Oscillateur à cycle limite

Table des matières

Résumé 3

Analyse dynamique du signal S 4

Intuition de départ : un oscillateur de marché proies-prédateurs 9

- Structure mathématique de l'oscillateur 9
- Signification de l'équation du prix 9
- Signification de l'équation de décision 10
- Dépendance des temps caractéristiques à la liquidité 10
- Mécanisme oscillatoire 11
- Rôle du paramètre K dans la période 11
- Effet d'un K(t) variable 11
- Limite d'un oscillateur à K(t) variable 12
- Sens global du modèle 12

Passage d'un oscillateur unique à une population d'oscillateurs 12

- Équations d'une batterie d'oscillateurs indépendants 12
- Signification statistique de la moyenne des oscillateurs 13
- Déphasage et lissage de la moyenne 14
- Distribution des périodes et structure multi-échelle 14
- Interprétation économique de la moyenne des prix 15
- Moyenne du comportement y 15
- Différence fondamentale avec un oscillateur unique modulé 15
- Comportement asymptotique pour grand N 15
- Sens global de la construction en parallèle 16

Résumé

Ce chapitre propose de modéliser le marché financier comme un oscillateur à cycle limite, inspiré des systèmes proies-prédateurs. L'idée de départ est que le prix du marché et le comportement des investisseurs s'influencent mutuellement dans une boucle de rétroaction. Le logarithme du prix, noté xxx, traduit l'évolution du marché, tandis qu'une variable yyy représente la probabilité d'achat ou l'appétit acheteur. Lorsque cette probabilité est supérieure à l'équilibre, le prix monte ; lorsqu'elle devient inférieure, le prix baisse. Cette interaction engendre naturellement des cycles.
Le texte commence par relier les grandeurs observables du marché, comme l'indice SSS, le volume total d'échanges NTN_TNT, les achats NAN_ANA et les ventes NVN_VNV. Il montre que la variation relative du prix dépend directement du déséquilibre entre flux acheteurs et vendeurs. Cette lecture permet d'interpréter le marché comme un système dynamique où la hausse ou la baisse de l'indice résulte d'une polarisation temporaire des comportements. Le volume d'échange joue alors un rôle central, car il règle l'intensité des variations du prix.

Le modèle mathématique proposé repose sur deux équations couplées. La première décrit la variation du prix en fonction de l'excès d'acheteurs sur les vendeurs. La seconde décrit l'évolution de la probabilité d'achat, qui dépend à la fois du niveau atteint par le marché et d'un phénomène d'imitation ou d'auto-renforcement collectif. Plus le marché devient cher, moins il est attractif, ce qui finit par freiner l'achat ; inversement, lorsqu'il baisse, il redevient attractif. Cette double interaction produit un mécanisme oscillatoire comparable à celui des systèmes de Lotka-Volterra, mais transposé ici à la finance.

Le paramètre KKK, interprété comme une mesure de la liquidité ou de l'intensité des échanges, joue un rôle décisif. Lorsqu'il est élevé, le marché réagit vite et les cycles sont rapides. Lorsqu'il est faible, le comportement des investisseurs se polarise davantage et le système peut entrer dans des phases de saturation ou de dérive lente. Le texte montre aussi que faire varier KKK dans le temps, par exemple sous forme de bruit multi-échelle, module la fréquence et l'amplitude des oscillations, mais ne suffit pas à rendre compte de toute la richesse du marché réel.

C'est pourquoi l'auteur passe ensuite d'un oscillateur unique à une population d'oscillateurs indépendants. Chaque oscillateur représente un sous-marché, une stratégie ou une échelle temporelle différente, avec son propre rythme et sa propre phase. La moyenne de cette population produit un signal global plus lisse, plus riche et multi-échelle, proche de ce que l'on observe sur les marchés réels. Les oscillateurs rapides peuvent représenter les traders de court terme, tandis que les oscillateurs lents représentent des investisseurs plus structurels ou des cycles macroéconomiques.

Au total, ce chapitre montre que le marché peut être compris comme la superposition de nombreux cycles comportementaux et dynamiques. Cette approche permet d'introduire à la fois la liquidité, la diversité des horizons d'investissement, la désynchronisation des acteurs et la structure multi-échelle des fluctuations. Elle offre ainsi une base cohérente pour représenter la complexité du CAC 40 à partir d'un modèle dynamique simple, interprétable et extensible

Analyse dynamique du signal S

Soit une population d'individus qui achètent ou vendent indifféremment des actions. Nous pouvons définir le processus d'achat NA(t) et le processus de vente NV(t). Si NT est le volume total d'échanges à un instant t, nous avons

$$N_T = N_A + N_V$$

Les donnée usuelles définies en étude des marchés sont le volume NT et l'indice S. Nous allons définir la relation qui existe entre S, NT,NA et NV.

