

Haute Ecole

« ICHEC – ECAM – ISFSC »

ICHEC

BRUSSELS MANAGEMENT SCHOOL

Enseignement supérieur de type long de niveau universitaire

L'impact des anomalies météorologiques sur la prise de décision des investisseurs

Mémoire présenté par :

Laurence MAES

Pour l'obtention du diplôme de :

Master en sciences commerciales

Année académique 2022-2023

Promoteur :

Christophe DESAGRE

Boulevard Brand Whitlock 6 - 1150 Bruxelles

Remerciements

Je tiens à exprimer ma gratitude envers toutes les personnes qui ont contribué d'une quelconque manière à l'élaboration de mon mémoire.

Je tiens à remercier pour son accompagnement mon promoteur, Christophe Desagre, pour son temps, ses conseils et l'apprentissage de nouvelles compétences et connaissances acquises dans la production de ce travail.

Mes remerciements aux enseignants qui nous ont distillé de nouveaux acquis au fur et à mesure de notre parcours à l'ICHEC.

Je suis également reconnaissante envers mes amis qui m'ont continuellement encouragé et j'adresse un remerciement particulier à ma mère qui m'a soutenue tout le long de mon parcours étudiantin, des examens au mémoire.

Merci.

Déclaration sur l'honneur sur le respect des règles de référencement et sur l'usage des IA génératives dans le cadre du mémoire ou d'un travail

« Je soussigné, MAES, LAURENCE, en Master 1 , déclare par la présente que le travail ci-joint respecte les règles de référencement des sources reprises dans le règlement des études en signé lors de mon inscription à l'ICHEC (respect de la norme APA concernant le référencement dans le texte, la bibliographie, etc.) ; que ce travail est l'aboutissement d'une démarche entièrement personnelle; qu'il ne contient pas de contenus produits par une intelligence artificielle sans y faire explicitement référence. Par ma signature, je certifie sur l'honneur avoir pris connaissance des documents précités et que le travail présenté est original et exempt de tout emprunt à un tiers non-cité correctement.»

Je soussigné(e), Maes Laurence – 211116 déclare sur l'honneur les éléments suivants concernant l'utilisation des intelligences artificielles (IA) dans mon travail / mémoire :

Type d'assistance		Case à cocher
Aucune assistance	J'ai rédigé l'intégralité de mon travail sans avoir eu recours à un outil d'IA générative.	
Assistance avant la rédaction	J'ai utilisé l'IA comme un outil (ou moteur) de recherche afin d'explorer une thématique et de repérer des sources et contenus pertinents.	X
Assistance à l'élaboration d'un texte	J'ai créé un contenu que j'ai ensuite soumis à une IA, qui m'a aidé à formuler et à développer mon texte en me fournissant des suggestions.	X
	J'ai généré du contenu à l'aide d'une IA, que j'ai ensuite retravaillé et intégré à mon travail.	
	Certains parties ou passages de mon travail/mémoire ont été entièrement été générés par une IA, sans contribution originale de ma part.	
Assistance pour la révision du texte	J'ai utilisé un outil d'IA générative pour corriger l'orthographe, la grammaire et la syntaxe de mon texte.	
	J'ai utilisé l'IA pour reformuler ou réécrire des parties de mon texte.	
Assistance à la traduction	J'ai utilisé l'IA à des fins de traduction pour un texte que je n'ai pas inclus dans mon travail.	
	J'ai également sollicité l'IA pour traduire un texte que j'ai intégré dans mon mémoire.	
Assistance à la réalisation de visuels	J'ai utilisé une IA afin d'élaborer des visuel, graphiques ou images.	
Autres usages		

Je m'engage à respecter ces déclarations et à fournir toute information supplémentaire requise concernant l'utilisation des IA dans mon travail / mémoire, à savoir :

J'ai mis en annexe les questions posées à l'IA et je suis en mesure de restituer les questions posées et les réponses obtenues de l'IA. Je peux également expliquer quel le type d'assistance j'ai utilisé et dans quel but.

Fait à Bruxelles, le 18/05/2025.

Signature : Laurence Maes – 211116

Table des matières

Introduction	1
Choix du thème.....	1
Plan du mémoire.....	2
1 Cadre théorique et revue de littérature.....	3
1.1 La finance traditionnelle et la remise en cause de la rationalité	3
1.2 Émergence de la finance comportementale	4
1.2.1 Les biais comportementaux.....	5
1.2.2 L'influence de l'environnement et du contexte sur la prise de décision	5
1.2.3 Remise en cause de la rationalité des marchés et de l'efficience	5
1.2.4 Les biais cognitifs et émotionnels des investisseurs.....	6
1.2.5 Le recours à des heuristiques	7
1.2.6 Les heuristiques de jugement	8
1.2.7 La sur-confiance et les mécanismes de maintien de l'estime de soi.....	9
1.2.8 Les émotions et la maîtrise de soi	9
1.2.9 Les interactions sociales	9
1.3 La théorie des perspectives : une alternative à l'utilité espérée	10
1.3.1 Fonction de valeur.....	10
1.3.2 Pondération subjective des probabilités	11
1.4 L'heure actuelle de la finance comportementale.....	12
1.5 Revue des articles scientifiques sur la météo et la finance comportementale ...	13
1.5.1 Introduction	13
1.5.2 L'impact de la météo sur l'humeur d'un point de vue biologique.....	13
1.5.3 L'impact de la météo sur l'humeur des investisseurs	15
1.5.4 L'impact de la météo sur les rendements boursiers	16
1.5.5 Météo et volatilité des marchés : une nouvelle dimension	17
1.5.6 Le rôle différencié des investisseurs individuels et institutionnels.....	18
1.6 Discussion critique et perspectives	19
2 Méthodologie et données	21
2.1 Récolte et description des données	21
2.2 Les variables utilisées	23
2.3 La méthodologie utilisée	24
2.3.1 Analyse des corrélations.....	24
2.3.2 Régressions linéaires simples.....	24
2.3.3 Régressions linéaires multiples.....	24
2.3.4 Le modèle Fama-French à 3 facteurs et la variable anomalie météorologique	25
3 Chapitre : Analyse descriptive	26
3.1 Résultats descriptifs	26
3.1.1 Données descriptives générales	29
3.2 Corrélation simple et graphique scatter plot	36
3.3 Régressions simples	42
3.4 Régressions multiples.....	44

