

Système Expert et Trading: le système chartix
Apport et problèmes des méthodologies de
développement d'applications d'aide au trading
à base de connaissance.



Olivier CROISSANT
Responsable de la recherche opérationnelle
MEESCHAERT-ROUSSELLE

Un système Expert d'analyse chartiste a été construit chez MEESCHAERT-ROUSSELLE. Ce système tourne sur une station de travail et est opérationnel aujourd'hui quoique toujours en pleine évolution. Il utilise des principes de reconnaissance de forme ainsi qu'une formulation "quantique" du chartisme. Le cadre de travail choisi est celui du LISP sur une station de travail UNIX. La confrontation des courbes de probabilité obtenues par le système avec les évolutions réelles des valeurs est très encourageante et laisse à penser que le système pourrait être plus perspicace que l'analyste humain dans certaines circonstances.

I INTRODUCTION

II LA METHODE DE RECHERCHE

III LE PROJET

IV LA SOLUTION

V TECHNIQUES UTILISEES ET PREMIERS TESTS

VI CONCLUSION

I INTRODUCTION

MEESCHAERT ROUSSELLE ayant été un des pionniers dans l'utilisation de réseaux de microordinateurs mis à disposition des traders, connectés à des bases de données alimentées en temps réel et sur lesquels tournent des aides à la décision adaptées aux différents marchés, la nécessité de faire face à l'évolution explosive de la place de Paris nous a conduits à étudier l'adjonction aux outils classiques, d'outils plus évolués utilisant des principes d'intelligence artificielle.

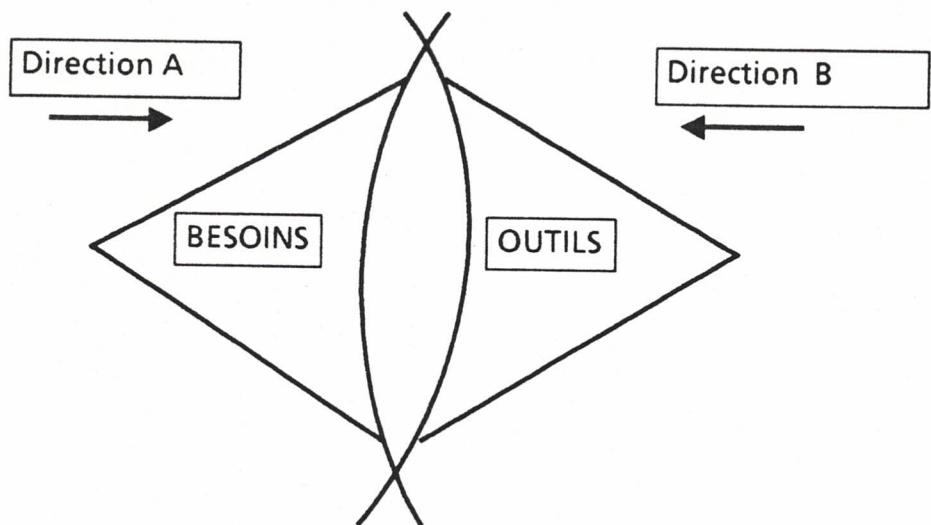
L'existence d'un certain nombre de prototypes surtout anglo saxons nous confortait dans l'idée que le moment était venu de nous lancer dans la réalisation de systèmes expert pour garder notre avance dans le domaine des aides à la décision pour le trading.

II LA METHODE DE RECHERCHE

Deux aspects nous semblaient essentiels dans les techniques SE : la représentation objet, c'est-à-dire programmation par une description du problème plutôt que par une spécification de la méthode de résolution et le prototypage continu, c'est-à-dire la possibilité de faire évoluer facilement un produit tout en le mettant en service.

Deux approches pour cette étude prospective étaient possibles : soit passer en revue les besoins en terme d'aide à la décision et identifier les applications potentielles de type SE, soit rechercher les applications potentielles à partir de ce que permet la technologie SE et essayer d'identifier celles qui seraient rentables ou intéressantes.

La méthode choisie pour cette recherche a donc été une recherche bidirectionnelle qui on le sait est très efficace.



LES BESOINS

- meilleures évaluations
- meilleurs timing
- prévisions
- scénarios possibles
- ingénierie financière
- .
- .