Nous allons partir d'un bilan de type transfert de flux, où la variation relative de S est directement proportionnelle à la différence entre achats et ventes. Soit l'équation :

$$\frac{dS}{S} = \frac{K \cdot dt}{T} \times \left(N_A - N_V\right)$$

Si nous faisons apparaître la probabilité d'achat p, l'équation ci dessus peut s'écrire

$$\frac{dS}{S} = \frac{K \cdot N_T \cdot dt}{T} \times (2p - 1)$$

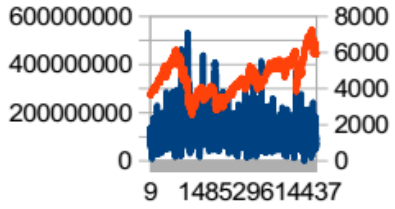
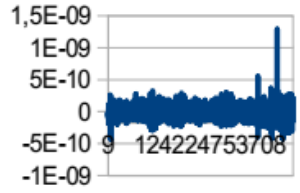
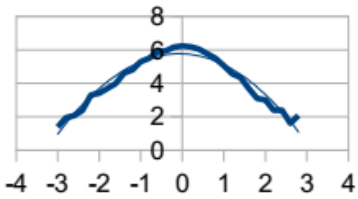
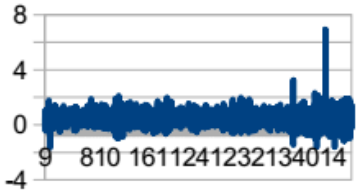
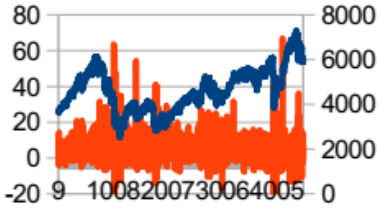
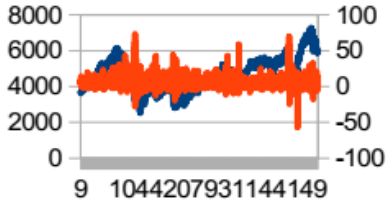
Nous avons alors les formules

$$N_A = N_T \times p$$

et $N_V = N_T \times (1 - p)$

Ceci nous amène à calculer le rapport dS/(S*NT) que nous noterons B(t)

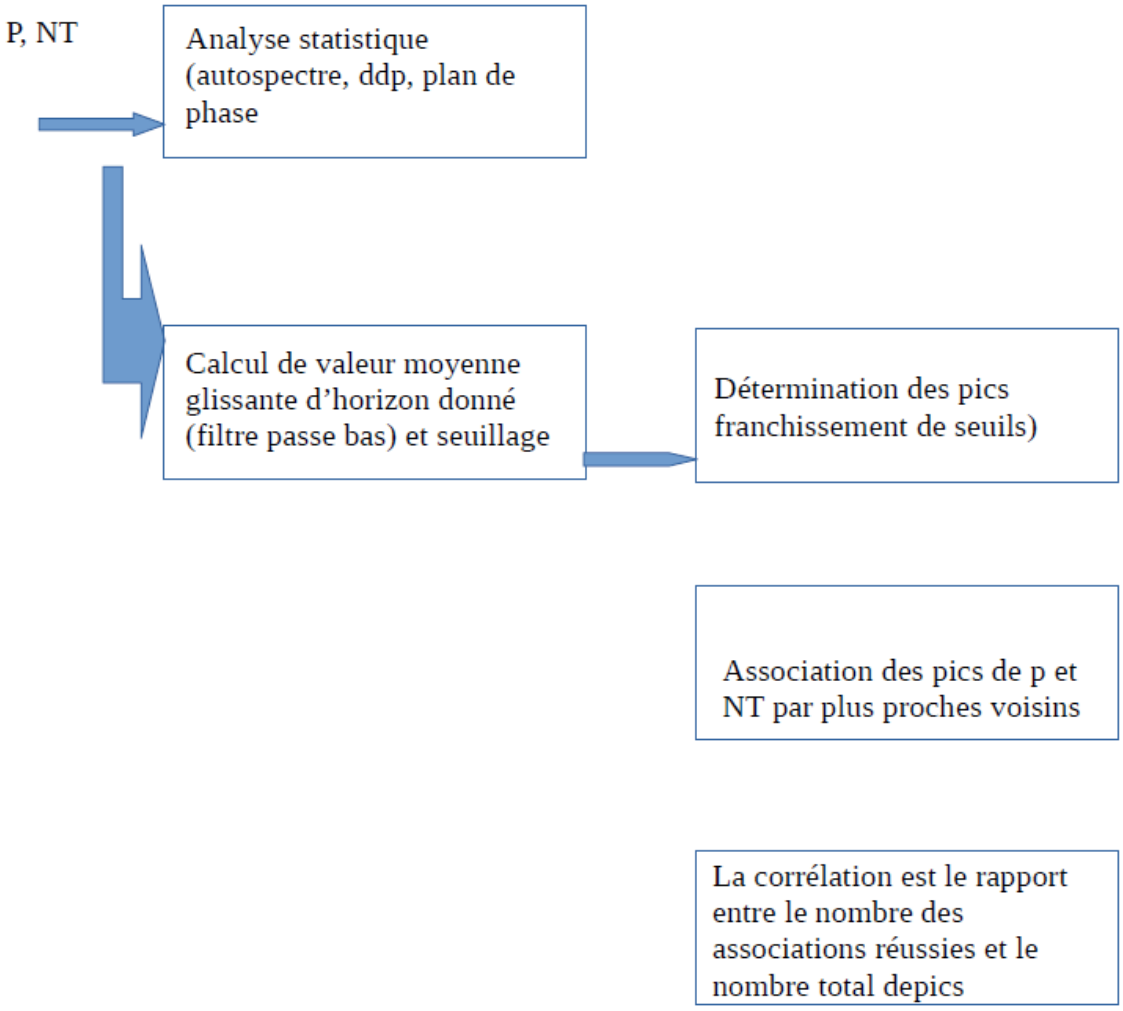
Nous disposons de 4500 points de mesure avec àà la fois les valeurs de S et de NT. Nous pratiquons une analyse de données sur ces valeurs :

