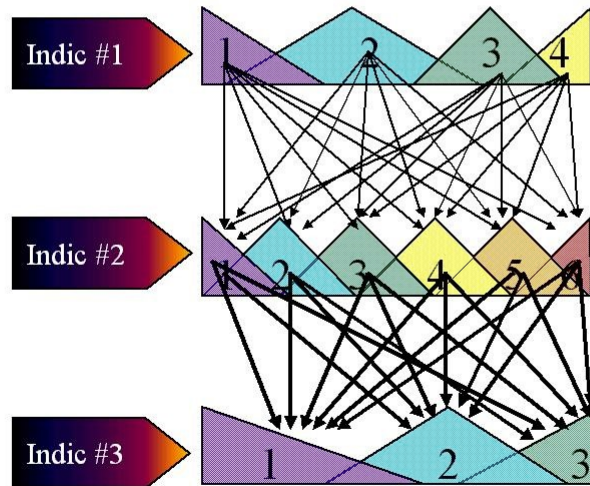
- Les règles deviennent floues pour accommoder les fluctuations de seuil,
- La base de connaissance peut être optimisée automatiquement à partir de données historiques.

Comment les indicateurs interagissent : L'arbre de décision en logique floue.

■ Comment l'arbre se construit...

Nombre de branches de
indic #1 à indic #2
 $= 4 \times 6 = 24$
 \Rightarrow **24 règles floues (simple)**

Nouvelles branches créées par
indic#3
(avec 3 sous ensembles flous)
maintenant plus complexe car 24
branches partent de indic #2
vers indic #1



Nombre total de règles pour 3 indicateurs = $4 \times 6 \times 3 = 72$ règles !

Comment les règles sont générées en fonction de l'appartenance de chaque indicateur aux sous ensembles flous considérés (arbre de décision)

A partir d'un choix d'indicateurs et d'un ensemble de données boursières sur une période de référence, le logiciel met à profit les capacités d'apprentissage offertes par le moteur neuro-flou pour rechercher les descriptions floues qui satisfont au mieux un critère de performance choisi par l'utilisateur (gain total, retour sur investissement, engagement financier minimum ...)

Les données historiques sont systématiquement fractionnées en deux parties : la première est utilisée pour la recherche des prédicteurs, la seconde permet un test immédiat sur des données non vues.

L'Assistant ne fournit pas une solution unique mais propose un ensemble de FIS (Fuzzy Inference System). Il est possible de vérifier le comportement de chacun de ces prédicteurs sur des données supplémentaires. Il ne faut pas oublier en effet que presque toujours l'Assistant aboutira à une solution donnant des résultats, mais la fonction de transfert << indicateurs - signal achat/vente >> capturée ne sera pas forcément celle recherchée, par exemple si les données boursières sont fortement bruitées.

L'accent a donc été mis pour fournir à l'utilisateur le maximum de facilités pour tester ses systèmes de trading "off-line".

Un module additionnel permet d'exploiter en temps réel ou non les prédicteurs neuro-flous générés par l'Assistant dans des logiciels spécialisés de l'analyse boursière (TradeStation de TradeStation Technologies).

Cette étape préalable à l'utilisation de l'Assistant est primordiale. Il s'agit de créer le fichier de données que l'Assistant va utiliser comme base initiale de connaissance. Rappelons que ce dernier tente d'approximer la relation complexe qui peut exister entre les indicateurs à un instant t et l'ordre d'achat/vente qu'il fallait passer à cet instant.

Les choix, d'une part des indicateurs, d'autre part de la période de référence peuvent influencer considérablement sur la qualité des systèmes de trading construits par l'Assistant.

Chaque indicateur retenu doit qualifier de façon significative le comportement du marché, leur interaction doit être complémentaire et non redondante.

Les systèmes de trading obtenus sauront s'adapter automatiquement au comportement d'un marché dans la mesure où ce comportement est voisin de celui présenté pendant la période de référence.

Inutile, par exemple, de vouloir utiliser un prédicteur neuro-flou sur un marché fortement baissier si les données sélectionnées lors de la création du fichier de données concernaient un marché majoritairement haussier.

