

L'Interdisciplinarité en Finance Comportementale : Apports des Neurosciences, de la Biologie Évolutionnaire et de la Physique Quantique

Interdisciplinarity in Behavioral Finance: Contributions from Neuroscience, Evolutionary Biology, and Quantum Physics

QAFAS Ahlam

Enseignante chercheuse

Ecole Nationale de Commerce et de Gestion Kénitra

Université Ibn Tofail, Kenitra, Maroc

Laboratoire de recherche en Sciences de Gestion des Organisations (LARSGO)

EL MOUBARIK Ayoub

Doctorant

Ecole Nationale de Commerce et de Gestion

Université Ibn Tofail, Kenitra, Maroc

Laboratoire de recherche en Sciences de Gestion des Organisations (LARSGO)

Date de soumission : 30/01/2025

Date d'acceptation : 04/09/2025

Pour citer cet article :

QAFAS.A & EL MOUBARIK.A (2025) « L'intégration des approches interdisciplinaires dans la finance comportementale. », Revue Française d'Economie et de Gestion « Volume 6 : Numéro 9 » pp : 221 – 244.

Author(s) agree that this article remain permanently open access under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0 International License



Résumé :

Cet article explore l'intégration d'approches interdisciplinaires issues des neurosciences, de la biologie évolutionnaire et de la physique quantique dans le domaine de la finance comportementale, afin d'enrichir les paradigmes existants. Les neurosciences révèlent que les biais cognitifs, tels que l'excès de confiance et l'aversion à la perte, sont enracinés dans des mécanismes cérébraux automatiques, influencés, notamment, par les émotions. De plus, la biologie évolutionnaire explique la persistance de certains comportements irrationnels, comme l'aversion au risque, qui apparaissent comme des vestiges de stratégies de survie ancestrales. En outre, la physique quantique propose une approche innovante de l'incertitude financière, en la considérant comme une caractéristique intrinsèque des marchés plutôt qu'une simple variable probabiliste. Ce cadre théorique interdisciplinaire offre des pistes prometteuses pour de futures recherches empiriques, avec des implications pratiques pour la gestion des risques et l'élaboration de stratégies d'investissement adaptées à la complexité croissante des marchés financiers.

Mots-clés : Finance comportementale ; Neurosciences ; Biologie évolutionnaire ; Physique quantique ; Biais cognitifs.

Abstract:

This article explores the integration of interdisciplinary approaches from neuroscience, evolutionary biology, and quantum physics into the field of behavioral finance, with the aim of enriching existing paradigms. Neuroscience reveals that cognitive biases, such as overconfidence and loss aversion, are rooted in automatic brain mechanisms, notably influenced by emotions. Additionally, evolutionary biology explains the persistence of certain irrational behaviors, like risk aversion, as remnants of ancestral survival strategies. Furthermore, quantum physics offers an innovative approach to financial uncertainty, considering it as an intrinsic characteristic of markets rather than a mere probabilistic variable. This interdisciplinary theoretical framework presents promising avenues for future empirical research, with practical implications for risk management and the development of investment strategies suited to the increasing complexity of financial markets.

Keywords: Behavioral finance ; Neuroscience ; Evolutionary Biology ; Quantum physics ; Cognitive biases.

Introduction :

Le développement de la finance comportementale est une réponse aux limites des modèles financiers traditionnels, qui reposent sur l'hypothèse d'une rationalité parfaite des agents économiques. En remettant en question cette hypothèse, la finance comportementale introduit des concepts tels que les biais cognitifs, les émotions et les facteurs psychologiques, apportant ainsi une explication plus nuancée des décisions financières réelles, qui divergent souvent des prédictions des modèles classiques rationnels (Cui, 2024). Cependant, malgré ses contributions significatives, cette discipline demeure restreinte par des modèles qui n'intègrent pas suffisamment les approches interdisciplinaires. De ce fait, elle peine à exploiter pleinement les avancées issues d'autres disciplines scientifiques, limitant ainsi la compréhension approfondie des dynamiques financières contemporaines (Tharchen, 2012).

À l'heure actuelle, les marchés financiers évoluent dans un environnement d'une complexité croissante, caractérisé par une incertitude amplifiée et des comportements irrationnels échappant aux explications traditionnelles (Rekik et al., 2014). Cette situation requiert une approche plus holistique, capable d'incorporer les récentes découvertes de disciplines connexes telles que les neurosciences, la biologie évolutive et la physique quantique (Njegovanović, 2020a). Ces domaines apportent des perspectives innovantes sur les mécanismes qui sous-tendent les comportements financiers, en particulier les biais cognitifs et émotionnels, les instincts issus de l'évolution, ainsi que la nature intrinsèquement incertaine des marchés (Moreira, 2018a).

Cet article se propose d'explorer comment l'intégration de ces approches interdisciplinaires peut enrichir les paradigmes actuels de la finance comportementale. Compte tenu de cette formulation de la problématique commençant par "comment", cet article s'inscrit dans un paradigme interprétativiste, privilégiant une compréhension exploratoire et contextuelle des phénomènes. Il met en avant un cadre théorique novateur, fusionnant les apports des neurosciences, de la biologie évolutive et de la physique quantique, afin de mieux comprendre les comportements irrationnels observés sur les marchés financiers. L'objectif est également de dégager des implications pratiques pour la gestion des risques et l'élaboration de stratégies d'investissement adaptées. Ce cadre repose sur l'hypothèse que ces disciplines ne se contentent pas de compléter les modèles existants, mais ouvrent également la voie à de nouveaux modèles financiers qui reflètent plus fidèlement la complexité des comportements humains dans des situations d'incertitude. Pour valider ces propositions dans des recherches futures, une étude qualitative exploratoire est recommandée, par exemple à travers un guide d'entretien semi-

structuré auprès d'investisseurs et d'experts, afin d'explorer en profondeur les perceptions et expériences liées à ces biais interdisciplinaires.

Pour atteindre cet objectif, cet article s'organise comme suit : tout d'abord, une revue critique de la littérature examine l'intégration des approches interdisciplinaires en finance comportementale ainsi que les limites des modèles actuels. Ensuite, nous présentons un cadre théorique innovant qui intègre les neurosciences, la biologie évolutive et la physique quantique. Enfin, nous discutons des implications pratiques en matière de gestion des risques et de stratégies d'investissement, tout en proposant des pistes pour des recherches futures, alignées sur le paradigme interprétativiste pour une validation empirique approfondie.

1. Revue de la Littérature

La finance comportementale a bouleversé les modèles traditionnels en révélant l'importance des biais cognitifs et émotionnels dans les décisions financières. Cependant, elle demeure centrée sur une approche cognitive et ne tire pas pleinement parti des avancées d'autres disciplines. Cette section explore l'évolution de la finance comportementale et ses limites, tout en introduisant les apports potentiels des neurosciences, de la biologie évolutionnaire et de la physique quantique pour enrichir la compréhension des comportements irrationnels et proposer de nouvelles stratégies de gestion des risques.

1.1 Origines et Limites de la Finance Comportementale

La finance comportementale a émergé en réponse aux insuffisances des modèles financiers traditionnels, fondés sur l'hypothèse de la rationalité parfaite des agents économiques, qui postule que les investisseurs prennent des décisions optimales à partir de toute l'information disponible (Kansal & Singh, 2015). Cependant, les travaux pionniers de Kahneman et Tversky ont remis en question cette conception en démontrant que les biais cognitifs, souvent provoqués par des heuristiques mentales comme la représentativité, la disponibilité ou l'ancrage, engendrent des erreurs systématiques de jugement. Ces biais altèrent les perceptions des risques et des gains, influençant ainsi les décisions financières de manière prévisible mais irrationnelle (Singh et al., 2017).