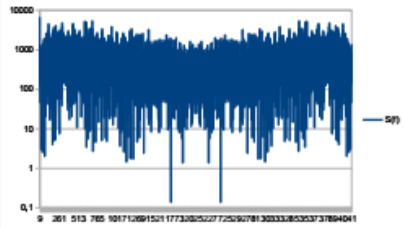
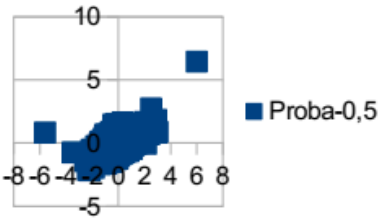
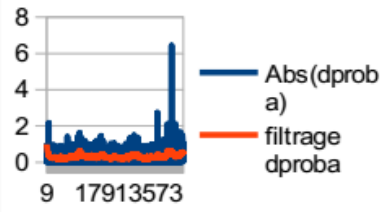
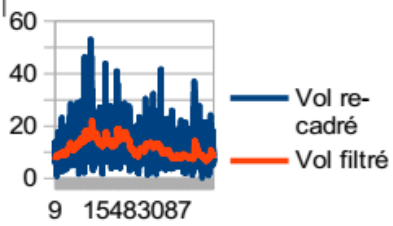
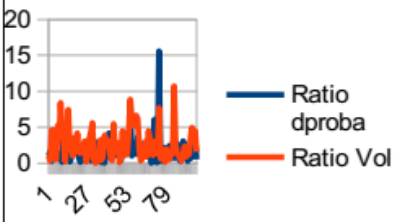
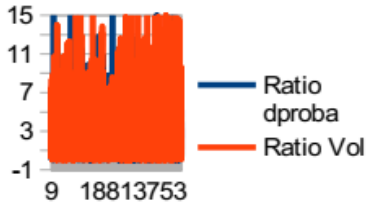
Valeurs de S et NT et B(t)		
	Nous constatons une forte corrélation entre le signal S(t) et le signal de volume NT(t). Les pics de volume semblent corrélés aux grandes variations de S(t).	Le bruit B(t) semble borné presque partout. Nous pouvons donc calculer sa moyenne et son écart type. Le multiplicande 10(-10) est la résultante K/T. Si nous prenons une valeur de T proche de la durée de corrélation (1000 jours), la valeur de K vaut 10(-7).
Statistique de B(t). Si nous adimensionnons par rapport à 10(-10) nous obtenons des valeurs plus facilement manipulables en ordres de grandeur. Nous calculons alors les statistiques : histogramme de B(t) et inter corrélation de B(t) et NT(t).		
	Le bruit B(t) est gaussien de moyenne nulle et d'écart type proche de 0,85.	Nous pouvons dès lors calculer la probabilité p. Nous voyons que 80 % du signal est compris entre 0 et 1.
Calcul de NA et NV		

Le signal du CAC40 est le résultat de la polarité entre les achats (principe de diffusion) et les ventes (process de réaction). Par ailleurs, cela est comparable à un équation de la théorie des jeux où le rapport NA/NV représente la stratégie choisie à un instant donné. La valeur 1 représente la meilleure stratégie, la plus durable (achats et ventes équilibrées).

Quand Nv croît, le nombre de ventes est dominant et l'action baisse. Quand Na croît, il y a plus de demande et le prix de l'action croît.