Par défaut la première moitié du fichier est considérée comme données de référence (données d'apprentissage pour le noyau neuro-flou SAFIR-X), l'autre moitié est réservée au test des solutions trouvées.

Il est possible de modifier les périodes d'entraînement et de test de telle sorte qu'elles soient discontinues. C'est ce que nous avons fait pour que le logiciel apprenne sur des périodes significatives et variées sur la partie entraînement du fichier (on choisit des périodes de trend haussier, baissier et des zones de trading range variées pour la période d'apprentissage)

Le tableau montre les différents critères de performance qu'il est possible de choisir comme objectif d'optimisation. Dans cet exemple c'est le retour sur investissement qui est sélectionné. Pour être capable de prédire des signaux d'achat/vente, le FIS (Fuzzy Inference System) initialisé au cours de l'étape précédente doit acquérir de la connaissance.

Il "apprend par l'exemple" (la première partie de l'ensemble des données de trading est appelée "ensemble d'apprentissage"); son objectif est d'approximer la relation qu'il peut y avoir entre les indicateurs et l'ordre d'achat/vente calculé à posteriori dans le fichier de données.

Une fois l'apprentissage effectué, la deuxième partie des données est utilisée pour évaluer les performances du FIS sur des données différentes de celles vues pendant l'apprentissage. Trouver manuellement des descriptions floues performantes est pratiquement impossible ; il y a trop de possibilités de configuration des sous-ensembles flous. La fonction Recherche automatique résout ce problème.

Safir-X teste la description floue initiale, il applique un algorithme d'apprentissage, et enregistre la valeur du critère de performance choisi comme objectif (le retour sur investissement dans cet exemple). Quelque soit le résultat, bon ou mauvais, l'Assistant mémorise cette solution dans l'arborescence et affiche le tableau des performances calculé sur l'ensemble d'apprentissage, sur l'ensemble de test et sur la totalité des données.

Il essaie alors d'améliorer cette solution. Des algorithmes propriétaires sont mis en oeuvre pour modifier la structure du FIS en ajoutant des sous-ensembles flous aux endroits adéquats, ce qui résulte en une modification de la base de règles floues.

A son tour le nouveau FIS reçoit un apprentissage et l'objectif est recalculé.