Malgré ces avancées, le cadre théorique de la finance comportementale reste centré sur les processus cognitifs, négligeant souvent les influences neurobiologiques et émotionnelles cruciales en contexte d'incertitude ou de stress (Rashid et al., 2022). Par exemple, lors de la bulle dot-com de 2001, les biais comme l'excès de confiance ont conduit à des investissements irrationnels, soulignant les limites des modèles classiques. Des domaines émergents comme la

neurofinance visent à intégrer ces mécanismes cérébraux, mais leur incorporation reste préliminaire, réduisant la portée explicative en situations réelles de marché.

1.2 Contributions Interdisciplinaires : Neurosciences, Biologie Évolutionnaire et Physique Quantique

1.2.1. Neurosciences et Finance Comportementale

Les neurosciences ajoutent une dimension essentielle à l'étude des comportements financiers en expliquant comment les biais cognitifs sont enracinés dans des mécanismes cérébraux spécifiques (Korteling et al., 2018a). Par exemple, l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf) a montré que l'amygdale, une région clé du cerveau, joue un rôle central dans la régulation des émotions telles que la peur et le stress, qui influencent directement les décisions prises sous risque (Kahn et al., 2000).

Ces découvertes indiquent que des réactions irrationnelles, telles que la vente panique lors du Black Monday de 1987 (Gupta et al., 2011), proviennent de mécanismes émotionnels automatiques plutôt que d'analyses rationnelles (Takahashi, 2013). Intégrer ces mécanismes pourrait mieux expliquer la persistance des biais cognitifs face à des informations rationnelles (Korteling et al., 2018b).

1.2.2. Biologie Évolutionnaire et Comportements Financiers

Les processus de sélection naturelle, qui ont façonné les stratégies de survie de nos ancêtres, expliquent des biais tels que l'aversion au risque. Ces comportements, adaptés à des environnements incertains, ont permis d'éviter des dangers immédiats (Zhang et al., 2014), mais se traduisent aujourd'hui par des décisions excessivement prudentes dans un contexte financier moderne (Oussedik et al., 2017).

Ainsi, ces comportements ancestraux persistent aujourd'hui, comme observé dans l'aversion excessive au risque lors de crises volatiles (ex. : crise asiatique de 1997). Intégrer la biologie évolutive aide à expliquer leur robustesse malgré les changements de contexte (Moreira, 2018b).

1.2.3. Physique Quantique et Modélisation de l'Incertitude Financière

La physique quantique offre une approche innovante pour comprendre l'incertitude et le risque dans les marchés financiers (Khrennikova, 2016a). En se basant sur des concepts tels que la superposition des états de prix et l'intrication, elle montre que l'incertitude est une caractéristique inhérente aux marchés financiers, de manière similaire au principe d'incertitude d'Heisenberg en physique (Heisenberg, 1927).

Par exemple, lors de fluctuations imprévisibles comme la dette européenne de 2011, les attentes des investisseurs ont altéré les prédictions classiques (Mikołajek-Gocejna, 2015). Intégrer ces notions permet une modélisation plus nuancée de l'incertitude, non réductible à une simple probabilité (Chakraborty & Das, 2014).

1.3 Analyse Critique et Limites Identifiées

Bien que la finance comportementale ait significativement enrichi la compréhension des décisions financières irrationnelles, elle reste limitée par un manque d'intégration des découvertes interdisciplinaires provenant des neurosciences, de la biologie évolutionnaire et de la physique quantique (Bao-hua, 2004). Ces disciplines apportent des perspectives prometteuses pour approfondir la compréhension des comportements irrationnels, mais elles sont encore sous-utilisées dans les modèles financiers actuels (Jedlicka, 2017a).

Les neurosciences, par exemple, révèlent que des mécanismes automatiques et émotionnels, tels que ceux associés à l'amygdale, influencent fortement les décisions sous stress (De Martino et al., 2006), alors que les modèles financiers traditionnels se concentrent sur les processus décisionnels conscients (Dumanli & Aren, 2021). De même, la biologie évolutionnaire explique que certains comportements perçus aujourd'hui comme irrationnels, tels que l'aversion au risque, étaient des stratégies adaptatives dans le passé, bien qu'ils paraissent inadaptés dans le cadre des marchés modernes (Lakshminarayanan & Santos, 2010a).

Enfin, les approches issues de la physique quantique remettent en question les théories classiques de la prédictibilité des marchés financiers en reconnaissant l'incertitude fondamentale et l'influence des attentes subjectives des investisseurs. Ces théories offrent une nouvelle perspective pour aborder la gestion des risques (Khrennikova, 2016b). Cependant, ces avancées théoriques nécessitent encore des recherches supplémentaires pour prouver leur applicabilité pratique (Griffin & Sampat, 2021).

En résumé, une approche interdisciplinaire combinant ces disciplines enrichirait la compréhension des comportements financiers, offrant de nouvelles perspectives pour la gestion des risques et les stratégies d'investissement adaptées à la complexité des marchés (Gabbi & Iori, 2022).

Pour évaluer l'impact concret de ces disciplines interdisciplinaires, il est nécessaire d'adopter une méthodologie rigoureuse et adaptée. La section suivante présente la démarche interdisciplinaire employée pour synthétiser les apports de ces différentes disciplines dans un cadre théorique unifié, permettant de dépasser les limites des modèles traditionnels.

2. Méthodologie

Cette section décrit la méthodologie adoptée pour intégrer les neurosciences, la biologie évolutionnaire et la physique quantique dans la finance comportementale. Nous exposons les étapes de sélection et d'analyse de la littérature, ainsi que le développement d'un cadre théorique interdisciplinaire, visant à enrichir la compréhension des comportements financiers irrationnels et à améliorer la gestion des risques

2.1 Approche interdisciplinaire

Afin d'explorer comment l'intégration des neurosciences, de la biologie évolutionnaire et de la physique quantique peut enrichir et transformer les paradigmes de la finance comportementale, nous avons adopté une approche interdisciplinaire. Cette démarche repose sur une synthèse des théories et principes issus de diverses disciplines scientifiques, permettant de créer un cadre théorique unifié et global pour l'analyse des comportements financiers (Fararo & Skvoretz, 1987).

Par exemple :

- Les neurosciences montrent que l'aversion à la perte est enracinée dans des processus émotionnels automatiques (Sokol-Hessner & Rutledge, 2018).
- La biologie évolutionnaire lie des biais comme l'aversion au risque à des circuits neuronaux ancestraux (Hintze et al., 2015a).
- La physique quantique redéfinit l'incertitude comme intrinsèque, avec des superpositions d'états de prix (Khrennikova, 2016c).

Ces approches ne sont pas simplement juxtaposées, mais combinées pour former un cadre théorique intégratif et cohérent. Par exemple, les découvertes sur l'impact des émotions et des biais cognitifs issus des neurosciences sont liées aux théories évolutionnaires afin d'expliquer la persistance de ces biais (Gopych, 2002), tandis que la physique quantique permet de réévaluer les modèles de gestion de l'incertitude dans des systèmes financiers complexes (Orus et al., 2019).