Par ailleurs, nous analysons NT et p afin d'étudier leur degré de corrélation. Comme NT et p sont des fonctions qui présentent des pics, nous pouvons difficilement utiliser les formules de corrélation classiques. Nous allons essayer de superposer, si possible les pics des deux signaux. Pour cela nous allons construire la chaîne d'analyse suivante :


P, NT
Analyse statistique (autospectre, ddp, plan de phase
Calcul de valeur moyenne glissante d'horizon donné (filtre passe bas) et seuillage
Détermination des pics franchissement de seuils)
Association des pics de p et NT par plus proches voisins
La corrélation est le rapport entre le nombre des associations réussies et le nombre total depics

Analyse statistique de p		
	Auto spectre de p en échelle logarithmique. La probabilité p apparaît comme un bruit blanc	Plan de phase de p et dp/dt. On obtient un ellipsoïde incliné, ce qui semble dire que p se comporte comme un cycle limite ou un système amorti.
Seuillage et calcul des pics		
	Seuillage de la valeur absolue de (p-0,5) Moyenne sur 50 unités de temps Le seuil vaut 1,5 fois la valeur moyenne	Seuillage de NT Moyenne sur 50 unités de temps Le seuil vaut 1,5 fois la valeur moyenne
Superposition des signaux p et NT (zoom sur 100 échantillons et histoire complète après recadrage des dynamiques des signaux (ramenés à la valeur moyenne estimée à chaque instant))		
	Il semble que nous ayions une forte corrélation des deux signaux (superposition des pointes avec des niveaux parfois très différents)	Il semble que nous confirmions cette corrélation sur l'ensemble des valeurs.

Calcul des corrélations de pics par plus proche voisin		
	Evolution des associations réussies	Evolution des cas d'analyse
Corrélation	Nous trouvons une corrélation de 71 %	Ceci semble confirmer que NT et p sont fortement corrélés. Notamment les pics de (p-0,5) soit 1 et -1 en valeurs correspondent à des pics de volumes (soit en achats, soit en ventes). La valeur 0 correspond à des mouvements « nominaux » avec des volumes « moyens ».

Nous pouvons dès lors écrire le volume sous la forme suivante pour un cycle donné :

$$NT = N_0 \times \left(1 + \frac{\Delta N}{N_0} \cdot F(2p - 1)\right)$$

N0 est la valeur moyenne et fF est une fonction impaire.

Nous pouvons dès lors sur un cycle représenter le comportement du retour de CAC comme un système dynamique. Il met en relation les deux grandeurs fondamentales du problème Ln(S) et la probabilité d'achat

L'équation en d(ln(S))/dt se met avec le calcul de NT sous la forme avec x = ln(S)

$$\frac{dS}{S} = \frac{K \cdot NT(2p-1)_T \cdot dt}{T} \times (2p - 1)$$

On peut par ailleurs envisager pour p une équation différentielle de type proies et prédateurs :

$$\frac{dp}{p} = \frac{\rho \cdot (1-p) \cdot dt}{T} - (R * G(S))$$

où R est un paramètre de travail. Ainsi que Rho.. G(S) est une fonction croissante de S

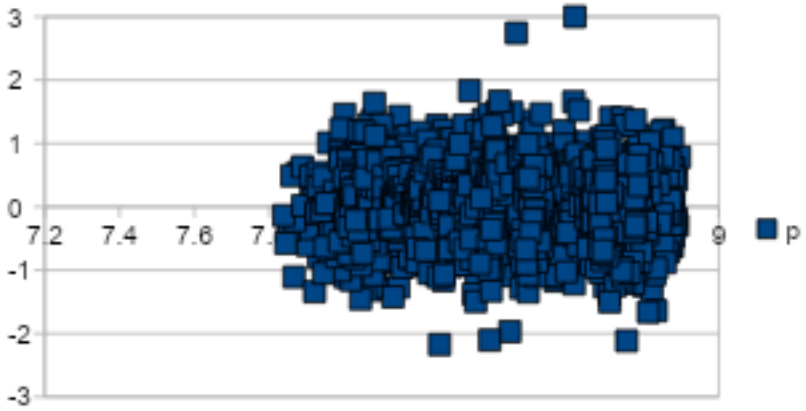
Ce type d'équations est à rapprocher d'un modèle proies/ prédateurs extrait de manière théorique à partir d'équations de l'économie des marchés financiers

Référence

PREDATOR-PREY: AN EFFICIENT MARKETS MODEL OF STOCK MARKET BUBBLES AND THE BUSINESS CYCLE - Eduard Gracia - Deloitte Consulting -2019

Nous pouvons dès lors considérer le marché financier comme une cascade de système s dynamiques de type proies et prédateurs à toutes les échelles de cycle. Nous avons une sommation pour dS/S et dp/p sur l'ensemble des valeurs d'échelle.

Nous voyons ainsi l'intérêt de l'analyse par ondelette sur l'ensemble des échelles de cycles pour ln(S) et p. Nous pourrons dès lors représenter leur évolution dans un espace de phase.