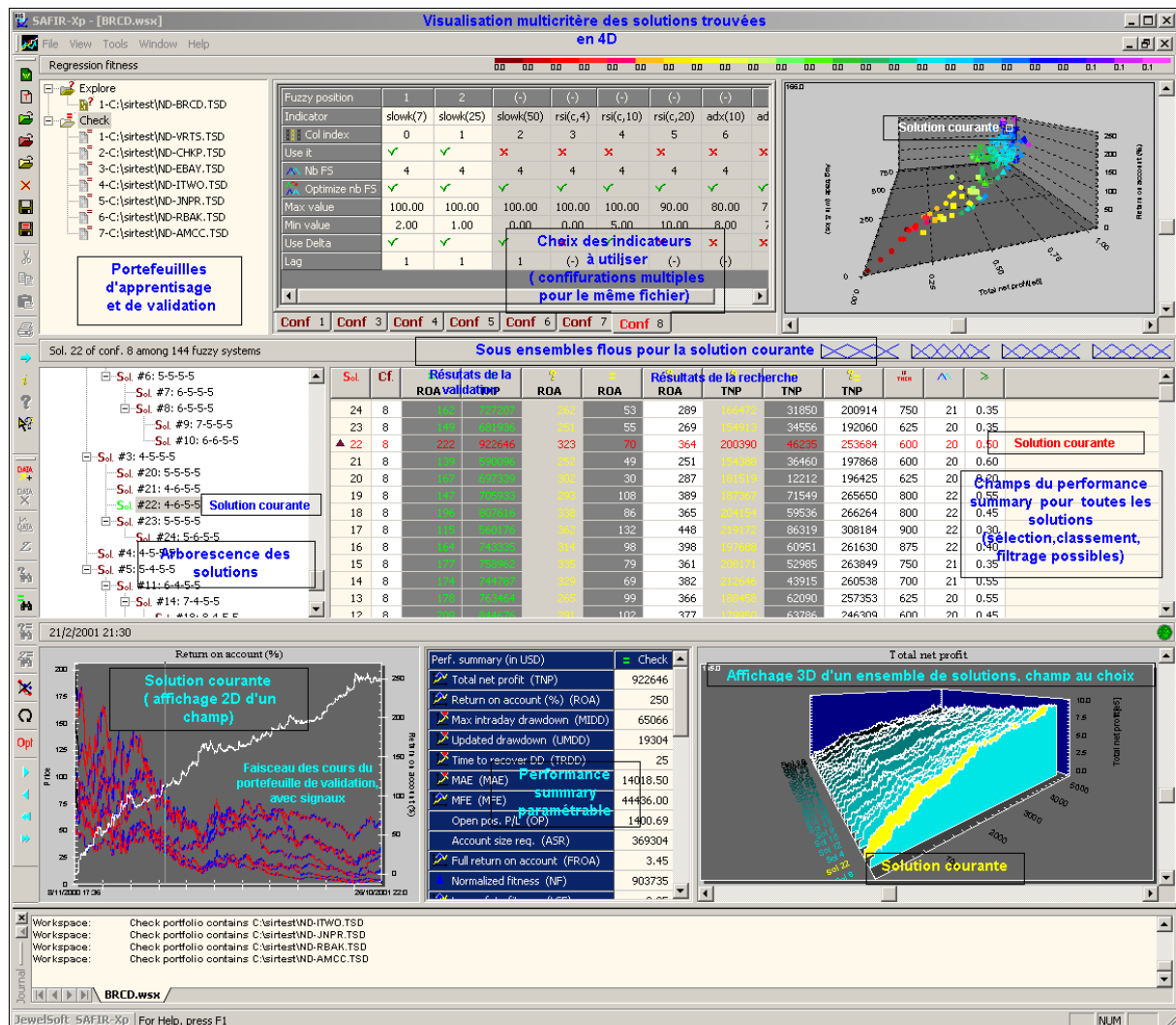
La fenêtre de l'arborescence des solutions reflète en temps réel ce processus : chaque fois

20 L'analyse technique et le hasard

qu'une nouvelle solution améliore le résultat trouvé par le FIS dont elle est issue, celle-ci est ajoutée et constitue une branche de l'arbre. Les mauvais candidats sont rejetés. Le critère retenu pour la comparaison est la valeur de l'objectif sur la période d'apprentissage pondérée par la valeur obtenue sur la période de test.

La phase de recherche peut être variable (quelques secondes à quelques dizaines de minutes) selon le nombre d'indicateurs et la taille du fichier de données. L'utilisateur a la possibilité de moduler la profondeur de l'exploration ou de l'interrompre.

A la fin de la recherche, le FIS aboutissant au meilleur résultat est rechargé en mémoire. Ses performances ainsi que la courbe de profit sont affichées, de même que toutes les autres solutions sous forme de graphique 3D.



Les capacités de généralisation de ces FIS (Fuzzy Inference System).

Pour ce faire, il faut créer de nouveaux fichiers de données en utilisant la même méthodologie que dans l'étape 1. Considérer bien sûr les mêmes indicateurs, dans le même ordre.

On charge successivement ces données et on lance la procédure de test sur données non vues. Toutes les solutions trouvées sur données initiales sont testées et les résultats s'affichent dans les colonnes du tableau central, également sous forme de graphique 3D

En général, il n'existe pas une seule solution, mais plusieurs qui donnent des résultats très acceptables.

La solution à retenir est celle qui produit la meilleure génération sur les données non vues.

La totalité de la procédure décrite ci dessous peut se faire en mode complètement automatique du début à la fin. Il n'y a donc aucune programmation à effectuer et le logiciel construit, teste et affiche les résultats en quelques minutes pour des dizaines systèmes de trading constitués par apprentissage, et pouvant pour chacun d'eux comporter des milliers de règles neurofloues.