LES OUTILS

- langage objets
- règles
- réseaux
- reconnaissance de formes
- black-board

LES CONTRAINTES

- temps réel
- explosion combinatoire
- existence de connaissance
- temps de développement
- .
- .

Le champ de cette étude a été circonscrit au trading et aux besoins liés à l'activité de front office car nous pensions que le goulet d'étranglement de l'activité de marché était la gestion optimale et efficiente de l'information disponible. Cette gestion se traduisant par une sélection correcte de positions et un bon timing de celle-ci. Nous étions alors au cœur de la rentabilité de l'activité ce qu'il illustre la

règle n°1

Pour sélectionner une bonne opportunité de SE :

Commencer la recherche par l'examen de ce qui fait la rentabilité de l'entreprise et qui constitue le cœur de son savoir-faire.

Justification : un système expert coûte cher à développer ; s'il existe des opportunités c'est certainement au cœur de l'entreprise ;

donc : pas de sujets secondaires.

L'analyse de l'activité de trading en terme de flux d'informations et de complexité de raisonnement nous a permis de dresser une carte des coûts approximatifs des systèmes développables grâce à la

formule n° 1

Coût du développement =

complexité du raisonnement

multiplié par

richesse des informations traitées par le système

multiplié par

difficulté d'accès au savoir-faire opérationnel

multiplié par

1 MF.

Remarque 1

Les aides au trading utilisant des variables exogènes au cours et volumes des valeurs négociées (taux, chiffre d'affaires, qualité du management...) impliquent une très grande richesse des informations traitées par le système.

Remarque 2

Il faut dissocier les aides à la décision signalant les opportunités d'action sur les marchés basés sur des considérations mathématiques qui sont en fait justifiables de la méthode de développement informatique classique : exemple : arbitrage options-support ou options-options (voir cox Rubinstein: relations générales d'arbitrage).

III LE PROJET

L'opportunité liée à l'analyse chartiste possède alors les caractéristiques suivantes qui se révèlent particulièrement intéressantes :

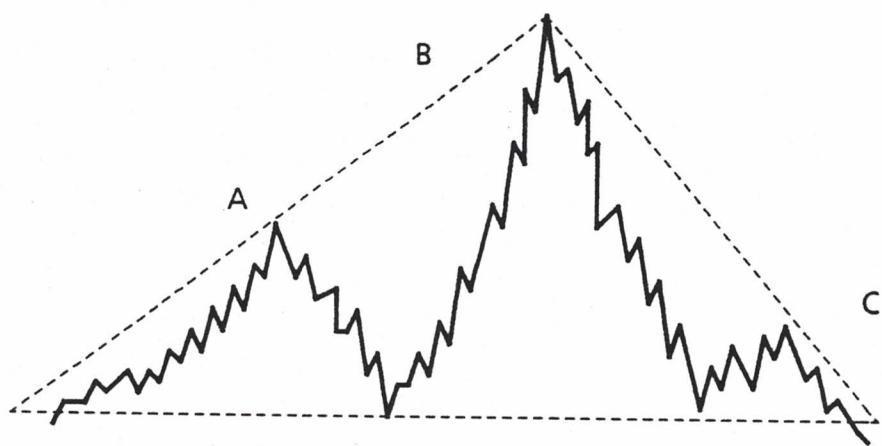
- grande incidence sur la rentabilité de l'entreprise : un bon système chartiste permet de prendre position au bon moment
- faible richesse des informations traitées puisque la doctrine chartiste avance que toute l'information fondamentale est dans les cours et que une bonne analyse chartiste n'utilise que ceux-ci (avec le volume)
- existence d'un savoir-faire chartiste bien reflété par une bibliographie abondante facilement accessible
- très grande difficulté de réaliser un système chartiste en utilisant les méthodes de développement classique.

La recherche en sens A nous fait donc ressortir cette opportunité, voyons comment elle s'inscrit dans la direction B, c'est-à-dire finalement en quoi les méthodes A permettent-elles d'apporter un espoir pour la réalisabilité du système.