2.2 Sélection et analyse de la littérature

Nous avons mené une revue systématique de la littérature pour identifier et sélectionner les travaux pertinents dans les domaines des neurosciences, de la biologie évolutionnaire et de la physique quantique, appliqués à la finance comportementale. La recherche a été effectuée via des bases de données académiques telles que **Google Scholar**, **PubMed** et **JSTOR**, en utilisant

des mots-clés tels que « neurosciences et finance », « biologie évolutionnaire et finance comportementale », et « physique quantique et gestion des risques ».

Un certain nombre d'articles a été initialement sélectionné. Après une analyse préliminaire, certains articles ont été retenus pour une évaluation approfondie, en excluant ceux qui ne répondaient pas directement à notre question de recherche ou dont les résultats n'étaient pas généralisables. Chaque article a été évalué selon sa pertinence, sa rigueur méthodologique et sa contribution potentielle à l'intégration des disciplines dans la finance comportementale.

L'analyse s'est déroulée en trois étapes : (1) l'identification des concepts clés dans chaque discipline, (2) l'évaluation de leur applicabilité à la finance comportementale, et (3) une synthèse interdisciplinaire pour développer un cadre théorique intégré. Cette méthode garantit que chaque discipline apporte une contribution spécifique et complémentaire à l'élaboration du modèle final.

2.3 Élaboration du Cadre Théorique

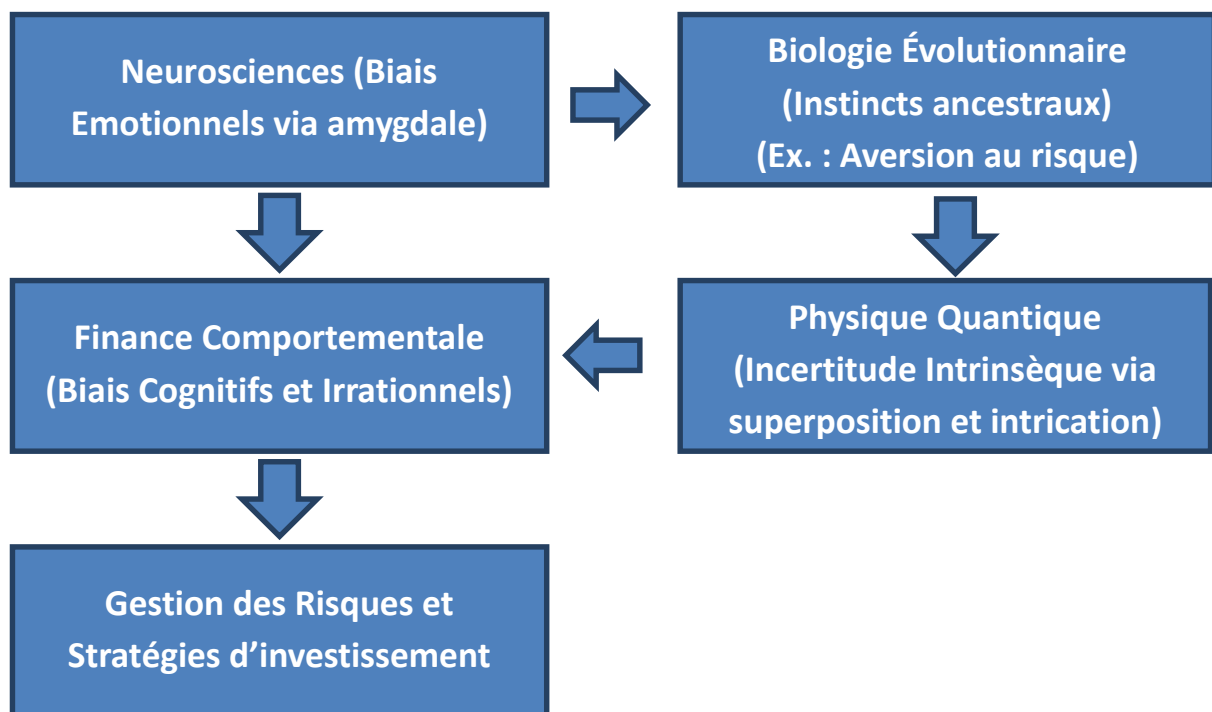
Le cadre théorique proposé dans cet article repose sur la synthèse des apports des neurosciences, de la biologie évolutionnaire et de la physique quantique, appliqués à la finance comportementale. Nous avons d'abord mis en lumière les limites des modèles traditionnels, qui reconnaissent les anomalies comportementales sans parvenir à expliquer pleinement la persistance des biais cognitifs et émotionnels. De nouveaux efforts de modélisation sont nécessaires pour intégrer ces aspects émotionnels (Miglietta & Remondino, 2009).

Ensuite, nous avons intégré : les neurosciences pour les processus décisionnels émotionnels ; la biologie évolutionnaire pour les origines irrationnelles des biais ; et la physique quantique pour revisiter la gestion des risques face à l'incertitude intrinsèque. Par exemple, ce cadre pourrait expliquer la surréaction des investisseurs lors de la crise Subprime de 2007-2008, où des biais émotionnels (neurosciences) et ancestraux (biologie) ont amplifié l'incertitude quantique des marchés.

Ce cadre théorique a été testé conceptuellement en le comparant aux modèles traditionnels de finance comportementale. Des études empiriques et des exemples pratiques ont été utilisés pour illustrer comment ces nouvelles perspectives théoriques peuvent offrir une compréhension plus holistique des comportements financiers et améliorer la gestion des risques.

Figure 1 : Schéma synthétique du cadre théorique interdisciplinaire

Légende : Ce schéma illustre l'intégration des trois disciplines interdisciplinaires dans la finance comportementale. Au centre, la finance comportementale est enrichie par les apports des neurosciences (focalisées sur les biais émotionnels et mécanismes cérébraux comme l'amygdale), de la biologie évolutionnaire (expliquant les instincts ancestraux tels que l'aversion au risque), et de la physique quantique (modélisant l'incertitude intrinsèque via des concepts comme la superposition et l'intrication). Les flèches indiquent une convergence vers des implications pratiques, notamment une gestion des risques améliorée et des stratégies d'investissement plus adaptées à la complexité des marchés.



2.4 Limites de l'étude

Il est essentiel de noter que cette recherche reste principalement conceptuelle. Bien que l'intégration des neurosciences, de la biologie évolutionnaire et de la physique quantique offre des perspectives théoriques intéressantes, les preuves expérimentales directes sont encore limitées, et ces hypothèses n'ont pas encore été validées empiriquement dans un cadre financier (Jedlicka, 2017b). Pour valider empiriquement ce cadre, des études futures pourraient adopter: Un paradigme interprétativiste qualitatif (exploratoire) : Commencer par "Comment" pour explorer via guides d'entretiens avec 20-30 investisseurs, analysant leurs récits sur les biais émotionnels, complétés par IRMf pour corrélérer réactions émotionnelles et activations neuronales lors de simulations de fluctuations de marché (Peterson, 2005).

Un paradigme positiviste quantitatif (confirmatoire) : Utiliser "Dans quelle mesure" pour tester hypothèses via questionnaires sur un échantillon de 200 gestionnaires, avec analyse statistique (ex. : régression) pour mesurer l'impact des instincts évolutifs sur le long terme. Une phase qualitative exploratoire préalable pourrait être aménagée.