Safir-X a été conçu uniquement dans ce but : Il ne sait faire qu'une seule chose : construire et tester automatiquement de systèmes de trading dont la complexité interdit l'idée même que de telles solutions puissent être obtenues en programmation classique, même en y passant des mois.

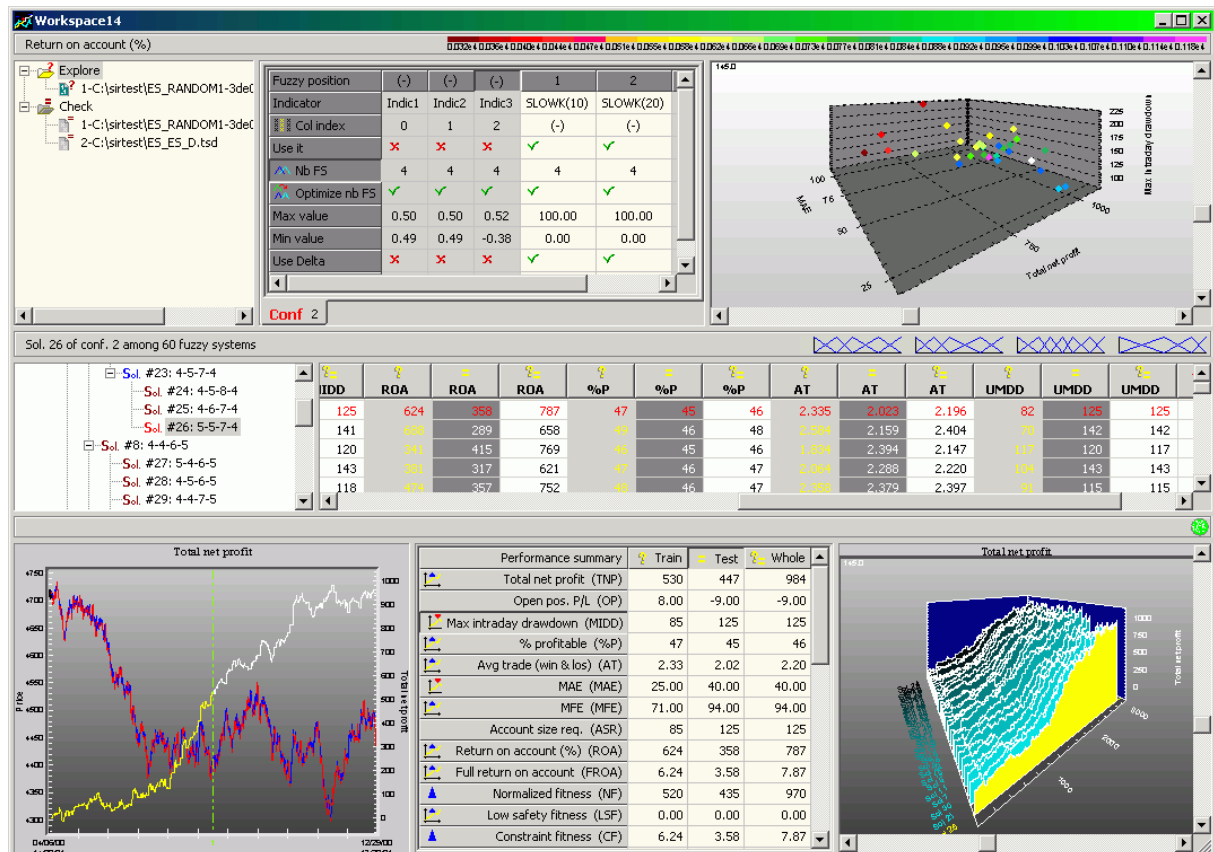
L'avantage de la méthode d'apprentissage supervisé lève par ailleurs la difficulté, dans notre problème de cours aléatoires actuels, de savoir quelle théorie programmer en tant que système de trading pour trouver un résultat si jamais résultat il y a, puisque les cours utilisés sont générés aléatoirement.