3.5	Fama French	46
4	Chapitre : Discussion des résultats.....	51
4.1	Analyse des résultats descriptifs : corrélations et dynamiques observées	52
4.2	Interprétation des régressions simples et multiples : l'influence des anomalies météorologiques.....	53
4.3	Qualité des résultats avec le modèle de Fama-French enrichi par l'anomalie météorologique	54
4.4	Disparités géographiques : Europe du Nord versus Europe du Sud	55
4.5	Discussion critique des limites méthodologiques et recommandations	56
5	Conclusions	58
6	Bibliographie	60

Liste des figures

Figure 1 : La fonction de valeur	11
Figure 2 : L'évolution des anomalies au cours du temps.....	26
Figure 3 : L'évolution des rendements (DAX) au cours du temps	27
Figure 4 : Graphique combiné - L'évolution des rendements et des anomalies au cours du temps	28
Figure 5 : Indice de performance de 5 indices boursiers en base 100.....	30
Figure 6 : Graphique en scatter plot pour étudier la corrélation entre rendements et anomalies	37
Figure 7 : Graphique en scatter plot pour analyser la corrélation entre amplitudes et anomalies.....	38
Figure 8 : Graphique en scatter plot pour analyser la corrélation entre amplitudes et anomalies	39
Figure 9 : Graphique en scatter plot pour analyser la corrélation entre les volumes et les anomalies.....	40

Liste des tableaux

Tableau 1: Les quatre attitudes face aux risques.....	11
Tableau 2 : Données descriptives générales liées à l'Allemagne	29
Tableau 3 : Comparaison pour la variable rendement des 6 indices boursiers	31
Tableau 4 : Comparaison de la variable anomalie pour les 6 pays étudiés	32
Tableau 5 : Comparaison pour la variable amplitude des 6 indices boursiers	33
Tableau 6 : Comparaison des différentes corrélations simples pour l'Allemagne	34
Tableau 7: Comparaison de la corrélation simple pour les 6 pays étudiés	35
Tableau 8 : Statistiques de régression simple pour le DAX afin d'analyser l'impact de l'anomalie sur le rendement.....	42
Tableau 9 : Tableau des coefficients pour la constante et l'anomalie pour l'indice DAX.....	42
Tableau 10 : Tableau de comparaison pour les 6 indices pour la statistique de régression	43
Tableau 11: Tableau des statistiques de régression multiples avec intégration du volume	44
Tableau 12 : Tableau des coefficients de la régression multiple avec l'intégration du volume	45
Tableau 13 : Tableau des statistiques de régression Fama-French enrichi avec l'anomalie	46
Tableau 14 : Coefficient de la régression Fama-French enrichi avec l'anomalie.....	47
Tableau 15 : Tableau de comparaison des statistiques de régression Fama-French enrichie avec l'anomalie pour les 6 indices	48
Tableau 16 : Coefficient statistiques de Fama-French enrichi avec l'anomalie pour les 6 indices.....	49
Tableau 17 : Coefficient statistiques de Fama-French enrichi avec l'anomalie pour les 6 indices.....	49

Introduction

Choix du thème

Le choix du thème de ce mémoire nous permet de relier deux problématiques actuelles à savoir les biais comportementaux en finance ainsi que les dérèglements climatiques. Ces 2 dimensions semblent si éloignées et pourtant elles sont si proches lorsqu'on porte son attention sur la façon dont réagissent les investisseurs face à l'incertitude climatique. J'ai été amenée à faire ce choix car ils abordent deux sujets importants pour l'humanité ; la psychologie humaine appliqué aux investissements boursiers car elles influencent de manière significative les décisions des investisseurs et les anomalies météorologiques, qui sont de plus en plus fréquentes constituant dès lors un facteur de stress sur les individus impactant leurs processus de décisions financières.

L'actualité le montre, nous vivons un bouleversement climatique. Nous assistons à un enchainement de catastrophes écologiques avec des feux au Portugal et Grèce ou les inondations survenues au Brésil en mai 2024. (AFP, 2024)

Le rapport du ministères de la transition écologique et de la cohésion du territoire sur le GIEC nous rappelle que « Le réchauffement du climat mondial dû aux activités humaines est un fait établi, faisant de la décennie 2011-2020 la plus chaude depuis environ 125 000 ans ». (Ministères de la transition écologique et de la cohésion du territoire, 2023, p. 2)

En 2030 la cible des 1,5°C d'augmentation sera atteinte et quelles que soient nos efforts de réduction d'émission de CO₂. (Ministères de la transition écologique et de la cohésion du territoire, 2023)

Face à tant de bouleversements climatiques, nous sommes amenés à nous poser de nombreuses questions. Comment réagiront les individus à cette augmentation de degrés et cette météo de plus en plus instable ? Cette instabilité météorologique impacte t'elle l'humeur des individus et par extension leurs décisions notamment financières ? L'effet de la météo sur la prise de risque dans les décisions d'investissements sont-elles encore perceptibles ou avons-nous atteint un point où les marchés sont devenus indifférents à ces signaux ?

En effet l'investisseur moderne n'agit pas toujours selon les postulats de la rationalité classique. L'avènement de la finance comportementale avec les travaux fondateurs de Kahneman et Tversky ont remis en cause le postulat de l'efficacité de marché. Les individus sont influencés par des heuristiques qui affectent leur jugement et dès lors leurs décisions financières.

Plan du mémoire

Ce mémoire se structurera en 6 parties que nous avons produit de manière itérative.

Nous commencerons par une introduction générale qui introduira donc la problématique, la justification du choix du mémoire et pose les bases de notre raisonnement.