Pour la physique quantique : Études empiriques avec modélisation quantique (augmentation de qubits, réduction du bruit) pour simuler risques en temps réel, validant l'applicabilité en gestion des risques (Wilkens & Moorhouse, 2023).

Enfin, l'intégration de ces disciplines présente des défis méthodologiques. La diversité des méthodes propres à chaque domaine peut rendre difficile la création d'un cadre théorique cohérent. Par exemple, il peut être complexe de concilier les approches empiriques des neurosciences avec les modèles abstraits de la finance ou de la physique quantique. Il est également crucial de considérer les implications éthiques de l'intégration de la biologie évolutionnaire dans la finance comportementale, en veillant à ne pas négliger les variations culturelles et individuelles dans la formation et la distribution des normes éthiques (Mesoudi & Danielson, 2008).

L'approche interdisciplinaire a permis de créer un cadre théorique enrichissant la compréhension des comportements financiers, en intégrant les neurosciences, la biologie évolutionnaire et la physique quantique. Bien que conceptuelle, cette démarche appelle à des validations empiriques. La prochaine section présente les résultats de cette approche et ses implications pour la finance comportementale et la gestion des risques.

3. Résultats

Cette section présente les résultats de l'intégration des neurosciences, de la biologie évolutionnaire et de la physique quantique dans la finance comportementale. Ces disciplines offrent des perspectives inédites sur les comportements financiers, révélant des mécanismes émotionnels et cognitifs, ainsi que des dynamiques d'incertitude, tout en soulignant les limites des modèles traditionnels.

3.1 Contributions des Neurosciences, de la Biologie et de la Physique Quantique

L'intégration des neurosciences, de la biologie évolutionnaire et de la physique quantique apporte des perspectives inédites sur les décisions financières en dévoilant des mécanismes sous-jacents complexes (Njegovanović, 2020b).

Les neurosciences ont révélé que certains biais cognitifs, comme l'attention biaisée envers des menaces inconscientes, sont profondément enracinés dans des structures cérébrales spécifiques, telles que le circuit amygdalo-préfrontal (Carlson et al., 2014). Par exemple, lors du Black

Monday de 1987, ces biais ont provoqué des ventes paniques, amplifiant les pertes (Pompian, 2020). La modélisation neurocomputationnelle intègre ces mécanismes émotionnels pour des modèles décisionnels plus réalistes (Litt et al., 2007).

Les recherches en neurophysiologie et biologie évolutionnaire montrent que certains comportements financiers, tels que l'aversion au risque, sont des vestiges d'instincts adaptatifs hérités de nos ancêtres (Hintze et al., 2015b). Ces comportements, cruciaux pour la survie dans des environnements hostiles, influencent encore les décisions financières modernes. Par cas illustratif, pendant la crise asiatique de 1997, l'aversion au risque ancestrale a conduit à une sous-estimation des opportunités de rebond, rendant les décisions inadaptées (Shankar, 2019). Cela questionne si l'éducation suffit à corriger ces biais enracinés (Korteling et al., 2018c).

Enfin, l'application des principes de la physique quantique à la modélisation du risque permet une approche novatrice de l'incertitude financière. Les résultats montrent que l'incertitude est une caractéristique intrinsèque des systèmes financiers complexes et ne peut être réduite à une simple variable probabiliste classique (Lin, 2024). Par illustration, lors des fluctuations inflationnistes de 2022, les croyances des investisseurs ont créé une "superposition" d'états de prix imprévisibles (Klaus, 2022). Cela pave la voie à des modèles de risques robustes intégrant la volatilité et l'incertitude fondamentale (Orrell, 2024a).

3.2 Lacunes des Modèles Traditionnels de la Finance Comportementale

Les résultats révèlent des lacunes majeures dans les modèles actuels de finance comportementale, notamment en ce qui concerne leur capacité à expliquer la persistance des biais cognitifs et à gérer l'incertitude (Mokhtar, 2016).

Les modèles traditionnels peinent à expliquer pourquoi ces biais cognitifs persistent, même dans des situations où des décisions rationnelles devraient prévaloir. Les neurosciences montrent que ces biais sont profondément ancrés et souvent involontaires, influençant systématiquement le comportement (Backhus et al., 2019). Par exemple, pendant la bulle dot-com de 2001, l'éducation n'a pas empêché les biais émotionnels d'alimenter des investissements irrationnels (Ackert et al., 2003). La focalisation exclusive sur les aspects cognitifs néglige les processus émotionnels automatiques.

De plus, les modèles traditionnels sous-estiment l'influence des instincts biologiques sur les décisions financières. Les théories de la psychologie évolutionniste révèlent que des comportements tels que le mimétisme et l'aversion aux pertes sont enracinés dans des adaptations évolutionnaires, mais entrent en conflit avec les objectifs financiers modernes. Par

cas concret, le trading excessif observé lors des variations de prix en 2020 illustre ce conflit (Olsen, 2000).

Enfin, les modèles actuels de gestion des risques montrent leurs limites dans leur capacité à appréhender pleinement l'incertitude inhérente aux marchés financiers. La crise de 2007 a mis en évidence cette faiblesse, en montrant que l'optimisme excessif et la sous-évaluation des risques reposaient sur l'hypothèse erronée selon laquelle l'incertitude pouvait être réduite à une variable quantifiable (Blommestein et al., 2009).

3.3 Perspectives d'Amélioration grâce aux Approches Interdisciplinaires

Les résultats des recherches en neurosciences, biologie et physique quantique ouvrent de nombreuses opportunités pour enrichir les modèles actuels de finance comportementale. Les découvertes en neurosciences concernant l'impact des émotions et des mécanismes automatiques sur les décisions financières montrent qu'il est crucial d'intégrer ces dimensions dans les modèles existants. En particulier, le stress module la prise de risque, exacerbant les biais comportementaux et poussant les décideurs à s'appuyer sur des réactions automatiques. Pour les gestionnaires de portefeuille, cela implique des outils comme des algorithmes neuro-inspirés pour détecter les biais en temps réel lors de stress marché (Porcelli & Delgado, 2009). En parallèle, l'intégration des résultats de la biologie évolutionnaire dans la finance comportementale permettrait d'expliquer plus précisément les comportements irrationnels observés chez les investisseurs. Ces comportements, tels que l'aversion au risque ou la surconfiance, ont été façonnés par des forces évolutives qui, bien qu'efficaces dans certains contextes, deviennent inadaptées dans d'autres (Remorov & Lo, 2021). Pour les régulateurs, cela suggère des politiques adaptatives tenant compte de l'hétérogénéité évolutive des investisseurs, pour une supervision plus nuancée (Ackley & Konopka, 2011).

Enfin, les résultats issus de la physique quantique montrent que l'incertitude doit être traitée comme une caractéristique fondamentale des marchés financiers. Contrairement aux approches classiques qui cherchent à minimiser ou à quantifier l'incertitude, ces recherches suggèrent que la gestion des risques doit intégrer la volatilité comme un facteur dynamique, évoluant selon les conditions du marché (Orrell, 2024b). Cela souligne la nécessité de repenser la volatilité en tant que variable dynamique, afin de développer des modèles de gestion des risques plus robustes et adaptés aux fluctuations des marchés financiers. Pour les gestionnaires, cela signifie des stratégies quantiques pour modéliser les risques systémiques, comme lors de turbulences imprévues.