Le diagramme de phase est la superposition des cycles à toutes les échelles d'observation.

L'analyse par ondelettes sur ln(S) et p permettra à une échelle donnée de représenter sur le plan de phase l'évolution de la transformée (historique des cycles à une échelle donnée). Ceci afin de mettre en évidence les cycles limites de chaque échelle.

Intuition de départ : un oscillateur de marché proies-prédateurs

L'idée fondatrice de ce modèle est de représenter la dynamique de marché comme un système proies-prédateurs, où deux variables interagissent de manière antagoniste et

engendrent naturellement des cycles. Dans l'interprétation économique proposée, la variable x représente le logarithme du prix ou le rendement cumulé du marché, tandis que la variable y représente une probabilité d'achat ou un niveau d'appétit acheteur.

La logique comportementale est la suivante. Lorsque le prix monte, l'appétit acheteur finit par diminuer parce que le marché devient « cher ». Lorsque l'appétit devient suffisamment faible, la pression vendeuse domine et le prix baisse. Cette baisse rend à nouveau le marché attractif, ce qui fait remonter la probabilité d'achat, et le cycle recommence. Cette boucle de rétroaction constitue le moteur oscillatoire du système.

Structure mathématique de l'oscillateur

Le système différentiel s'écrit, sans frottement :

$$x^{\cdot} = K(t)(2y - 1)$$

$$y^{\cdot} = y(1 - y)[\frac{1}{\tau(K)}(F(x) - y) + \mu(K)(2y - 1))$$

avec

$$F(x) = \frac{1-tanh(\beta x)}{2}$$

$$\tau(K) = \frac{\tau_0}{K}$$

$$\mu(K) = \frac{1}{2\tau(K)} + \frac{c}{K^2}$$

Signification de l'équation du prix

La première équation relie la variation du prix à l'écart entre acheteurs et vendeurs. La quantité $2y - 1$ mesure la dominance du flux acheteur sur le flux vendeur. Si $y = 0{,}5$, le marché est équilibré et le prix ne dérive pas. Si $y > 0{,}5$, la pression acheteuse domine et le prix monte. Si $y < 0{,}5$, la pression vendeuse domine et le prix baisse.

Le facteur K(t) représente l'intensité globale du flux d'échange ou de liquidité. Plus K est grand, plus un même déséquilibre acheteurs-vendeurs produit un mouvement rapide du prix. Ainsi, K joue le rôle d'un gain dynamique ou d'un moteur de l'oscillateur.

Signification de l'équation de décision

La seconde équation décrit l'évolution de la probabilité d'achat. Le facteur $y(1 - y)$ impose naturellement que y reste entre 0 et 1 et que la dynamique ralentisse près des extrêmes, ce qui correspond à une saturation comportementale.

La première contribution interne est proportionnelle à $F(x) - y$. La fonction F(x) représente la probabilité d'achat « idéale » compte tenu du niveau du marché. Elle est décroissante en x parce que plus le prix est élevé, moins il est attractif d'acheter. Ainsi, si le marché devient trop cher, F(x) baisse et la probabilité réelle y est tirée vers le bas.

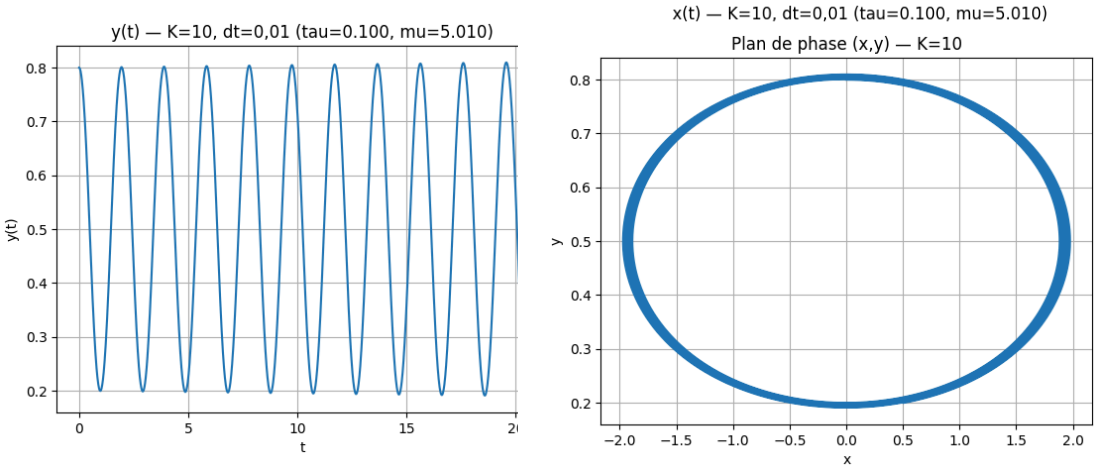
La seconde contribution interne est proportionnelle à $2y - 1$. Elle introduit une inertie décisionnelle ou une polarisation comportementale. Lorsque la majorité est acheteuse, la dynamique renforce encore la tendance acheteuse, et inversement. Ce terme correspond à une imitation ou un auto-renforcement des décisions collectives.