Le chapitre 1 lui proposera une première partie expliquant la finance traditionnelle, suivi par la finance comportementale se basant sur une revue de littérature détaillée à l'aide de différents articles qui ont eu des apports considérables pour la finance comportementale et des travaux empiriques effectués à l'aide de données météorologiques et d'investissements boursiers. Les différents biais cognitifs seront également abordés et nous porterons notamment notre attention sur les biais concernant notre étude.

Le chapitre 2 décrira la méthodologie utilisée à savoir une analyse quantitative liée à une sélection des données météorologique et financière, la construction des variables, le choix des tests statistiques et les modèles utilisés.

Le chapitre 3 vous proposera une analyse descriptive des données recueillies et nous enchaînerons sur la discussion lors du chapitre 4 en ayant une interprétation critique des résultats obtenus, des limites méthodologiques et théoriques en les comparant avec notre revue de littérature. Nous tenterons de valider ou d'invalidier notre hypothèse.

Le chapitre 5 achèvera notre mémoire à l'aide d'une conclusion générale, incluant une série de recommandations.

L'ensemble de ces démarches visant à explorer si les anomalies climatiques peuvent affecter les comportements des investisseurs à travers des biais cognitifs sur les marchés européens.

1 Cadre théorique et revue de littérature

1.1 La finance traditionnelle et la remise en cause de la rationalité

Afin de pouvoir appréhender toutes les notions qui arriveront dans la suite de ce mémoire, nous commencerons par une explication des bases de la finance traditionnelle, ce qui nous permettra d'introduire la finance comportementale et les différents éléments qui y sont liés.

La théorie financière fut longtemps le dogme de base pour l'analyse des comportements des marchés boursiers. Elle repose en effet sur deux piliers fondamentaux qui sont la rationalité des agents économiques et l'efficience informationnelles des marchés.

Le premier étant la rationalité de l'agent économique qui se définit par le fait que les investisseurs sont considérés comme des agents « homo-oeconomicus », c'est-à-dire des agents rationnels, logiques et capable de traiter parfaitement l'information. Ils prennent leur décisions dans le but de maximiser l'utilité espérée, théorie de Von Neumann & Morgenstern apparu en 1944. Cette théorie suppose que les agents économiques ajustent leur croyances à mesure qu'ils reçoivent de nouvelles informations et choisissent toujours l'option la plus avantageuse. (Martinez, 2010)

$$E(U) = \sum p_i \cdot U(x_i)$$

Où :

$$E(U) = \text{Utilité espérée}$$

$$p_i = \text{Probabilité}$$

$$U(x_i) = \text{Utilité du résultat associé}$$

Ce fut Eugene Fama qui aborda le deuxième pilier de la théorie classique soit l'efficience des marchés, celui-ci se formulant comme étant le suivant : les prix des actifs reflètent intensément leur valeur réelle et intègre l'information disponible. Nous pouvons également parler d'efficience informationnelle. Soulignons cependant que ce pilier n'est pas lié à la rationalité des agents économiques.

Selon sa théorie, toute l'information disponible sur le marché se reflète sur le prix du marché. » Il définit 3 types de forme d'informations : Faible, semi-forte et forte. La forme faible intègre toute l'information contenue dans les cours passés et la forme semi-forte contient toute l'information publique. La forme « forte » quant à elle, intègre toute l'information publique ou privée, il s'agit de la forme la plus complète. Aucun investisseur ne peut dès lors obtenir un rendement supérieur au marché puisque l'information est connue de tous. L'hypothèse des marchés parfaits soit l'hypothèse d'absence d'opportunité d'arbitrage nous apprend qu'il n'existe qu'un seul portefeuille optimal de marché et il n'est pas possible d'atteindre un rendement supérieur à celui de la loi du prix du marché. Cette hypothèse nous a dès lors

conduite à la formulation du modèle CAPM (Capital Asset Pricing Model de Sharpe, exprimant le rendement attendu d'un actif $E(R_i)$ comme une fonction du rendement sans risque et du risque systématique. (Tadjeddine, 2013)

Formule du modèle CAPM :

$$E(R_i) = R_f + \beta_i(E(R_m) - R_f)$$

Où :

$E(R_i)$ = Rentabilité attendue de l'actif financier

R_f = Taux d'intérêt sans risque

β_i = Sensibilité

$E(R_m)$ = Rentabilité attendue sur le marché

Dans un marché efficient, les prix s'ajustent en fonction du risque systématique, et non d'informations privées ou de comportements irrationnels. Cette relation linéaire entre le risque (via beta) et le rendement attendu ne cadrent pas avec nombreuses anomalies.

Nous pouvons en citer une liste non-exhaustive : L'effet de janvier, effet du lundi, les bulles spéculatives, les comportements irrationnels que nous avons pu observer lors de certains événements. Dans les bulles spéculatives, la panique des investisseurs génère une contagion d'investisseur en investisseur (via le « biais herding » où les investisseurs copient les comportement de leur paire), les ventes massives montrent que le marché est guidé par la rumeur.

La finance comportementale est alors intervenue en émergeant et proposant une explication qui intégrait des éléments issus de la psychologie afin de mieux comprendre ces écarts que la finance traditionnelle ne pouvait pas expliquer avec ces piliers de la rationalité et de l'efficience de marché.

1.2 Émergence de la finance comportementale

La finance comportementale que nous avons choisi d'étudier dans ce mémoire, s'est proposé comme une alternative au modèle traditionnel en postulant que les investisseurs pouvaient être également irrationnels et influencés par leur environnement. Les pionniers dans ce domaine sont Daniel Kahneman et Tversky qui ont publié en 1979 leur article « La théorie des perspectives », une critique de la théorie de l'utilité espérée que nous avons abordé précédemment. Leur théorie démontre que les individus n'évaluent pas les résultats de manière absolue mais par un point de référence qui sont soit les gains ou pertes perçus et sont en outre, plus sensibles aux pertes qu'aux gains, l'agent économique a donc une aversion aux pertes.

Selon Schinckus cité par Yamina Tadjeddine en 2013, la finance comportementale repose sur 3 piliers : Les biais comportementaux, l'environnement et le contexte, et enfin la remise en cause du paradigme classique.