Pour valider ces perspectives empiriquement, des méthodologies futures détaillées pourraient inclure :

- Paradigme interprétativiste (qualitatif exploratoire) : Commencer par "Comment" pour explorer via guides d'entretiens avec 40 investisseurs, analysant leurs expériences de biais émotionnels (focus neurosciences), complétés par IRMf pour corréliser activations neuronales et décisions sous stress.
- Paradigme positiviste (quantitatif confirmatoire) : Utiliser "Dans quelle mesure" pour tester hypothèses via questionnaires sur 200 professionnels, avec analyses statistiques (ex. : régression) pour mesurer l'impact des instincts évolutifs sur les comportements, incluant une phase qualitative préalable.
- Intégration quantique : Simulations empiriques avec modélisation de qubits pour valider l'incertitude en scénarios réels de marché, comme des tests sur volatilité multifractale.

En somme, l'intégration de ces disciplines enrichit significativement la compréhension des comportements financiers en révélant des biais profonds et en reconsidérant la nature de l'incertitude. Ces résultats soulignent les limites des modèles classiques et ouvrent des pistes pour développer des approches plus robustes en gestion des risques. La section suivante discutera en détail des implications de ces résultats, tout en proposant un cadre théorique interdisciplinaire pour surmonter les limites des modèles classiques.

4. Discussion

Dans cette section, nous interprétons les résultats issus de l'intégration des neurosciences, de la biologie évolutionnaire et de la physique quantique dans la finance comportementale. Nous analysons comment ces disciplines permettent d'enrichir la compréhension des comportements irrationnels et de l'incertitude des marchés. Enfin, nous proposons un cadre théorique interdisciplinaire qui dépasse les approches traditionnelles et discutons des implications pratiques et des recherches futures

4.1 Analyse et Interprétation des Résultats

Les résultats obtenus confirment l'importance d'intégrer des approches interdisciplinaires pour l'analyse des comportements financiers. Les neurosciences révèlent que les biais cognitifs et émotionnels, notamment ceux liés aux interactions dynamiques entre l'amygdale et le cortex préfrontal médial, sont des processus automatiques qui influencent de manière significative les décisions financières, en particulier en période de stress (Kim et al., 2011). Par exemple, lors de la dette européenne de 2011, ces biais ont conduit à des ventes paniques malgré des données

disponibles, illustrant l'échec des modèles rationnels à capturer les mécanismes émotionnels automatiques.

De plus, les recherches en biologie évolutive soulignent que des comportements financiers tels que l'aversion au risque sont profondément enracinés dans notre histoire évolutive. Ces comportements, autrefois cruciaux pour la survie dans des environnements incertains, continuent d'influencer les décisions contemporaines, souvent de manière inadéquate dans les contextes financiers actuels. Par cas illustratif, pendant la volatilité post-pandémie de 2020, l'aversion au risque ancestrale a freiné les investissements en actifs risqués, malgré des opportunités rationnelles, compliquant les corrections par éducation seule (Robson & Orr, 2021).

Enfin, l'application des concepts issus de la physique quantique à la modélisation du risque propose un cadre novateur pour comprendre l'incertitude financière. Contrairement aux modèles classiques basés sur la probabilité, les relations d'incertitude en physique quantique indiquent des limites intrinsèques à la précision avec laquelle certaines propriétés peuvent être déterminées simultanément. Par exemple, lors du flash crash de 2010, cette incertitude intrinsèque a rendu imprévisibles les prédictions probabilistes, soulignant son caractère irréductible (Friedland et al., 2013).

4.2 Proposition d'un Modèle Théorique Interdisciplinaire

Sur la base de ces résultats, nous proposons un cadre théorique interdisciplinaire qui intègre les contributions des neurosciences, de la biologie évolutionnaire et de la physique quantique à la finance comportementale. Ce cadre dépasse les modèles traditionnels en abordant de manière plus exhaustive les mécanismes sous-jacents aux décisions financières (**voir Figure 1 pour une représentation schématique**).

Les avancées en neurosciences, qui montrent que les émotions, qu'elles soient conscientes ou inconscientes, jouent un rôle crucial dans la prise de décision, soulignent l'importance d'inclure ces mécanismes complexes dans les modèles financiers. Par exemple, intégrer la finance émotionnelle via modélisation neuro-computationnelle anticiperait les réactions irrationnelles sous stress, comme lors de chutes boursières soudaines (Priyadharshini & Tamizhhyothi, 2018). Par ailleurs, l'intégration des instincts évolutifs, issus de la biologie, montre que de nombreux comportements biaisés observés sur les marchés financiers, bien que considérés comme irrationnels dans des contextes économiques modernes, sont des réponses adaptatives développées dans des environnements passés (Lakshminarayanan & Santos, 2010b). Le cadre théorique interdisciplinaire propose de considérer ces instincts non pas comme des erreurs, mais

comme des réponses automatiques et naturelles du cerveau humain, façonnées par l'évolution. Par illustration, cela explique la persistance de l'aversion au risque lors de bulles spéculatives, offrant une vue nuancée au-delà des erreurs cognitives (Slovic et al., 2004).

Enfin, la physique quantique propose une approche innovante de l'incertitude sur les marchés financiers. Plutôt que de la concevoir comme une variable statique ou réductible, ce cadre reconnaît l'incertitude, notamment celle liée à la volatilité, comme une caractéristique fondamentale des systèmes financiers. Par exemple, intégrer la G-expectation modéliserait les marchés incomplets lors de turbulences, comme en 2007, pour une dynamique plus réaliste (Vorbrink, 2010).

4.3 Implications Pratiques et Perspectives de Recherche

L'intégration de ce cadre théorique interdisciplinaire permettrait de développer des outils analytiques mieux adaptés aux défis complexes de la régulation financière et d'offrir des solutions pratiques pour la gestion des risques et les stratégies d'investissement (Stefancic, 2009).

Premièrement, les gestionnaires de portefeuille et les investisseurs pourraient bénéficier de modèles intégrant à la fois des processus émotionnels automatiques et cognitifs conscients, tels que ceux mis en lumière par les neurosciences. Ces modèles permettraient de mieux anticiper les comportements irrationnels en période de stress financier (Thilakarathne & Treur, 2014). En incorporant ces dynamiques émotionnelles, il serait possible de développer des outils prédictifs plus précis, afin de réduire les décisions impulsives de vente d'actifs en temps de crise, contribuant ainsi à la stabilité des choix d'investissement – par exemple, via des alertes neuro-basées pour les gestionnaires lors de volatilité élevée.

Deuxièmement, Intégrer les dynamiques évolutives dans les stratégies d'investissement permettrait d'anticiper des comportements irrationnels tels que la surconfiance et l'aversion au risque, tout en reconnaissant leur rôle dans l'apprentissage des investisseurs. Plutôt que de corriger ces biais, les stratégies devraient s'adapter à l'hétérogénéité des investisseurs et aux changements comportementaux au fil du temps. Pour les régulateurs, cela implique des politiques personnalisées, comme des simulations évolutives pour tester l'impact des biais sur la stabilité systémique (He, 2022).