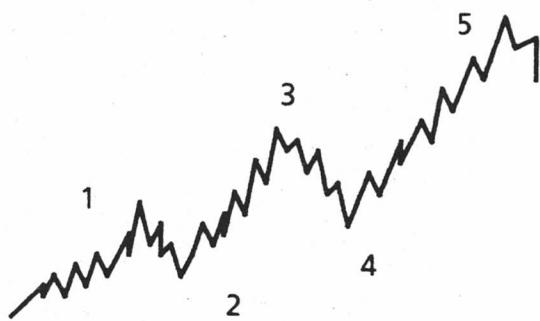
L'examen des techniques d'analyse graphique révèle que celles-ci sont constituées d'un ensemble de méthodes relativement indépendantes : canaux et triangles, vagues d'elliott, moyennes mobiles, momentum, RSI,

Type de problèmes rencontrés pour l'étape 1)

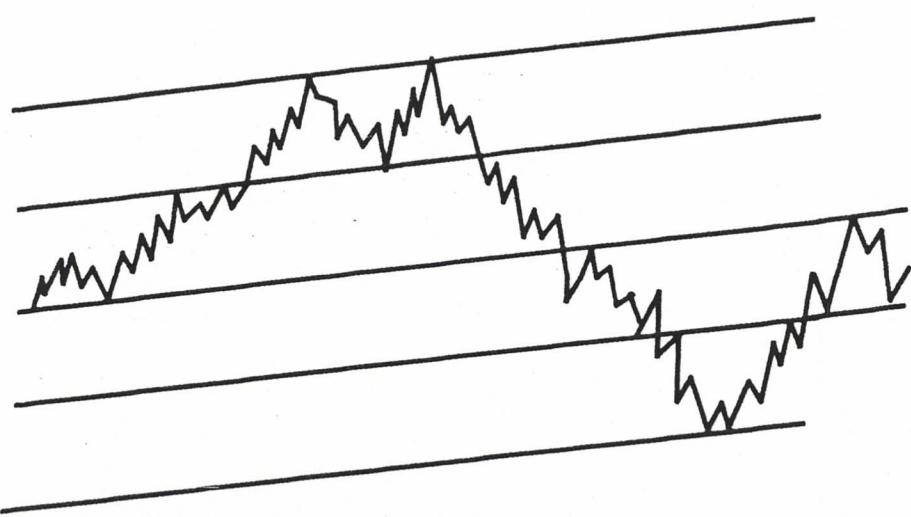
Reconnaissance de tête-épaule



Reconnaissance de système de vagues (d'Elliott)



Reconnaissance de systèmes de canaux



Type de problème lié à l'étape 2)

Exemple de règle utilisée par l'expert en canaux et triangles

```
(add-forward-rule 'd-technique
'(let ((c courbe (select-parameters)) lc delta le-sup le res (alpha 0.5) (beta 0.3) delta debut
delta fin)
  (setq lc intervalle-d-etude (c))
  (setq delta (- (cadre lc) (car lc)))
  (existing (d-sup 'droite-technique)
    (and (eq courbe-origin{d-sup} c)
      (eq convexite-reelle{d-sup} 'convexite-basse)
      (existing (d-res 'droite-technique)
        (and (eq courbe-origin{d-res} c)
          (eq convexite-reelle{d-res} 'convexite-haute)
          (setq le-sup intervalle-de-support{d-sup})
          (setq le-sup intervalle-de-support{d-res})
          (setq delta-debut (- (+ (*pente{d-res} (car lc)) ordonnee-zero{d-res})
            (+ (*pente{d-sup} (car lc)) ordonnee-zero{d-sup})))
          (setq delta-fin (- (+ (*pente{d-res} (cadre lc)) ordonnee-zero{d-res})
            (+ (*pente{d-sup} (cadr lc)) ordonnee-zero{d-sup})))
          (>delta-debut 0.)
          (>delta-fin 0.)
          (<(abs (/ (-delta-debut delta fin)
            (sqrt (1 + (square(/ (+ (get-fondamental-value d-sup 'pente)
              (get-fondamental-value d-res 'pente)) 2)))))))
          (/min delta-debut delta fin 2)))
        (>(taux-de-recouvrement-de-deux-droites-techniques c d-res d-sup)
          beta)
        (not (eq brise-vers-le-bas-a-partir-du-dernier-extremum{d-sup} 'non))
        (eq brise-vers-le-haut-a-partir-du-dernier-extremum{d-sup} 'non)
        (eq brise-vers-le-haut-a-partir-du-dernier-extremum{d-res} 'non))))))
  '(let (ca (le-sup intervalle-de-support{d-sup}) (le-res intervalle-de-support{d-res})
    (c courbe-origin{d-sup}))
    (setq ca ($'canal 'Instanciate nil nil)
      (force {ca} @= (/((min (-(cadr le-sup) (car le-sup)) (- (cadr le-res) (car le-res)))
        (+ (min(-(cadr le-sup) (car le-sup)) (-(cadr le-res) (car le-res)))
        (- (car ($ c'dernier-point)) (max (cadr le-res) (cadr le-res) (cadr le-sup)))))))
      (droite-de-support{ca} @= d-sup)
      (droite-de-résistance{ca} @= d-res)
      (courbe{ca} @= courbe{select-parameters})
      (derniere-position{ca} @= 'brise-a-la-baisse))
    "formation d un canal brise a la baisse")
```