Dépendance des temps caractéristiques à la liquidité

Une hypothèse essentielle du modèle est que la vitesse des décisions et la vitesse du marché dépendent de la liquidité, ce qui est traduit par $\tau(K) = \tau_0 / K$. Cela signifie que plus le marché est liquide, plus les décisions s'ajustent rapidement, ce qui est cohérent avec l'idée qu'un marché actif réagit vite à l'information.

Le paramètre $\mu(K)$ a été construit pour assurer l'existence d'un cycle limite et une polarisation suffisante du comportement. Il comporte un terme proportionnel à K, cohérent avec la vitesse de réaction, et un terme en $1/K^2$ qui devient dominant quand la liquidité est faible. Ce dernier terme crée une forte polarisation décisionnelle lorsque le marché est peu liquide, ce qui explique les phases de saturation observées dans les simulations à faible K.

T



T

T

Mécanisme oscillatoire

L'oscillation résulte d'une boucle de rétroaction croisée entre prix et comportement. Lorsque y est supérieur à 0,5, le prix augmente. Cette hausse du prix réduit la valeur cible F(x), ce qui finit par faire diminuer y. Lorsque y devient inférieur à 0,5, le prix baisse, ce qui augmente F(x) et fait remonter y.

Cette interaction crée un cycle limite analogue au système proies-prédateurs de Lotka-Volterra, mais avec une interprétation économique claire. Le prix joue le rôle de la proie et la probabilité d'achat celui du prédateur, ou inversement selon le point de vue.

Rôle du paramètre K dans la période

Lorsque K est constant et pas trop petit, un changement d'échelle temporelle montre que la période du cycle est inversement proportionnelle à K. Autrement dit, plus la liquidité est élevée, plus le cycle est rapide. Cette propriété correspond intuitivement à un marché liquide oscillant plus vite.

Lorsque K devient très faible, la structure change parce que le terme $1/K^2$ de μ domine. Le comportement y se fige près de 0 ou 1 et le prix devient alors une intégrale lente de K, ce qui produit des rampes ou des plateaux au lieu d'oscillations.

Effet d'un K(t) variable

L'introduction d'un K(t) variable de type bruit 1/f permet de modéliser des fluctuations de liquidité multi-échelles. Lorsque K(t) reste supérieur à 1, il agit essentiellement comme un facteur de vitesse du cycle et produit un balayage fréquentiel du signal x(t). Le cycle reste présent mais sa fréquence instantanée varie.

Lorsque K(t) descend sous 1, la dynamique change qualitativement. Le comportement y peut se polariser et le système cesse d'osciller pour entrer dans des phases de dérive lente ou de saturation.

Limite d'un oscillateur à K(t) variable

Faire varier K dans un seul oscillateur n'est pas équivalent à construire une batterie d'oscillateurs avec des valeurs de K différentes. Un oscillateur unique modulé en K(t) produit essentiellement une modulation de fréquence et d'amplitude d'un seul mode. Une banque d'oscillateurs produit au contraire une superposition simultanée de modes à différentes échelles, ce qui est plus proche d'une décomposition multi-échelle.

Sens global du modèle

L'oscillateur élaboré peut être interprété comme un modèle dynamique minimal du marché où le prix et le comportement des agents s'influencent mutuellement via la liquidité. Le paramètre K représente l'intensité des échanges et règle la vitesse du cycle. Le comportement collectif y s'ajuste à la valorisation du marché x, tandis que le prix réagit au déséquilibre acheteurs-vendeurs.

Ce modèle reproduit naturellement des cycles de marché, des accélérations en régime liquide et des phases de dérive ou de saturation en régime peu liquide. Il constitue ainsi une base cohérente pour représenter des fluctuations financières multi-échelles ou pour construire des modèles plus riches de type banque d'oscillateurs.

Passage d'un oscillateur unique à une population d'oscillateurs

Dans la version initiale, nous avons étudié un oscillateur unique représentant un marché agrégé où le prix x(t) et la probabilité d'achat y(t) évoluent conjointement. Cependant, un marché réel n'est pas un système homogène. Il est composé d'agents ou de sous-structures opérant à différentes échelles temporelles, avec des intensités d'échange et des phases différentes.

Pour représenter cette diversité, il est naturel d'introduire non pas un seul oscillateur, mais une population de N oscillateurs, chacun obéissant aux mêmes équations dynamiques mais avec des paramètres et des conditions initiales distincts. Cette construction correspond physiquement à l'idée qu'il existe dans le marché plusieurs « cycles » simultanés, liés par exemple à différents horizons d'investissement ou niveaux de liquidité.