Enfin, l'utilisation des principes de la physique quantique dans la gestion des risques offre des perspectives prometteuses pour traiter l'incertitude et la volatilité de manière plus dynamique. En considérant la volatilité comme un processus intrinsèquement lié aux cycles économiques et évoluant de façon multifractale, les gestionnaires de risques pourraient élaborer des modèles

plus flexibles, capables de mieux s'adapter aux turbulences et aux changements soudains des conditions de marché (Gonçalves, 2012). Pour les gestionnaires de portefeuille, cela signifie des hedging quantiques dynamiques, par exemple lors de turbulences comme le flash crash de 2010, pour atténuer les risques systémiques.

Les recherches futures devraient prioriser la validation empirique de ce cadre interdisciplinaire. Pour cela, des méthodologies détaillées pourraient inclure :

- Paradigme interprétativiste (qualitatif exploratoire) : Commencer par "Comment" pour tester via guides d'entretiens avec 40 investisseurs, explorant l'impact des instincts évolutifs (focus biologie) sur les adaptations comportementales, validés par études longitudinales.
- Paradigme positiviste (quantitatif confirmatoire) : Utiliser "Dans quelle mesure" pour hypothèses via questionnaires sur 200 professionnels, avec analyses (ex. : modélisation structurelle) pour évaluer les concepts quantiques sur l'incertitude, incluant phase qualitative préalable.
- Pour la biologie évolutionnaire et physique quantique : Études hybrides avec simulations de qubits et analyses d'adaptation, testant l'applicabilité via scénarios de marché volatils comme le flash crash de 2010.

En conclusion, l'intégration de ces disciplines enrichit notre compréhension des biais cognitifs et de l'incertitude dans les décisions financières. Ces disciplines offrent des outils théoriques pour dépasser les modèles classiques et mieux saisir les comportements irrationnels. Cependant, leur applicabilité pratique nécessite davantage de recherches empiriques. La section suivante synthétisera les principales conclusions de cet article, en mettant en lumière les contributions de cette approche interdisciplinaire et les implications pour la finance comportementale, ainsi que les pistes de recherche futures.

Conclusion Générale :

Cet article avait pour objectif d'explorer l'intégration d'approches interdisciplinaires – issues des neurosciences, de la biologie évolutionnaire et de la physique quantique – dans le domaine de la finance comportementale, afin de dépasser les limites des modèles traditionnels. À travers une revue critique de la littérature, nous avons montré que, bien que la finance comportementale ait considérablement enrichi notre compréhension des décisions financières, elle reste largement confinée à des cadres théoriques centrés sur les processus cognitifs. Par exemple, les modèles classiques négligent souvent les apports émotionnels et évolutifs, comme observé dans les réactions irrationnelles lors de crises financières majeures (Harrington, 2010).

Les résultats de notre analyse indiquent que l'intégration des neurosciences permet une meilleure compréhension des mécanismes émotionnels et automatiques qui influencent les décisions financières en période de stress. Parallèlement, la biologie évolutionnaire montre que certains biais comportementaux, souvent perçus comme irrationnels dans le contexte actuel, sont en réalité des vestiges de stratégies adaptatives anciennes. Cela explique la persistance de ces biais malgré un environnement financier profondément transformé. Enfin, l'introduction de concepts issus de la physique quantique offre une nouvelle perspective sur l'incertitude, la considérant non pas comme un simple paramètre probabiliste à gérer, mais comme une caractéristique intrinsèque des marchés financiers (**voir Figure 1 pour une synthèse visuelle**). En répondant à la question centrale de cet article, nous avons démontré que l'apport de ces disciplines enrichit et élargit les paradigmes actuels de la finance comportementale, tout en ouvrant la voie à de nouvelles stratégies pour la gestion des risques et les investissements. Cette approche interdisciplinaire est cruciale non seulement pour améliorer la modélisation des comportements financiers, mais aussi pour fournir des cadres analytiques et des outils plus robustes, nécessaires à une meilleure compréhension de la complexité des marchés financiers contemporains (Stefancic, 2009).

Les implications théoriques sont significatives : un cadre interdisciplinaire en finance comportementale s'avère indispensable pour dépasser les limites des approches purement cognitives. Sur le plan pratique, l'adoption de ces modèles pourrait transformer la gestion des risques en prenant en compte les biais émotionnels et les incertitudes fondamentales, tout en proposant des stratégies d'investissement mieux adaptées aux comportements réels des investisseurs. Par exemple, pour les gestionnaires de portefeuille, cela implique des outils neuro-inspirés pour anticiper les réactions émotionnelles lors de volatilité, comme des algorithmes détectant l'aversion au risque en temps réel. Pour les régulateurs, cela suggère des politiques intégrant l'incertitude quantique, comme des simulations multifractales pour superviser les risques systémiques et promouvoir une stabilité accrue des marchés.

Néanmoins, cette étude reste de nature conceptuelle et appelle à des recherches futures pour valider empiriquement ces hypothèses dans des contextes financiers réels. Les futures recherches devraient explorer l'impact des mécanismes neurobiologiques sur la prise de décision en finance, tester les théories de la biologie évolutionnaire dans des environnements financiers contemporains, et appliquer les principes de la physique quantique à la gestion de l'incertitude. Pour une validation plus détaillée, des méthodologies hybrides pourraient combiner paradigmes interprétativiste (guides d'entretiens qualitatifs avec 40 investisseurs et

IRMf pour biais émotionnels) et positiviste (questionnaires sur 200 professionnels avec analyses régression pour instincts évolutifs et incertitude quantique), incluant simulations de qubits pour scénarios réels comme des turbulences multifractales.

Ces travaux pourraient aboutir à une compréhension plus complète et nuancée des comportements financiers, ouvrant ainsi de nouvelles perspectives pour l'évolution de la finance comportementale.

REFERENCES :

- Ackert, L. F., Church, B. K., & Deaves, R. (2003). Emotion and financial markets. *Econometric Reviews*, 88, 33-41.
- Ackley, R. W., & Konopka, L. M. (2011). Contribution of Neuroscience to Financial Decision-Making. In R. Yazdipour (Éd.), *Advances in Entrepreneurial Finance: With Applications from Behavioral Finance and Economics* (p. 69-92). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-7527-0_5
- Backhus, L. M., Lui, N. S., Cooke, D. T., Bush, E. L., Enumah, Z., & Higgins, R. (2019). Unconscious Bias. *Thoracic Surgery Clinics*, 29(3), 259-267. <https://doi.org/10.1016/j.thorsurg.2019.03.004>
- Bao-hua, Z. (2004). Discrimination and analysis of behavioral finance as science. *Journal of Guangzhou Finance & Trade Management Institute*. <https://consensus.app/papers/discrimination-analysis-finance-science-baohua/8610e8ea97cc5b599f08d3803d751b03/>
- Blommestein, H. J., Hoogduin, L. H., Peeters, J., Boonstra, W. W., Schulmeister, S., Verónica, V., & Weistroffer, C. (2009, octobre 15). *Uncertainty and Risk Management after the Great Moderation: The Role of Risk (Mis)Management by Financial Institutions—Consensus*. https://consensus.app/papers/uncertainty-risk-management-great-moderation-role-risk-blommestein/35feea1067e3500ebdf1101f33d2e7b7/?utm_source=chatgpt
- Carlson, J. M., Cha, J., Harmon-Jones, E., Mujica-Parodi, L. R., & Hajcak, G. (2014). Influence of the BDNF Genotype on Amygdalo-Prefrontal White Matter Microstructure is Linked to Nonconscious Attention Bias to Threat. *Cerebral Cortex*, 24(9), 2249-2257. <https://doi.org/10.1093/cercor/bht089>
- Chakraborty, M., & Das, S. (2014). On Manipulation in Prediction Markets When Participants Influence Outcomes Directly. *ArXiv*, [abs/1407.7015](https://arxiv.org/abs/1407.7015).