1.2.1 Les biais comportementaux

Les biais comportementaux sont des traits décrits comme récurrents mais irrationnels. Les individus procèdent à des routines heuristiques et donc des mécanismes de simplification de l'information qui permettent de faciliter la prise de décisions dans des environnements complexes. Leurs mécanismes de pensées sont dominés dès lors par un mode de pensée appelé « système 1 » soit le système rapide qui est donc limité en profondeur analytique peu coûteux en énergie par opposition au « système 2 » lent. Ce modèle a été mis en évidence par Kahneman et Tversky. La théorie des perspectives qui fera l'objet d'une section dans ce mémoire, vient en opposition à la théorie de l'utilité espérée en intégrant la manière dont les individus perçoivent subjectivement les gains et les pertes soit de manière asymétrique, avec une plus grande aversion pour les pertes qu'un attrait pour les gains équivalents. Yamina Tadjeddine indique que les agents économiques ne suivent plus un raisonnement cohérent intertemporel, ils adoptent une logique compartimentée appelée comptabilité mentale. Cela se traduit par des prises de décisions séparées pour chaque portefeuille ou situation sans évaluation globale du risque et du rendement. Ce biais de myopie renforce la réactivité aux pertes et favorise des comportements défensifs comme la vente rapide de titres en perte au profit d'actifs perçus comme plus sûrs telles que les obligations. (Tadjeddine, 2013)

1.2.2 L'influence de l'environnement et du contexte sur la prise de décision

Selon la finance comportementale, les prises de décisions financières sont fortement influencées par le contexte économique, social, et institutionnel dans lequel évolue l'individu.

L'état du marché, les normes sociales et même les sanctions ou incitations professionnelles affectent la manière dont les investisseurs réagissent aux informations. Dans des environnements où la pression de performance est forte, comme le souligne Yamina Tadjeddine, la réactivité émotionnelle est accentuée, et les décisions sont encore plus guidées par des routines rapides et des heuristiques ancrées dans le vécu de l'agent.

Le décideur n'est donc pas un agent rationnel et isolé, mais un acteur sensible à son environnement. (Tadjeddine, 2013)

1.2.3 Remise en cause de la rationalité des marchés et de l'efficience

Comme abordé dans le chapitre « finance traditionnelle », selon la théorie classique, les marchés financiers sont efficaces, les prix des actifs intègrent immédiatement toute l'information disponible. La finance comportementale a mis à mal ce postulat car elle suppose de la non-efficacité des marchés et l'irrationalité de l'agent économique lié aux émotions, événements passés et environnement socio-économique l'influençant. Plusieurs travaux dont ceux de Gollier, Hilton et Raufaste en 2003 ont montré que les comportements face au risque

s'écarter des prédictions de la théorie de l'utilité espérée, en mettant en évidence l'impact de facteurs cognitifs, émotionnels sur la prise de décision comme nous avons pu le voir avec Tadjeddine et Martinez. (Gollier, Hilton, & Raufaste, 2003)

Nous pouvons à nouveau utiliser trois exemples l'effet de janvier, effet de lundi, qui illustre des écarts massifs entre les prix de marché et leur valeur fondamentale, souvent provoqués par des phénomènes de panique ou de mimétisme.

Cette approche est renforcée par la théorie de la prime de risque, selon laquelle les individus, étant plus sensibles aux pertes, exigent une rémunération plus élevée pour investir dans des actifs risqués. Les marchés s'écarteront donc de leur niveau théorique d'équilibre, contredisant l'hypothèse d'efficience formulée notamment par Fama.

L'effet de janvier est une anomalie de marché selon laquelle les rendements des actions, particulièrement des petites capitalisations, sont significativement plus élevés en janvier que durant les autres mois. Les explications seraient l'optimisme et l'humeur mais également par le fait que les investisseurs vendraient leur actions en décembre pour des raisons fiscales et les rachèteraient en janvier (réduction des impôts sur les plus-values). Ceci est donc irrationnelle et liée à des biais cognitives qui ne sont pas liés à la logique des marchés efficients. (Ernst, 2024)

Les rendements boursiers du lundi sont systématiquement plus faibles que les autres jours de la semaine. Ceci pouvant s'expliquer par des biais émotionnelles, l'humeur du vendredi et du weekend (événements qui se sont déroulés) impactent le lundi, l'anxiété du début de semaine impactant les décisions et les investisseurs attendent le lundi pour passer leurs ordres. À nouveau l'efficience du marché est mise à mal parce que l'humeur du lundi est vu en psychologie comme plus basse et impacte donc les marchés qui ne sont donc pas efficients. (IG, 2018)

1.2.4 Les biais cognitifs et émotionnels des investisseurs

Les biais cognitifs désignent des déviations systématiques du raisonnement logique ou probabiliste, souvent inconscientes, qui affectent les décisions. En finance, ils peuvent avoir un effet direct sur la façon dont les investisseurs évaluent le risque, traitent l'information, ou réagissent à l'actualité économique.

Selon d'hondt et Rudy de Winne, la finance traditionnelle s'explique par « l'hypothèse - tantôt explicite, tantôt implicite - que l'individu est un agent économique parfaitement rationnel. Cette rationalité a deux implications. Premièrement, les individus ajustent leurs croyances de façon correcte lorsqu'ils reçoivent de nouvelles informations et font preuve pour cela d'une parfaite maîtrise des probabilités. Deuxièmement, compte tenu de leurs croyances, ils opèrent des choix cohérents avec la maximisation de leur niveau de satisfaction (c.-à-d. avec la théorie de l'utilité espérée) » (De Winne & D'Hondt, 2017, p. 1).

Pourtant l'être humain fait des erreurs et les répète.

D'Hondt et Winne considère que si nos erreurs vont toujours dans le même sens, nous parlerons donc d'erreur systématique mis en avant par Kahneman, le résultat des actions collectives ne sera pas décrit par la finance traditionnelle basée sur une rationalité parfaite.

