

1 Objectif

L'objectif de ce projet est de développer un programme VBA permettant d'analyser de manière automatique la puissance prédictive d'outils utilisés dans l'analyse technique. Selon Wikipedia, "l'analyse technique consiste en l'étude des graphiques de cours de la bourse et de différents indicateurs déduits des cours (sous-jacent) dans le but de prévoir l'évolution des marchés. Le but avéré et raison d'être de l'analyse technique est la prévision des tendances et des signes de retournements de tendance. Il s'agit d'identifier des conditions de marchés (figures remarquables et/ou signaux donnés par des outils mathématiques) qui donnent statistiquement un résultat identique". "La figure Tête et épaules ou épaule-tête-épaule (ETE) est une figure chartiste de retournement de tendance. L'ETE est la figure chartiste la plus connue des traders en analyse technique. Elle marque une volonté de retournement baissier du cours de l'actif. La figure Tête et épaules inversée (ET Ei) est l'inverse d'une figure Tête et épaules

classique. Elle marque une volonté de retournement haussier du cours de l'actif financier."

Sur le graphique 1, des exemples "réels" d'ETE (panel du haut) et d'ET Ei (panel du bas).

La principale difficulté dans l'automatisation de la détection de ce type de figure provient de l'identification de mouvements de prix "significatifs" – ceux qui contribuent à la formation d'une figure spécifique – et d'ignorer les autres, i.e. les mouvements aléatoires (bruit). Dans la plupart des cas, l'oeil humain peut "extraire" rapidement et correctement ces mouvements de prix significatifs, mais jusqu'à récemment les algorithmes ne le pouvaient pas.

Les avancés dans les techniques d'estimation le permettent aujourd'hui. Dans ce projet, nous devrez implémenter une série "d'estimateurs statistiques", appelés paramètres de lissage ("smoothing estimators"), qui permettent d'extraire des relations non-linéaire en "retirant" ("averaging out") le bruit. Une fois les prix "débruités", la détection des figures se réduit à l'identification de maximums et minimums locaux et de vérifier si une séquence donnée de ces prix correspond à un figure caractéristique.

2 Smoothing estimators

2.1 Principe

Soit un vecteur de prix $P = \{P_1, P_2, \dots, P_T\}$ et la séquence $X = \{x_1, x_2, \dots, x_T\}$. Les x_t représentent les dates auxquelles un prix est observé. Comme l'analyse va être conduite sur des

Figure 1 – Exemple d'ETE (graphique du haut) et d'ETEI (graphique du bas)



prix espacés dans le temps de manière régulière, nous supposerons que $x_1 = 1, x_2 = 2, \dots, x_T = T$.

Définissons la fonction noyau (kernel function) $K_h(\cdot)$ par :

$$K_h(u) = \frac{1}{h} \sqrt{\frac{1}{2\pi}} e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{u}{h}\right)^2} \quad (1)$$

Comme nous pouvons le voir, l'équation (1) correspond à la densité d'une distribution normale de moyenne 0 et d'écart-type h évaluée en u/h . Sur VBA, il est possible de calculer cette valeur en utilisant :

WorksheetFunction.Norm_Dist($u / h, 0, h, \text{False}$)

Le paramètre h correspond à la constante de lissage du noyau

central puisqu'il détermine le degré avec lequel les prix seront lissés par la fonction Kernel. Dans ce projet, h sera fixé à $0,3 \times \sigma(P)$ où $\sigma(P)$ est l'écart-type des prix actuels.

De plus, notons $g(\cdot)$, la fonction déterminée par :

$$g(x_i) = \sum_{t=1}^n K_h(x_i - t) \quad (2)$$

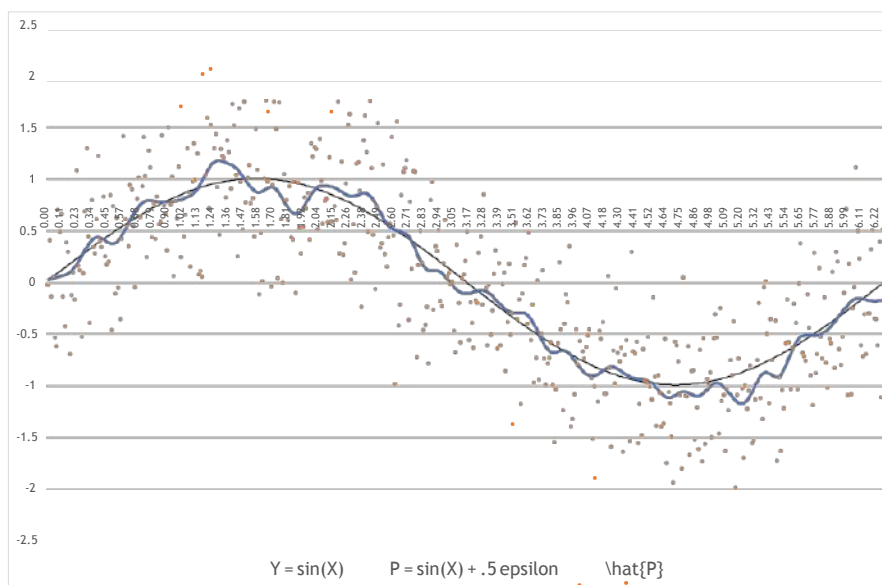
et l'estimateur lissé du prix P_i , noté \hat{P}_i , par :