- <https://consensus.app/papers/manipulation-prediction-markets-when-participants-chakraborty/5c3f4436aead53999f9197ea53f2c6da/>
- Cui, J. (2024). Behavioral Finance : The Impact of Investor Expectation on Financial Decision-Making. *Advances in Economics, Management and Political Sciences*, 79(1), 39-43. <https://doi.org/10.54254/2754-1169/79/20241874>
- De Martino, B., Kumaran, D., Seymour, B., & Dolan, R. J. (2006). Frames, Biases, and Rational Decision-Making in the Human Brain. *Science*, 313(5787), 684-687. <https://doi.org/10.1126/science.1128356>
- Dumanli, A. N., & Aren, S. (2021). EMOTIONAL FINANCE : AS A NEW APPROACH TO UNDERSTANDING THE MARKETS. *JOURNAL OF LIFE ECONOMICS*, 8(2), 173-183. <https://doi.org/10.15637/jlecon.8.2.03>
- Fararo, T. J., & Skvoretz, J. (1987). Unification Research Programs : Integrating Two Structural Theories. *American Journal of Sociology*, 92(5), 1183-1209. <https://doi.org/10.1086/228632>
- Friedland, S., Gheorghiu, V., & Gour, G. (2013). Universal Uncertainty Relations. *Physical Review Letters*, 111(23), 230401. <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.111.230401>
- Gabbi, G., & Iori, G. (2022). New measures for a new normal in finance and risk management. *The European Journal of Finance*, 28(13-15), 1257-1262. <https://doi.org/10.1080/1351847X.2022.2057808>
- Gonçalves, C. P. (2012). *Quantum Financial Economics—Risk and Returns* (arXiv:1107.2562). arXiv. <http://arxiv.org/abs/1107.2562>
- Gopych, P. M. (2002). *Computer modeling of feelings and emotions : A quantitative neural network model of the feeling-of-knowing*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.cs/0206008>
- Griffin, P., & Sampat, R. (2021). Quantum Computing for Supply Chain Finance. *2021 IEEE International Conference on Services Computing (SCC)*, 456-459. <https://doi.org/10.1109/scc53864.2021.00066>
- Gupta, R., R. Kosciuk, T., Bechara, A., & T. Tranel, D. (2011, mars 1). The amygdala and decision-making. *Neuropsychologia*. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2010.09.029>
- Harrington, B. (2010, octobre 31). *On the limitations of behavioral finance*. *Economic Sociology*. <https://thesocietypages.org/economicsociology/2010/10/31/on-the-limitations-of-behavioral-finance/>

- He, Z. L. (2022). *An Evolutionary Theory of Overconfidence and Loss Aversion in Adaptive Markets* (SSRN Scholarly Paper 4115680). <https://doi.org/10.2139/ssrn.4115680>
- Heisenberg, W. (1927). Über den anschaulichen Inhalt der quantentheoretischen Kinematik und Mechanik. *Zeitschrift für Physik*, 43(3), 172-198. <https://doi.org/10.1007/BF01397280>
- Hintze, A., Olson, R. S., Adami, C., & Hertwig, R. (2015a). Risk sensitivity as an evolutionary adaptation. *Scientific Reports*, 5(1), 8242. <https://doi.org/10.1038/srep08242>
- Hintze, A., Olson, R. S., Adami, C., & Hertwig, R. (2015b). Risk sensitivity as an evolutionary adaptation. *Scientific Reports*, 5(1), 8242. <https://doi.org/10.1038/srep08242>
- Jedlicka, P. (2017a). Revisiting the Quantum Brain Hypothesis : Toward Quantum (Neuro)biology? *Frontiers in Molecular Neuroscience*, 10. <https://doi.org/10.3389/fnmol.2017.00366>
- Jedlicka, P. (2017b). Revisiting the Quantum Brain Hypothesis : Toward Quantum (Neuro)biology? *Frontiers in Molecular Neuroscience*, 10, 366. <https://doi.org/10.3389/fnmol.2017.00366>
- Kahn, I., Hendler, T., Fried, I., Ben-Bashat, D., & Yeshurun, Y. (2000, mai 1). Playing it safe or taking a risk : Evoking the human amygdala. *NeuroImage*.
- Kansal, P., & Singh, Dr. S. (2015). INVESTMENT BEHAVIOR OF ENGINEERS : AN EMPIRICAL STUDY. *Researchers World – Journal of Arts Science & Commerce*, 20-27. <https://doi.org/10.18843/rwjasc/v6i4/03>
- Khrennikova, P. (2016a). Application of quantum master equation for long-term prognosis of asset-prices. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 450, 253-263. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2015.12.135>
- Khrennikova, P. (2016b). Application of quantum master equation for long-term prognosis of asset-prices. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 450, 253-263. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2015.12.135>
- Khrennikova, P. (2016c). Application of quantum master equation for long-term prognosis of asset-prices. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 450, 253-263. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2015.12.135>
- Kim, M. J., Loucks, R. A., Palmer, A. L., Brown, A. C., Solomon, K. M., Marchante, A. N., & Whalen, P. J. (2011). The structural and functional connectivity of the amygdala : From normal emotion to pathological anxiety. *Behavioural Brain Research*, 223(2), 403-410. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2011.04.025>

- Klaus, A. (2022, avril 1). *Expectations Data in Asset Pricing*.
<https://typeset.io/papers/expectations-data-in-asset-pricing-218daysm>
- Korteling, J. E., Brouwer, A.-M., & Toet, A. (2018a). A Neural Network Framework for Cognitive Bias. *Frontiers in Psychology*, 9, 1561.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01561>
- Korteling, J. E., Brouwer, A.-M., & Toet, A. (2018b). A Neural Network Framework for Cognitive Bias. *Frontiers in Psychology*, 9, 1561.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01561>
- Korteling, J. E., Brouwer, A.-M., & Toet, A. (2018c). A Neural Network Framework for Cognitive Bias. *Frontiers in Psychology*, 9, 1561.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01561>
- Lakshminarayanan, V., & Santos, L. R. (2010a). Evolved Irrationality? Equity and the Origins of Human Economic Behavior. In P. M. Kappeler & J. Silk (Éds.), *Mind the Gap* (p. 245-259). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-02725-3_11
- Lakshminarayanan, V., & Santos, L. R. (2010b). Evolved Irrationality? Equity and the Origins of Human Economic Behavior. In P. M. Kappeler & J. Silk (Éds.), *Mind the Gap* (p. 245-259). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-02725-3_11
- Lin, L. (2024). *Quantum Probability Theoretic Asset Return Modeling : A Novel Schrödinger-Like Trading Equation and Multimodal Distribution* (arXiv:2401.05823). arXiv.
<http://arxiv.org/abs/2401.05823>
- Litt, A., Eliasmith, C., & Thagard, P. (2007). A large-scale neurocomputational model of emotional decision making. *BMC Neuroscience*, 8(S2), P14, 1471-2202-8-S2-P14.
<https://doi.org/10.1186/1471-2202-8-S2-P14>
- Mesoudi, A., & Danielson, P. (2008). Ethics, evolution and culture. *Theory in Biosciences*, 127(3), 229-240. <https://doi.org/10.1007/s12064-008-0027-y>
- Miglietta, N., & Remondino, M. (2009). Modeling Cognitive Distortions of Behavioural Finance. *2009 International Conference on Computational Intelligence, Modelling and Simulation*, 204-209. <https://doi.org/10.1109/CSSIM.2009.17>
- Mikołajek-Gocejna, M. (2015). PSYCHOLOGICAL FACTORS IN SHAPING INVESTOR EXPECTATION ON CAPITAL MARKETS. *Acta Universitatis Lodzensis. Folia Oeconomica*, 1(310). <https://doi.org/10.18778/0208-6021.310.07>