Et c'est pour cela qu'il faut intégrer une dimension comportementale et de fait utiliser la finance comportementale.

Les raisons de la non-rationalité sont multiples. Les êtres humains ont recours en effet à des heuristiques, à des mécanismes de biais que nous expliquerons dans le présent chapitre.

Trois mécanismes abordés par Yamima Tadjeddine, nous permettent de comprendre pourquoi certains phénomènes de marché persistent malgré la présence d'information complète. Il s'agit de la disposition, de la myopie et de la comptabilité mentale.

L'effet de disposition se caractérise par la tendance à vendre trop vite les titres gagnants pour sécuriser une plus-value, et à conserver les titres perdants dans l'espoir souvent irrationnel d'un retournement. Ce comportement reflète une plus grande sensibilité aux pertes, en cohérence avec l'aversion au risque mise en évidence par les auteurs.

La myopie des investisseurs suggère que le fait d'observer fréquemment l'évolution de ses placements, pousse les individus à surestimer les fluctuations négatives de court terme, et donc à devenir encore plus averses au risque. Cela se traduit concrètement par une préférence pour des produits financiers plus stables à court terme, même si à long terme, ils offrent des rendements plus faibles.

Le concept de comptabilité mentale, introduit par Thaler, selon lequel les individus gèrent leur argent en compartiments mentaux distincts. Ils ne raisonnent plus de manière globale et rationnelle, ils adoptent dès lors une logique cloisonnée. Ils ne considèrent pas la cohérence d'ensemble de leur portefeuille, mais réagissent à chaque actif séparément. Cela mène souvent à des arbitrages sous-optimaux, comme vendre trop tôt un titre qui gagne ou conserver des titres peu performant parce qu'ils sont dans un autre compartiment. (Tadjeddine, 2013)

1.2.5 Le recours à des heuristiques

Le mécanisme de prise de décision de l'être humain est complexe et a ses limites.

Le cerveau est décrit comme un organisme ayant deux systèmes de pensée par Kahneman en 2012 comme le système 1 soit le système rapide et le système 2, le lent.

Le système lent se caractérise par une analyse profonde et plus lente de l'information consommant donc plus d'énergie. Le système rapide est un système qui traite automatiquement et simultanément les informations. Nous sommes soumis à une énorme sources de données, afin de préserver notre cerveau et nos ressources énergétiques, nous avons donc recours au système 1 rapide qui aura recours à des heuristiques qui sont donc des estimations et des raccourcis utilisés par le cerveau pour traiter l'information rapidement.

Ces heuristiques appelées opérations mentales, sont également liées à la mémoire et nous influencent dans la prise de décision.

« Les heuristiques sont des stratégies cognitives simplistes : des raccourcis mentaux économiques qui nous autorisent à trouver des solutions acceptables mais pas toujours correctes » (Martinez, 2010, p. 9)

Martinez les décrit comme dangereuses car pouvant amener à l'erreur mais également efficaces car elles permettent d'économiser notre réflexion. (Martinez, 2010)

1.2.6 Les heuristiques de jugement

Nous diviserons les heuristiques de jugement en une liste non exhaustive mais nous porterons notre attention sur les biais d'ancrage, de disponibilité et de représentativité.

Le biais d'ancrage est la tendance qu'un investisseur à accorder à une ancienne information alors que de nouvelles informations sont apparues et disponibles.

Le biais de disponibilités pousse l'agent économique à accorder plus de poids à des informations faciles d'accès et récentes plutôt qu'à des analyses rigoureuses. Il ne se focalise que sur une partie de l'information.

Le biais de représentativité incitera l'agent à juger une situation sur base de la ressemblance à un modèle ou événement connu sans tenir compte de sa réelle probabilité. Dans ce cas présent, l'agent néglige une partie de l'information.

Martinez met ces deux biais en lumière à l'aide de deux exemples que nous résumerons ici afin de donner une image globale de la situation.

Deux événements ayant une probabilité différente que l'on nommera P1 et P2 soit, P1 la probabilité d'avoir un mot commençant par R et P2, la probabilité d'avoir un R en troisième position d'un mot.

Les sujets de l'étude ont choisi P1 car cette information est récupérable et d'accès facile à leur mémoire. En effet il est plus facile d'identifier si on a un R en début de mot qu'en 3^e position ceci est donc lié à l'heuristique de la disponibilité.

« La probabilité qu'un événement se produise est donc souvent estimée en fonction de la facilité avec laquelle des événements semblables reviennent en mémoire » (Martinez, 2010)

Le deuxième exemple proposé par Martinez pour illustrer l'heuristique de la représentativité est une expérience menée avec deux probabilités où P1, 30% de probabilité d'être avocat et P2 soit la probabilité de 70% d'être ingénieur.

De nombreuses fiches ont été élaborées à partir d'interview et ont été données aux participants de l'étude. 90% ont répondu avocat car biaisé par leur propre vision des caractéristiques attribuées pour la catégorie des avocats (stéréotypes). Il s'agit donc d'un heuristique de la représentativité. (Martinez, 2010)

1.2.7 La sur-confiance et les mécanismes de maintien de l'estime de soi

Le biais de sur-confiance se définit comme la tendance qu'à chaque individu de s'attribuer ses succès et s'éloigner de ses échecs. L'agent économique considérant qu'il s'agit d'échecs liés à des conditions externes et non les siennes. Il surestimera son jugement et sa capacité à évaluer le marché, ce qui se manifestera par une augmentation des transactions, une sous-estimation de l'incertitude et une prise de risque accrue.

Le biais de confirmation quant à lui, s'exprime par le fait que nous utiliserons chaque élément perçu même incertain pour valider nos propres croyances et certitudes. Nous privilégierons donc nos hypothèses.

D'hondt et de Winne ont également mis le phénomène de dissonance cognitive en avant, celui-ci est lié à ces deux biais. « Il s'agit d'une tension mentale ou d'un inconfort ressenti par une personne en présence de connaissances, opinions ou croyances qui sont contradictoires. L'individu va alors essayer d'adapter sa manière de penser et de raisonner de telle sorte que cette contradiction soit minimisée et acceptable. » (De Winne & D'Hondt, 2017)

1.2.8 Les émotions et la maîtrise de soi

L'émotion a un rôle important dans la prise de décision mais également dans celles qui sont financières. Elles sont toutes affectées par notre humeur et nos sentiments.