Réalisation pratique

Le fichier de données aléatoires est chargé dans le logiciel, lequel va rechercher les périodes d'apprentissage et de test optimales. Le reste du fichier ne sera utilisé que comme données non vues, c'est à dire que ces données se verront appliquer les systèmes de trading déterminé sur la partie apprentissage du fichier et validées sur la partie test.

Les indicateurs utilisés sont deux stochastiques de Lane (K%) de période 10 et 20 barres, ainsi que leur première différence (valeur(t)- valeur (t-1)). C'est tout !

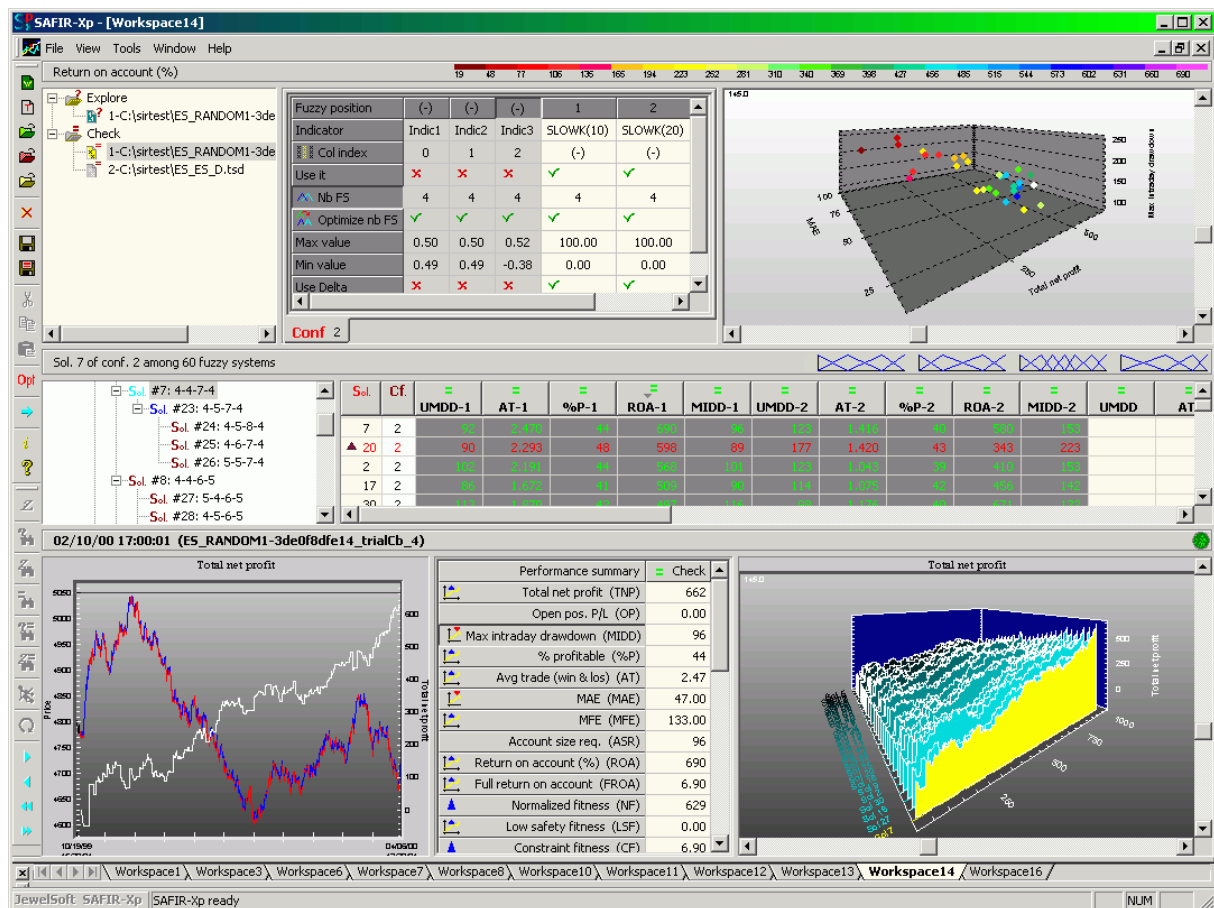
22 L'analyse technique et le hasard



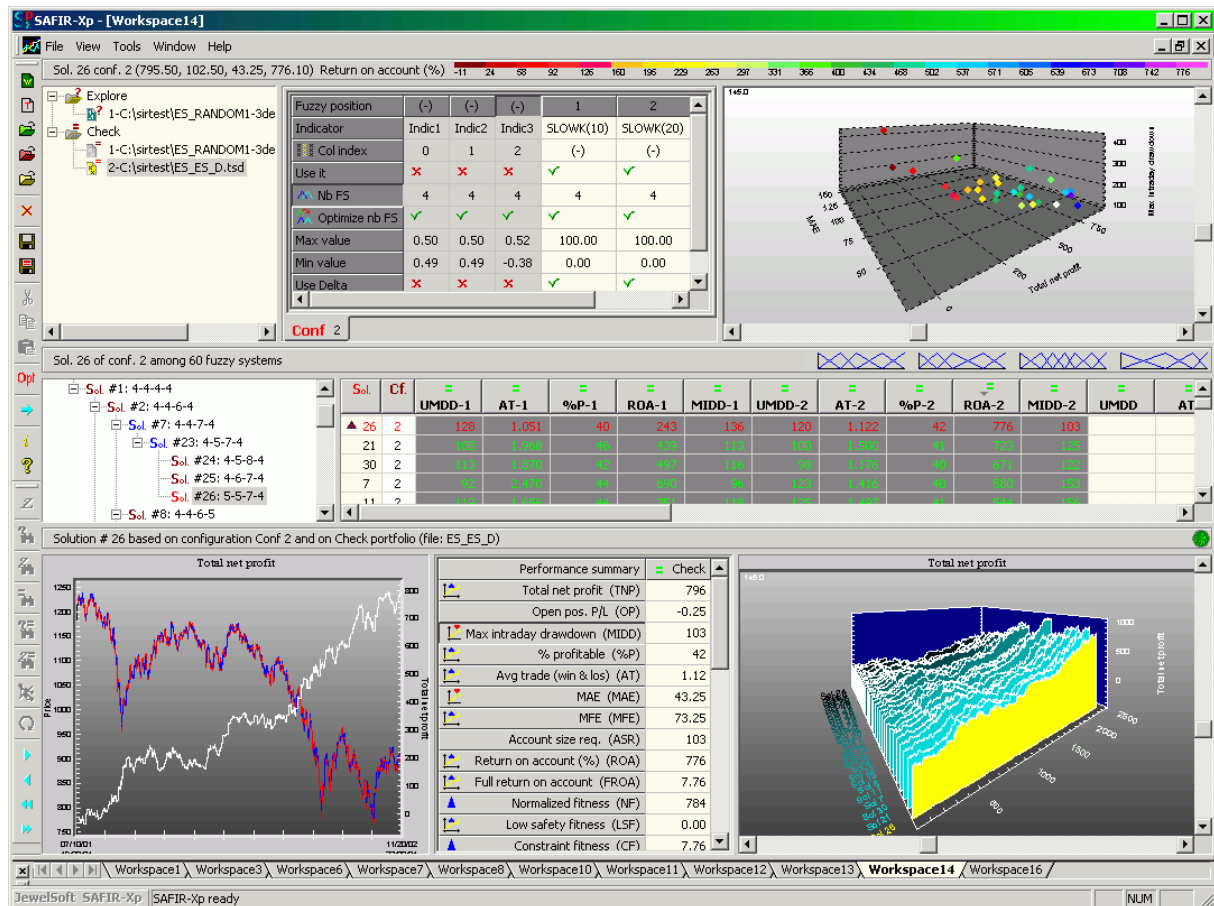
En bas à gauche, la courbe du gain produit sur la période train/test du fichier aléatoire pour un des systèmes

En bas à droite la famille des courbes de gain des systèmes produits pendant la recherche. Toutes sont gagnantes, mais il s'agit là d'une procédure d'apprentissage pour laquelle la réponse était connue du logiciel sur la moitié du fichier.