Problème posé par l'étape 3)

Usuellement le chartiste humain se fonde sur quelques techniques (1,2 ou 3) pour reconnaître quelques patterns (2-5) et en privilégiant certaines interprétations et en appuyant des interprétations avec d'autres, il formule sa ou ses conclusions à court-moyen ou long terme avec une certaine incertitude.

point et figures, tête-épaules,... Le savoir-faire chartiste étant constitué par un emploi judicieux et simultané de ces techniques (une interprétation). Un examen attentif de ces techniques a permis de leur reconnaître une structure et une problématique commune ; il y a reconnaissance de figures classiques puis interprétation et prévision sur la base de ces figures. Enfin, il y a synthèse des différentes conclusions partielles avec possibilité d'interaction entre les différentes techniques (souvent un triangle en quatrième vague d'elliott ou influence des volumes et Gap de cours...) au niveau de la confortation de telle ou telle interprétation.

Le problème initial se trouve donc scindé en 3 sous-problèmes :

- 1) Reconnaissance sur les courbes de pattern classique (canaux, vagues, support...)
- 2) Interprétation des éléments reconnus par l'étape 1
- 3) Synthèse des différentes interprétations.

C'est dans la mesure où l'étude précise des 3 sous-problèmes a permis de dégager des solutions que le problème a été déclaré atteignable dans la direction B et donc un bon sujet de système expert (possible et rentable).

IV LA SOLUTION

La formulation qui va suivre n'est étayée par aucun argument théorique mais conduit à une démarche opérationnelle, satisfaisante pour l'intuition, et qui donne de bons résultats aux tests.

La grande difficulté pour trouver la forme que doit prendre la conclusion finale nous a conduit à imaginer la forme la plus opérationnelle sous laquelle doit se présenter la conclusion de l'analyse technique, c'est-à-dire des courbes de probabilité qui doivent donc être indexées par le temps.

Le résultat est donc une famille de densités de probabilité :

$$t \rightarrow \{S \rightarrow d_t(S)\}$$

Pratiquement on précise au système les échéances qui nous intéressent et le système nous calcule les densités de probabilité de cours associées à ces échéances.

Les avantages de cette formulation sont nombreux. A partir des densités liées aux instruments de base on calcule simplement par convolution les densités liées aux combinaisons linéaires de ces instruments c'est-à-dire aux portefeuilles contenant les deux types d'instruments

Exemple si $d_1(S_1)$ est la densité liée à l'action 1

$d_2(S_2)$ est la densité liée à l'action 2

$$\text{alors } d_1 * d_2(S) = \alpha \beta \int_{-\infty}^{+\infty} d_2(S-S_1) d_1(S_1) dS_1$$

est la densité liée au résultat du portefeuille des deux instruments. $\alpha S_1 + \beta S_2$

Etant capable de calculer une densité de résultat d'un portefeuille, on peut en estimer les risques de manière quantitative et dans le cadre des circonstances. Par exemple calculer des intervalles de confiance et optimiser ce portefeuille.