- Mokhtar, A. I. (2016, janvier 1). *An Empirical Examination of the Behavioral CAPM*.
<https://typeset.io/papers/an-empirical-examination-of-the-behavioral-capm-4bwl3qva1t>
- Moreira, C. (2018a). *Unifying Decision-Making : A Review on Evolutionary Theories on Rationality and Cognitive Biases* (arXiv:1811.12455). arXiv.
<http://arxiv.org/abs/1811.12455>
- Moreira, C. (2018b). *Unifying Decision-Making : A Review on Evolutionary Theories on Rationality and Cognitive Biases* (arXiv:1811.12455). arXiv.
<http://arxiv.org/abs/1811.12455>
- Njegovanović, A. (2020a). Approach to Financial Decision Making within Quantum Physics and Neurosciences. *International Journal of Law and Public Administration*, 3(2), 1.
<https://doi.org/10.11114/ijlpa.v3i2.4991>
- Njegovanović, A. (2020b). Approach to Financial Decision Making within Quantum Physics and Neurosciences. *International Journal of Law and Public Administration*, 3(2), 1.
<https://doi.org/10.11114/ijlpa.v3i2.4991>
- Olsen, R. A. (2000). The Instinctive Mind on Wall Street : Evolution and Investment Decision-Making. *The Journal of Investing*, 9(4), 47-54.
<https://doi.org/10.3905/JOI.2000.319438>
- Orrell, D. (2024a). Quantum Uncertainty and the Black-Scholes Formula. *Quantum Economics and Finance*, 1(1), 82-91. <https://doi.org/10.1177/29767032231211902>
- Orrell, D. (2024b). Quantum Uncertainty and the Black-Scholes Formula. *Quantum Economics and Finance*, 1(1), 82-91. <https://doi.org/10.1177/29767032231211902>
- Orus, R., Mugel, S., & Lizaso, E. (2019). Forecasting financial crashes with quantum computing. *Physical Review A*, 99(6), 060301.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevA.99.060301>
- Oussedik, E., Anderson, M. S., & Feldman, S. R. (2017). Risk versus benefit or risk versus risk : Risk aversion in the medical decision making process. *Journal of Dermatological Treatment*, 28(1), 1-2. <https://doi.org/10.1080/09546634.2017.1290575>
- Peterson, R. L. (2005). The neuroscience of investing : fMRI of the reward system. *Brain Research Bulletin*, 67(5), 391-397. <https://doi.org/10.1016/j.brainresbull.2005.06.015>
- Pompian. (2020, avril 29). *Practical Applications of How Much Is Behavioral Advice Worth ? - Consensus*. https://consensus.app/papers/applications-behavioral-advice-worth-pompian/cb9ee5fef5e6524fb6843994922d7afd/?utm_source=chatgpt

- Porcelli, A. J., & Delgado, M. R. (2009). Acute Stress Modulates Risk Taking in Financial Decision Making. *Psychological Science*, 20(3), 278-283. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2009.02288.x>
- Priyadharshini, V., & Tamizhjyothi, K. (2018). Emotional Finance : A New Paradigm in Investment Decisions. *Asian Journal of Managerial Science*, 7(2), 60-63. <https://doi.org/10.51983/ajms-2018.7.2.1308>
- Rashid, M., Ahmad, R., & Tariq, S. (2022). Financial Revolution : From Traditional Finance to Behavioral and Neuro-finance. *South Asian Journal of Social Science and Humanities*, 3(4), 95-108. <https://doi.org/10.48165/sajssh.2022.3408>
- Rekik, Y. M., Hachicha, W., & Boujelbene, Y. (2014). Agent-based Modeling and Investors' Behavior Explanation of Asset Price Dynamics on Artificial Financial Markets. *Procedia Economics and Finance*, 13, 30-46. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(14\)00428-6](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(14)00428-6)
- Remorov, A., & Lo, A. W. (2021, février 23). *Algorithmic Models of Investor Behavior*. EQDerivatives. <https://eqderivatives.com/journal-of-systematic-investing/issue/volume-i-issue-1/algorithmic-models-of-investor-behavior>
- Robson, A. J., & Orr, H. A. (2021). Evolved attitudes to risk and the demand for equity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(26), e2015569118. <https://doi.org/10.1073/pnas.2015569118>
- Shankar, S. (2019). Risk and Rationality. *Journal of Financial Risk Management*, 08(04), 305-314. <https://doi.org/10.4236/jfrm.2019.84021>
- Singh, A., Singh, S., & Singh, A. (2017). Trait emotional intelligence, work-family culture and organizational citizenship behavior among Indian managers. *Journal of the Indian Academy of Applied Psychology*, 43, 11-19.
- Slovic, P., Finucane, M. L., Peters, E., & MacGregor, D. (2004). Risk as Analysis and Risk as Feelings : Some Thoughts about Affect, Reason, Risk, and Rationality. *Risk Analysis*, 24. <https://doi.org/10.1111/j.0272-4332.2004.00433.x>
- Sokol-Hessner, P., & Rutledge, R. (2018). The Psychological and Neural Basis of Loss Aversion. *Current Directions in Psychological Science*, 28, 20-27. <https://doi.org/10.1177/0963721418806510>
- Stefancic, M. (2009). A new framework for the analysis of contemporary financial markets : The need for pluralistic approaches. *Journal of Philosophical Economics, Volume III Issue 1(Articles)*, 10587. <https://doi.org/10.46298/jpe.10587>

- Takahashi, H. (2013). Molecular neuroimaging of emotional decision-making. *Neuroscience Research*, 75(4), 269-274. <https://doi.org/10.1016/j.neures.2013.01.011>
- Tharchen, T. (2012). How can behavioural finance help us in better understanding the recent global financial crisis? *European Journal of Business and Management*, 4. <https://iiste.org/Journals/index.php/EJBM/article/view/601>
- Thilakarathne, D. J., & Treur, J. (2014). *Modelling the Dynamics of Emotional Awareness*. <https://doi.org/10.3233/978-1-61499-419-0-885>
- Vorbrink, J. (2010, décembre 7). *Financial markets with volatility uncertainty*. arXiv.Org. <https://arxiv.org/abs/1012.1535v2>
- Wilkins, S., & Moorhouse, J. (2023). Quantum computing for financial risk measurement. *Quantum Information Processing*, 22(1), 51. <https://doi.org/10.1007/s11128-022-03777-2>
- Zhang, R., Brennan, T. J., & Lo, A. W. (2014). The origin of risk aversion. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(50), 17777-17782. <https://doi.org/10.1073/pnas.1406755111>