Comme vu précédemment avec les heuristiques, les sentiments et l'humeur sont liés également à des informations et des événements passés, nous utilisons des heuristiques et tirons donc des conclusions rapidement liées à celles-ci.

La prise de risque est augmentée par l'optimisme qui est également liée à l'humeur.

L'étude dont nous parlerons ci-dessous " Good day sunshine : Stock returns and the weather" étudie la relation entre l'impact positif de l'ensoleillement sur l'humeur et à l'évolution des marchés boursiers.

1.2.9 Les interactions sociales

Les individus ont une tendance naturelle au mimétisme qui est donc lié à un comportement conformiste, nous appellerons ceci le « herding ». Ce type de comportement est boosté depuis l'apparition des réseaux sociaux.

Les individus vont donc s'aligner aux jugements et comportements de leurs concitoyens et donc l'impact de leur relation aura une influence sur les stratégies financières.

Ce fut mis en lumière par la finance comportementale grâce à Tversky et Kahneman en 1974 avec la parution de « Jugement dans l'incertitude : heuristique et biais » et la « théorie des perspectives » en 1979.

Ces deux articles nous permettent de comprendre pourquoi l'investisseur pose des choix non rationnels. L'individu est influencé par des facteurs cognitifs et émotionnels dans chaque prise de décision ce qui nous amène donc à parler de finance comportementale.

Liés aux interactions sociales, nous pouvons aborder les biais de disposition.

Il s'agit de la tendance des investisseurs à vendre trop vite des actifs qui ont gagné de la valeur pour sécuriser les gains et à conserver trop longtemps les actifs perdants dans l'espoir d'un retournement de situation. (De Winne & D'Hondt, 2017)

1.3 La théorie des perspectives : une alternative à l'utilité espérée

La théorie des perspectives de Kahneman & Tversky paru en 1979, a révolutionné l'économie comportementale en proposant une description plus fidèle de la prise de décision en situation de risque.

La théorie repose sur deux phases, la première qui est la phase d'édition où l'individu réorganise et simplifie l'information pour faciliter la compréhension du problème, il écarte les cas extrêmes, reformule les options de manière simplifiée et code les perspectives par rapport à un point de référence souvent le statu quo qui est sa situation actuelle.

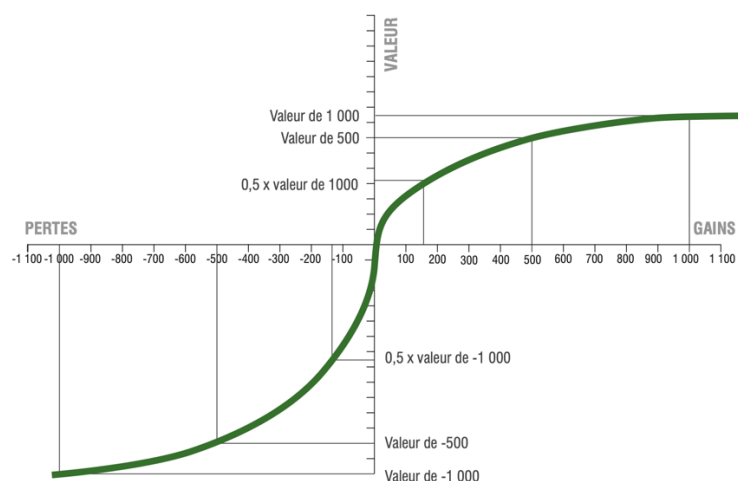
Et la phase d'évaluation où chaque option est évaluée selon une fonction de valeur et une fonction de pondération de probabilités de manière subjective. La fonction de valeur est concave pour les gains, l'individu est content de gagner mais de moins en moins à mesure qu'on gagne plus. La fonction de valeur est par contre convexe dans le cadre de perte (la perte n'est pas appréciée et cela se dégrade plus au fur et à mesure que l'on perd plus). L'agent économique donne plus de poids aux événements rares et sous-estime les événements plus probables. (Martinez, 2010)

1.3.1 Fonction de valeur

Contrairement à l'utilité espérée qui présente une courbe concave liée à son aversion au risque. La fonction de valeur comme expliqué plus haut est concave pour les gains et convexes pour les pertes.

Exemple : Une perte de 1000€ cause plus de douleur qu'un gain équivalent n'apporte de satisfaction.

GRAPHIQUE 1.
La fonction de la valeur



Source : Daniel Kahneman et Amos Tversky, « La peur et le goût du risque »,
Pour la science, juillet 1999.

Figure 1 : La fonction de valeur

Source : Martinez, F. (2010, septembre). L'individu face aux risques : L'apport de Kahneman et Tversky. *Idées économiques et sociales*, 161, p.11.

1.3.2 Pondération subjective des probabilités

Les individus ne traitent pas les probabilités de manière linéaire. Ils ont tendance à surpondérer les faibles probabilités comme jouer de manière irrationnelles au loto en faisant un achat de plusieurs billets malgré des espérances de gains faibles et de sous-pondérer les fortes probabilités.

Ces biais a pour résultat une série de répercussions sur les comportements d'investissements.

Tableau 2 : Les quatres attitudes envers le risque

TABLEAU 1.
Les quatre attitudes envers le risque

Domaine de codage	Petites probabilités	Moyennes et grandes probabilités
Gains	Recherche de risque	Aversion pour le risque
Pertes	Aversion pour le risque	Recherche de risque

Source : [7].

Tableau 1: Les quatre attitudes face aux risques

Source : Martinez, F. (2010, septembre). L'individu face aux risques : L'apport de Kahneman et Tversky. *Idées économiques et sociales*, 161, p.17.