23 L'analyse technique et le hasard



Cette image présente le résultat des mêmes systèmes de trading appliqué au reste des données, qui sont donc entièrement non vues (résultats en points SP500)



On observera que nombre de systèmes sont encore gagnants sur ces données aléatoires non vues. Ceci peut être un artefact parce que les données sont proches de celles d'apprentissage, et de toute façon mon propos n'est pas de prouver que l'aléatoire puisse être modélisé ! Des expériences plus poussées montrent que cet avantage s'atténue en utilisant des fichiers de données aléatoires beaucoup plus importants (plusieurs millions de ticks), mais un léger biais gagnant a tendance à persister. De toute façon, ce n'est pas ce qui nous intéresse.

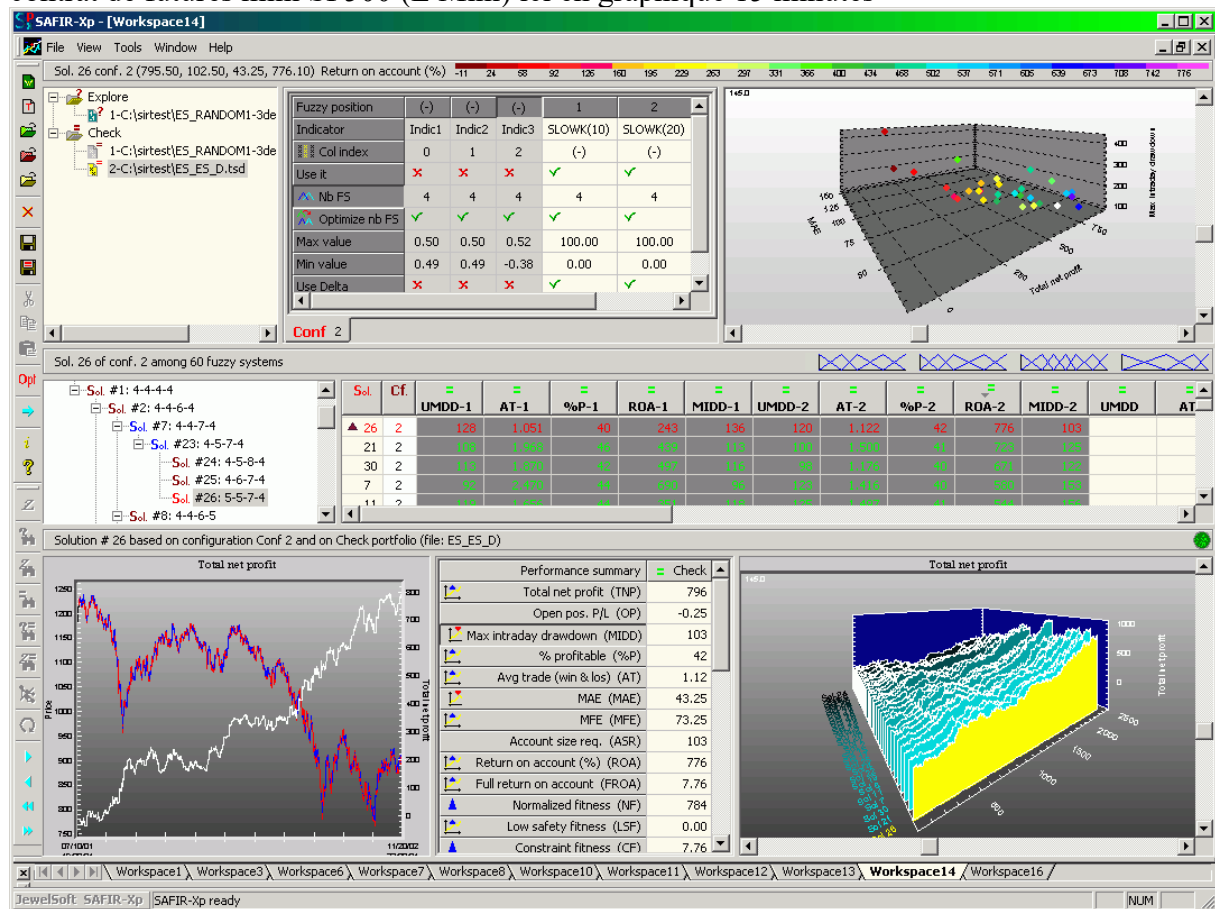
La vraie surprise vient à la fin.