$$\hat{P}_i = \frac{\sum_{t=1}^n K_h(x_i - x_t) \times P_t}{g(x_i)} \quad (3)$$

2.2 Illustration

Pour illustrer les propriétés de l'estimateur (3), considérons l'exemple suivant. Une série de 500 points est générée dans l'intervalle $[0, 2\pi]$ de manière à ce que $X = \{0, 2\pi/500, 4\pi/500, \dots, 2\pi\}$ et $Y = \{\sin(0), \sin(2\pi/500), \sin(4\pi/500), \dots, \sin(2\pi)\}$. Le bruit est introduit dans la série Y en calculant $P_t = \sin(t \times 2\pi) + .5\varepsilon_t$ où ε_t correspond à un tirage aléatoire à partir d'une distribution d'une loi normale standard. Le graphique 2 reporte la série initiale (Y), sa contrepartie bruitée (P) et la version lissée de P (\hat{P}) en utilisant l'estimateur de lissage (3).

Figure 2 - Exemple : la fonction Sinus + la bruitée lissée



3 Identification des ETE et des ETEi

3.1 Maximum et Minimum locaux

Une fois les prix lissés déterminés, nous devons identifier dans la série \hat{P} le maximum et le minimum local. Pour cela, nous utiliserons les définitions suivantes :

- Minimum local : Le prix \hat{P}_t est un minimum local si et seulement si $\hat{P}_t < \hat{P}_{t-1}$ et $\hat{P}_t < \hat{P}_{t+1}$.
- Maximum local : Le prix \hat{P}_t est un maximum local si et seulement si $\hat{P}_t > \hat{P}_{t-1}$ et $\hat{P}_t > \hat{P}_{t+1}$.

3.2 Caractéristiques des ETE et ETEi

Soit E_1, E_2, E_3, E_4, E_5 , 5 minima ou maxima locaux consécutifs, ETE et ETEi sont caractérisées de la manière suivante :

- E_1, E_3, E_5 sont des maximums locaux
- E_2, E_4 sont des minimums locaux
- HS $E_3 > E_1, E_3 > E_5$
- ≡ E_1 et E_5 sont dans les limites de 1, 5% de leur moyenne
- E_2 et E_4 sont dans les limites de 1, 5% de leur moyenne
- E_1, E_3, E_5 sont des minimums locaux
- E_2, E_4 sont des maximums locaux
- IHS ≡ $E_3 < E_1, E_3 < E_5$
- E_1 and E_5 sont dans les limites de 1, 5% de leur moyenne
- E_2 and E_4 sont dans les limites de 1, 5% de leur moyenne

4 Le projet

Vous devrez implémenter la détection des ETE et ETEi dans un échantillon composé des cours quotidiens (du 28/02/2018 au 28/02/2016, soit 253 observations par titre) de 10 titres.

Pour chaque titre, vous devrez procéder de la manière suivante :

1. Sélectionner les 50 premiers prix ;
2. Calculez les prix lissés \hat{P} , avec $X = \{1, 2, \dots, 50\}$;
3. Calculer les extremums locaux : remarquez que 3 maximums et 2 minimums (2 maximums et 3 minimums) sont nécessaires pour un ETE (ETEI, respectivement). Si ce n'est pas le cas, passez directement à l'étape 6 ;
4. Utilisez le critère de la sous-section 3.2 pour trouver de potentiel ETE et ETEi ;
5. Si un ETE ou un ETEi est trouvée, calculez la rentabilité associée de la manière suivante : supposons que le point E_5 est observé à la date i , la rentabilité continue est calculée à l'aide de $\log(P_{i+1}/P_i)$. Gardez en mémoire quelle stratégie a permis d'obtenir cette rentabilité ; la rentabilité d'une ETE est supposée être négative tandis qu'une stratégie ETEi doivent être suivie d'une rentabilité positive ;
6. Sélectionnez les prix de $t = 2$ à $t = 51$ et retournez à l'étape 2. X est toujours égale à $\{1, 2, \dots, T\}$. Répétez les étape 1 - 6 jusqu'à atteindre la fin de l'échantillon.

Notez que dans le cas où différents échantillons de prix donnent des ETE ou des ETEi à la même date (e.g. vous trouvez une ETE à la date 27 en utilisant les prix P_1 à P_{50} et ensuite vous trouvez une ETE à la date 27 en utilisant les prix allant de P_{13} à P_{62}), vous devrez reporter les deux rentabilités correspondantes (qui seront identiques).

5 Livrables

En plus de la feuille initiale, votre classeur devra contenir une feuille appelée "Rentabilités" qui contient :

- Colonne A la rentabilité de l'ETE ou ETEi pour le titre 1 ;
- Colonne B ETE (ETEi) si la rentabilité est observée après une ETE (ETEi) pour l'action 1 ;
- Colonne C la valeur observée correspondant au point E_5 ;
- Colonne D, E et F, même chose pour le titre 2 ;
- etc.