1.4 L'heure actuelle de la finance comportementale

La finance comportementale présente une approche empirique et inductive. Sa méthodologie ne repose pas sur des postulats de comportements idéaux. Elle tente d'observer les irrégularités comportementales affectant des décisions financières, en laboratoire ou sur les marchés. Comme le rappelle Tadjeddine (2013), cette approche s'appuie sur des outils issus de la psychologie expérimentale (tests, enquêtes, mises en situation), mais aussi sur l'analyse des données de marché et des réactions collectives. Les comportements ne sont plus dérivés d'axiomes logiques, mais déduits de l'expérience observable, il s'agit donc d'une rupture avec l'instrumentalisme friedmanien : ce n'est pas la prédictibilité du modèle qui prime malgré des hypothèses non réalistes, mais la fidélité au comportement humain.

Dans le cadre de ce mémoire, l'analyse empirique des effets météorologiques sur les marchés s'inscrit précisément dans cette tradition méthodologique : elle part d'un fait observable (variation de rendement en lien avec des anomalies météorologiques) pour en déduire une influence potentielle de l'humeur collective sur les décisions d'investissement ou l'absence de celle-ci.

La finance comportementale n'est pas un remplacement du paradigme classique, mais plutôt une redéfinition de celui-ci qui tient compte des limites humaines, des biais cognitifs et des effets contextuels. Selon Frankfurter et Mc Goun cité par Tadjeddine, à la place de l'utilité espérée nous retrouverons en substitution la théorie des perspectives. Elle tente de comprendre les anomalies de marchés notamment celles liées à l'humeur et l'environnement dans lequel l'agent économique se trouve.

Cependant, comme le rappellent Tadjeddine (2013) et De Winne et D'hondt (2017), ce courant ne fournit pas encore de théorie unifiée de la formation des prix ni de modèle prédictif général, elle rencontre donc certaines limites. La première limite que nous pouvons citer est l'absence d'un modèle général équivalent au CAPM, elle n'a aucune proposition de modèle macroéconomique pour la formation des prix du marché, même si la théorie des perspectives de Kahneman et Tversky a permis de formaliser certains comportements en univers risqué. La deuxième limite est la collection fragmentée des biais (aversions aux pertes, sur confiances, disponibilités etc.) ce qui rend difficile la production de productions reproductibles sur le marché.

Selon Tadjeddine 2013, Frankfurter et Mc Goun en 2002 nous retrouvons en 3^e position l'absence de prise en compte les phénomènes collectifs mise à part les bulles spéculatives et les comportements mimétiques, elle se focalise sur l'individu et ses défaillances. Elle ne prend pas en compte les normes sociales, les facteurs politiques qui peuvent influencer la prise de décision. Eugène Fama en 1998, reconnaît les échecs empiriques invalidant la thèse de l'efficience mais il considère que la finance comportementale n'arrive pas à prévoir un modèle alternatif robuste. Elle décrit effectivement bien la réalité mais elle reste limitée dans la production d'un modèle rigoureux. (Tadjeddine, 2013)

Nous ne remettons pas en cause la pertinence de la finance comportementale, mais soulignons la nécessité d'une approche plus intégrative, combinant biais cognitifs, contextes institutionnels, et modélisations interdisciplinaires et analyse en utilisant des variables mesurables comme les anomalies météorologiques.

1.5 Revue des articles scientifiques sur la météo et la finance comportementale

1.5.1 Introduction

Nous vous présenterons dans ce chapitre une revue structurée de la littérature scientifique consacrée à l'effet de la météo sur les marchés financiers, en particulier via l'humeur des investisseurs. Nous verrons ensemble que la recherche académique s'est fortement intéressé aux facteurs non conventionnels susceptibles d'influencer les marchés financiers. Parmi ceux-ci, nous pouvons citer les conditions météorologiques qui suscitent un intérêt grandissant depuis le développement de la finance comportementale, en supposant leur impact l'humeur des individus. Certains paramètres tels que l'ensoleillement, la température ou les cycles saisonniers joueraient un rôle crucial sur la perception du risque, la prise de décision, et en fin de compte sur les rendements boursiers. Pour se faire, nous mobiliserons de nombreux auteurs qui ont produit des recherches nous permettant de mieux naviguer vers la compréhension de la finance comportementale. ¹

1.5.2 L'impact de la météo sur l'humeur d'un point de vue biologique

Lors de notre mémoire, nous tenterons de mettre en lumière le lien entre météo et humeur des investisseurs, lien qui a été établi d'un point de vue littérature psychologique. De nombreuses recherches ont démontré que l'ensoleillement, la luminosité ou encore la température ambiante peuvent influencer l'état émotionnel des individus, en particulier via la production de sérotonine et la régulation du rythme circadien. Nous mobiliserons l'article de Wirz écrit en 2006 pour expliquer ce phénomène biologique. Ces variations de l'humeur influencent à leur tour les comportements humains, notamment en matière de prise de risque, d'optimisme ou de réactivité émotionnelle. Nous les verrons en détail dans ce sous-chapitre. Depuis les premiers travaux reliant les conditions météorologiques à l'humeur humaine, la recherche s'est progressivement tournée vers une compréhension des mécanismes biologiques sous-jacents et certaines études ont également étudié leur impact sur les comportements économiques. Il s'agit ici de démontrer comment des variables climatiques telles que la lumière et la température affectent le cerveau humain, et en particulier les systèmes neurochimiques impliqués dans la régulation de l'humeur, de la motivation, la prise de risque mais également les décisions financières.

D'un point de vue biologique, l'ensoleillement est un régulateur de l'humeur et du rythme circadien. Wirz nous apprend que les noyaux suprachiasmatiques (SCN) de l'hypothalamus

reçoivent des signaux lumineux via une voie neuronale directe depuis la rétine au niveau de photorécepteurs. Ceci influence donc le rythme de la synthèse de mélatonine, hormone produite de manière nocturne par la glande pinéale sous le contrôle du SCN. Cette mélatonine favorise l'endormissement par des mécanismes thermorégulateurs et agit en retour sur les récepteurs du SCN, contribuant ainsi à renforcer la stabilité du rythme circadien.