Chaque oscillateur i possède alors ses variables x_i(t) et y_i(t), ainsi qu'un paramètre K_i (ou éventuellement K_i(t)) tiré selon une distribution donnée. Les oscillateurs sont supposés statistiquement indépendants au sens où leurs conditions initiales et leurs paramètres sont tirés indépendamment.

Équations d'une batterie d'oscillateurs indépendants

Mathématiquement, la batterie s'écrit comme N copies du même système :

$$\dot{x}_i = K_i\left(2y_i - 1\right)$$

$$\dot{y}_i = y_i\left(1 - y_i\right)\left[\frac{1}{\tau\left(K_i\right)}\left(F\left(x_i\right) - y_i\right) + \mu\left(K_i\right)\left(2y_i - 1\right)\right)$$

Chaque oscillateur évolue selon sa propre phase et sa propre vitesse, déterminées par K_i et les conditions initiales. Il n'existe pas de couplage direct entre oscillateurs, ce qui signifie que l'ensemble constitue une population statistique indépendante.

Cette hypothèse correspond à une approximation raisonnable lorsque les horizons temporels ou les stratégies sont suffisamment distincts pour que les cycles ne se synchronisent pas fortement.

Signification statistique de la moyenne des oscillateurs

Une fois la population définie, il devient naturel de considérer la moyenne :

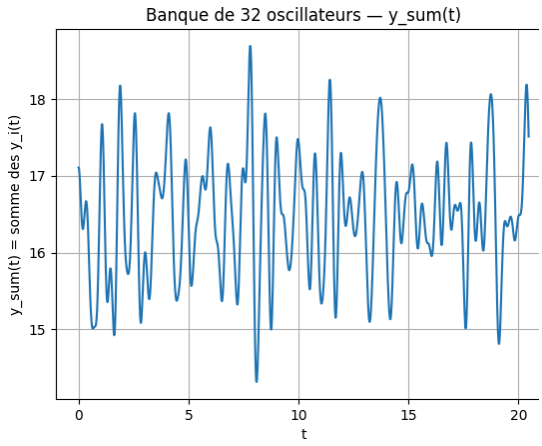
$$x'(t) = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} x_i(t)$$

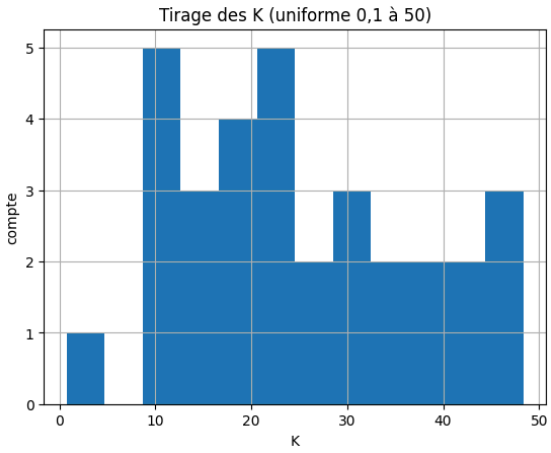
$$y'(t) = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} y_i(t)$$

Cette moyenne représente l'état global agrégé du marché résultant de la superposition de sous-marchés ou de stratégies individuelles.

L'idée essentielle est que chaque oscillateur possède sa propre phase. À un instant donné, certains oscillateurs sont dans une phase haussière tandis que d'autres sont dans une phase baissière. La moyenne agrégée x̄(t) est donc la résultante de contributions positives et négatives déphasées.

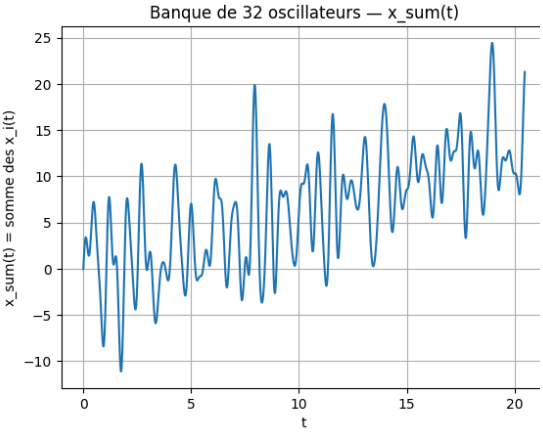
T

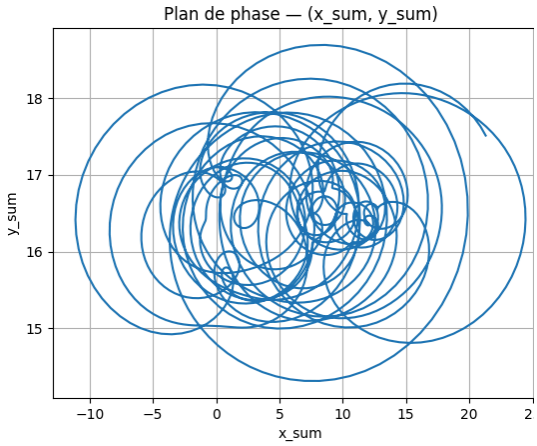




T

T





T

Déphasage et lissage de la moyenne

Lorsque les phases initiales sont distribuées aléatoirement, la population d'oscillateurs couvre uniformément les phases possibles du cycle. Dans ce cas, la moyenne des signaux oscille beaucoup moins que chaque oscillateur pris individuellement.