Tout le problème est l'obtention de cette courbe de probabilité pour les instruments de base. Le point central du formalisme utilisé par le système est une analogie avec la formulation fonctionnelle de la mécanique quantique :

$$\begin{aligned} \langle A | B \rangle &= \sum_{\text{chemin de } A \text{ à } B} e^{-iS(\text{chemin})} \\ &= \sum_{\text{chemin de } A \text{ à } B} f(\text{chemin}) \end{aligned}$$

↑
maximal le long du chemin classique

de même dans le système

$\langle t|S \rangle = \text{probabilité que le cours vaille } S \text{ en } t$

$$= \sum_{\substack{\text{interprétations} \\ \text{en } t \text{ à } S}} f(\text{interprétation})$$

↑
maximal pour les interprétations significatives, reprises en général par les chartistes de manière exclusive

Les courbes de probabilité sont donc élaborées au niveau des interprétations, ce qui soulève deux problèmes distincts :

- d'une part trouver la courbe de probabilité associée naturellement à l'interprétation c'est-à-dire celle qui reflète l'exploitation maximale de toutes les informations représentées par l'interprétation
- d'autre part trouver les coefficients de pondération associés naturellement à l'interprétation dans le cadre de l'étude chartiste particulière. C'est à travers ces coefficients que s'effectuent les interactions entre les différentes techniques et le tuning pour la mise au point du système.

V TECHNIQUES UTILISEES ET PREMIERS TESTS

Très rapidement il est apparu que les outils commerciaux ou environnements disponibles sur PC étaient insuffisants pour traiter le problème. D'autre part afin de garder le maximum de souplesse, nous décidâmes de formuler la solution dans un contexte Lisp sur station de travail SUN. Certains outils étaient tentants (KEE ou ART) mais le traitement de la partie floue (reconnaissance de formes) nous imposait une grande souplesse des prédictats que nous n'avons pas trouvée. Nous décidâmes de construire un environnement d'inférence et d'objets adapté à ce type de problème. Celui-ci présente toutes les caractéristiques classiques des environnements (chainage avant et arrière mixable, monde hypothétique, ATMS, représentation objet avec axes META et SUPER...) plus des caractéristiques propres au traitement flou des reconnaissances de formes sur les courbes.

Pour des raisons de support technique et d'efficacité de développement il fut aussi décidé de réaliser cet environnement dans le dialecte LeLisp avec l'environnement de génération d'interface AIDA de la société ILOG. Deux ans après le début du projet un premier système est opérationnel sur station SUN. Au début nous pensions qu'il serait pertinent de le mettre à disposition de chaque trader, rapidement cette solution ne s'avéra pas pratique à cause du temps d'analyse requis (20 Mn par valeur sur une station 2 Mips, 12 Mega de mémoire centrale). Nous décidâmes plutôt de mettre à disposition des traders des analyses du système réalisées en Batch la nuit.

La phase d'opérationnalité dans laquelle est rentré le système actuellement provient du fait que ces analyses ont été jugées pertinentes voire même surprenantes par leur rigueur, par les spécialistes chartistes de MEESCHAERT-ROUSSELLE.

Ce niveau de performance du système a naturellement été atteint progressivement après 6 mois d'expérimentation et de tuning de différents paramètres et même ajustement ou remise en cause des techniques utilisées. La confrontation avec la réalité des mouvements boursiers des différentes valeurs suivies doit se faire avec l'éclairage particulier de l'analyse chartiste.

Le système possède une bonne maîtrise des différentes techniques chartiste mais ne peut être rentable que dans la mesure où ces techniques sont pertinentes.

Il semble que l'interprétation de ces techniques faite par le système (l'intégrale de chemin) soit bonne et que le niveau de perspicacité du système soit même supérieur à celui d'un analyste humain.

VI CONCLUSION

Les perspectives ouvertes par le système sont immenses, actuellement deux axes de travail sont mis à profit

- poursuite des tests pour mesurer la perspicacité du système et pertinence de la notion d'intégrale de chemin
- début de réflexion pour l'élaboration d'un atelier de traitement de l'information chartiste en vue d'une véritable ingénierie de système de trading automatique.

En attendant le système gagne de l'argent...

BIBLIOGRAPHIE

John C. COX
Mark RUBINSTEIN
Options Markets

FEYNMAN et HIBBS
Path integral
Springer - Verlag

John J. MURPHY
Technical analysis of the future Markets
New York Institute of Finance - 1986

FROST et PRECHTER
Elliott Wave Principle
New Classics Library - 1985

Robert R. PRECHTER
The major works of R.N. Elliott
New Classics Library - 1987

Martin J. PRING
Technical Analysis Explained
Second Edition
McGraw-Hill - 1985