Si on utilise ces mêmes systèmes de trading sur des données en intraday de marchés très liquides comme les futures sur indices, le forex, les résultats des systèmes de trading ayant appris sur des données aléatoires sont systématiquement gagnants.

Les tests effectués sur le DAX, FTSE, NASDAQ 100, PS 500, CAC40 l'ont montré sans ambiguïté.

Ces expériences ont été faites en public et en direct lors du salon de l'analyse technique de mars 2001, Maison de la Chimie à Paris, et réitérés dans les mêmes conditions l'année suivante lors de la même manifestation. Sans aucune préparation.

A titre d'exemple, vous pouvez consulter ce que donnent ces mêmes systèmes appliqués au contrat de futures mini SP500 (E Mini) ici en graphique 15 minutes



Pourtant, la logique de ce système a été entièrement apprise et testée en utilisant deux indicateurs d'analyse technique appliqués sur des données parfaitement aléatoires. Les résultats sont par ailleurs meilleurs que sur les données aléatoires non vues.

Notez que je ne recommande pas cette méthode d'apprentissage et que les résultats sont évidemment meilleurs lorsque l'apprentissage se fait sur de vraies données de marché. Cependant, il faut y voir là une invalidation de l'hypothèse de H. Working, et indirectement une validation de l'analyse technique, laquelle serait capable d'apprendre une logique à partir de données aléatoires et de l'appliquer avec succès sur des données financières.

Or ce qu'on pouvait attendre de cette expérience était d'abord un résultat nul sur les données purement aléatoire et bien entendu guère mieux en appliquant ces systèmes sur des données de marché. L'expérience peut être répétée autant de fois que l'on veut, le résultat est toujours largement positif sur ce dernier type de données.

Les conclusions que nous pouvons en tirer sont les suivantes

- Il est possible de faire apprendre un système de trading utilisant l'analyse technique sur des données aléatoires +1 -1 cumulées, moyennant des outils très discriminants.
- Le système de trading ainsi produit est capable de généralisation sur des données de marché réelles, non vues, dont la structure continue est similaire (variations consécutives de l'ordre du tick)

26 L'analyse technique et le hasard

C'est le cas avec des marchés très liquides
en intraday (futures sur indices, actions type NASDAQ, Forex...)
L'hypothèse de H. WORKING est donc invalidée

- Un système ayant appris sa logique décisionnelle sur des données aléatoires ne devrait pas mieux fonctionner sur des données de marchés, si celles-ci satisfont également à l'hypothèse nulle (hasard parfait)

Or c'est loin d'être le cas sur les futures CAC, DAX, NASDAQ, FTSE, SP500...
La démonstration expérimentale est donc faite pour les marchés précités que :

- Ces marchés ne suivent pas la théorie du Random Walk.
- Il existe au moins une possibilité démontrée d'analyse technique systématique comme solution pertinente sur ces marchés.

Pourquoi avoir passé tout ce temps pour vérifier ce qui est une évidence pour nombre de gens et une vaste fumisterie pour d'autres ?

Tout simplement parce que nous nous refusons à aborder les systèmes de trading basés sur l'analyse technique sans avoir de preuve que la démarche puisse être viable. Une évidence non vérifiée n'est rien d'autre qu'une croyance. Maintenant, vous avez des preuves, et vous pouvez aborder plus sereinement la suite de la démarche.

Cela valait bien la peine d'y consacrer quelques pages, non ?