Ce phénomène est analogue à la superposition de nombreuses ondes sinusoïdales de phases aléatoires. La somme présente des fluctuations réduites par rapport aux amplitudes individuelles. Mathématiquement, si les oscillateurs sont indépendants et de variance comparable, l'amplitude moyenne décroît comme $1/\sqrt{N}$.

Ainsi, plus le nombre d'oscillateurs est grand, plus le signal agrégé $\bar{x}(t)$ devient lisse et stable. Cette propriété reflète physiquement le fait qu'un marché composé de nombreux cycles indépendants apparaît globalement moins oscillant qu'un sous-marché isolé.

Distribution des périodes et structure multi-échelle

Si les paramètres K_i sont tirés selon une distribution large, chaque oscillateur possède une période différente. La population constitue alors une superposition de cycles à échelles multiples.

Dans ce cas, la moyenne $\bar{x}(t)$ n'est plus simplement un cycle atténué, mais un signal riche présentant des fluctuations à plusieurs échelles temporelles. Cette construction est très proche d'une décomposition en ondelettes ou d'une représentation multi-résolution du signal.

Chaque oscillateur agit comme une composante élémentaire centrée sur une échelle donnée. La somme de ces composantes reconstruit une dynamique complexe présentant simultanément des oscillations lentes et rapides.

Interprétation économique de la moyenne des prix

Dans le contexte financier, $\bar{x}(t)$ peut être interprété comme le prix agrégé résultant de plusieurs groupes d'acteurs. Les oscillateurs rapides représentent des traders à court terme ou des microstructures de marché. Les oscillateurs lents représentent des investisseurs à long terme ou des cycles macro-économiques.

La moyenne de ces contributions donne un prix observé qui contient des fluctuations à toutes les échelles, comme c'est le cas dans les marchés réels. Cette interprétation justifie l'usage d'une batterie d'oscillateurs pour reproduire la structure multi-échelle des séries financières.

Moyenne du comportement y

La moyenne $\bar{y}(t)$ représente la probabilité d'achat agrégée de la population. Comme chaque y_i(t) oscille entre 0 et 1 avec des phases différentes, la moyenne reste généralement proche de 0,5 lorsque la population est large et équilibrée.

Cela correspond à une situation de marché globalement équilibré où, à chaque instant, certaines stratégies sont acheteuses et d'autres vendeuses. La moyenne des comportements individuels produit un état collectif modéré même si chaque composante est polarisée.

Différence fondamentale avec un oscillateur unique modulé

Une conclusion majeure de cette analyse est que la moyenne d'une batterie d'oscillateurs indépendants n'est pas équivalente à un oscillateur unique dont le paramètre K varie dans le temps.

Dans un oscillateur unique, il n'existe qu'une seule phase à un instant donné. La variation de K(t) modifie la vitesse ou l'amplitude de ce cycle unique. Le signal reste monomodal.

Dans une batterie, plusieurs phases coexistent simultanément. La somme contient donc plusieurs composantes indépendantes présentes au même instant. Le signal est intrinsèquement multimodal.

Cette distinction explique pourquoi une population d'oscillateurs peut produire une structure spectrale ou statistique différente d'un oscillateur modulé, même si les distributions de périodes sont similaires.

Comportement asymptotique pour grand N

Lorsque le nombre d'oscillateurs devient très grand, la moyenne $\bar{x}(t)$ tend vers une limite déterministe correspondant à l'espérance statistique de la population. Les fluctuations résiduelles décroissent comme $1/\sqrt{N}$.

Dans cette limite, le marché agrégé devient un signal lisse résultant d'une distribution continue de cycles. Ce régime correspond conceptuellement à un modèle de marché « continu » composé d'une infinité de stratégies.

Sens global de la construction en parallèle

La mise en parallèle de N oscillateurs indépendants constitue une manière naturelle de passer d'un modèle micro-dynamique à un modèle macro-dynamique. Chaque oscillateur représente une unité comportementale ou une échelle temporelle. Leur moyenne représente l'état global du système.

Cette approche permet d'introduire naturellement la multi-échelle, la désynchronisation et la diversité des comportements dans le modèle de marché. Elle explique aussi pourquoi la dynamique globale peut être plus lisse et plus complexe que celle de chaque composante.