La lumière stimule indirectement la production de la sérotonine, hormone de la détente et du bien-être, au sein du noyau suprachiasmatique. Cette stimulation rapide par la lumière explique aussi les effets anti-dépresseurs de la luminothérapie. Par contre, une réduction de l'exposition à la lumière naturelle, comme nous le vivons en hiver, peut entraîner une désynchronisation des rythmes internes, affecter la régulation du sommeil et de l'humeur, et favoriser l'apparition de troubles tels que la dépression saisonnière. Ces perturbations peuvent également s'exprimer collectivement, en particulier dans des contextes de forte incertitude. Le manque de sérotonine et sa transformation en mélatonine peut expliquer la baisse de motivation et de fait la possible baisse de prise de risque. (Wirz-Justice, 2006)

L'étude de Kamstra, Kramer & Levi (2003) rejoint celle de Wirz précédemment évoqué, la réduction de l'ensoleillement, des températures extrêmes ou une humidité élevée– peuvent entraîner des perturbations des cycles biologiques et donc de la fatigue, de l'irritabilité, voire une dépression saisonnière appelé *seasonal affective disorder* (SAD). Ces variations ne sont pas seulement individuelles : elles peuvent se retrouver à un niveau collectif, surtout dans des contextes d'incertitude économique. Les chercheurs Kamstra, Kramer & Levi (2003) ont transposé l'effet de la luminosité sur les marchés financiers, en observant une baisse significative des rendements boursiers durant les mois de faible luminosité, cohérente avec une aversion au risque accrue induite par un état émotionnel altéré. Leur hypothèse est que même des symptômes du *seasonal affective disorder* (SAD) peuvent affecter de manière agrégée le comportement d'une population d'investisseurs. (Kamstra, Kramer, & Levi, 2003)

Denissen nous montre que les températures, la luminosité, l'humidité et même la pression atmosphérique affectent l'humeur moyenne d'un échantillon d'individus sur des périodes de temps observées. Les chercheurs ont observé que l'ensoleillement et des températures modérées sont corrélés à une augmentation d'un état émotionnel positif, tandis que le froid ou un temps nuageux ont eu l'effet inverse, réduisant l'affect positif et augmentant l'anxiété. (Jaap J. A. Denissen, 2008)

Outre la lumière, d'autres variables météorologiques ont été mise en lumière par Keller dans l'influence du fonctionnement du cerveau. Des recherches en biométéorologie montrent que les températures modérées (entre 18 et 24 °C) favorisent l'humeur positive, la concentration et la sociabilité, tandis que des chaleurs extrêmes ou un froid intense sont associés à une augmentation de l'irritabilité, de l'inertie ou de l'agressivité. Ces états physiologiques, peuvent modifier la perception du risque, la propension à l'engagement, et la réceptivité aux nouvelles informations, des éléments fondamentaux dans les dynamiques de marché. (Keller, et al., 2005)

En finance comportementale, plusieurs biais sont directement associés aux états émotionnels. Un investisseur de bonne humeur, par exemple, aura davantage tendance à prendre des risques, à anticiper des résultats positifs, et à s'engager dans des stratégies d'investissement optimistes. À l'inverse, un état émotionnel négatif peut favoriser des comportements prudents, voire averses au risque, indépendamment de l'information fondamentale disponible. Dans ce cadre, la météo agit comme un facteur de transmission indirect, selon le schéma suivant : Anomalie météorologique → Affect biologique → État émotionnel collectif → décision financière

L'ensemble de ces mécanismes biologiques constitue une base explicative pour les biais cognitifs observés sur les marchés financiers. Les travaux en finance comportementale ont souvent documenté des comportements irrationnels soit l'excès de confiance, les biais aversion au risque sans toujours en expliquer l'origine physiologique. En intégrant les données issues des neurosciences et de la psychologie biologique, on peut mieux comprendre pourquoi l'humeur varie en fonction de l'environnement, et comment ces variations se traduisent dans les comportements d'investissement. Cette approche permet de relier le niveau neurologique et hormonale avec la sécrétion de sérotonine, les rythmes hormonaux et le macro-niveau économique avec la volatilité, les rendements, volumes de transaction), via un niveau intermédiaire psychologique avec un état affectif, de tolérance au risque.

La finance traditionnelle ne tient pas compte de cette chaîne d'influences exogènes. Pourtant, les études empiriques ont démontré que des comportements financiers irrationnels pouvaient être déclenchés par des facteurs météorologiques que nous aborderons dans les prochains sous-chapitres. Nous citerons l'ensoleillement avec l'article de Hirshleifer et Shumway en 2003 et de Bradrania et Gao en 2024, la température avec Cao et Wei en 2005 ou même la pression atmosphérique abordé par Kamstra, Kramer et Levi en plus de la baisse de luminosité. Des chercheurs comme Goetzmann et Zhu en 2003 ont d'ailleurs montré que les investisseurs institutionnels, protégés par des procédures normées soient moins exposés aux émotions dans leurs prises de décision et réagissent moins à ces conditions que les investisseurs individuels. Nous pouvons suggérer une sensibilité différente aux facteurs climatiques en fonction du profil des agents économiques.

Ce chapitre a mis en lumière les fondements biologiques qui sous-tendent le lien entre météo et comportement financier. En démontrant que des éléments climatiques comme la lumière, la température ou la pression atmosphérique modifient les fonctions cérébrales impliquées dans la prise de risque et l'évaluation des options.

1.5.3 L'impact de la météo sur l'humeur des investisseurs

L'une des contributions majeures à ce sujet que nous pouvons nommer, est celle de Hirshleifer & Shumway (2003), qui analysent l'effet de l'ensoleillement matinal sur les rendements boursiers dans 26 pays. Les auteurs montrent une corrélation positive entre la clarté du ciel et les rendements journaliers, qu'ils interprètent comme la conséquence d'un biais d'optimisme lié à un état d'esprit plus positif. Cette étude pose les fondations du canal affectif selon lequel

la météo modifie l'humeur, ce qui influence les décisions d'investissement, notamment à travers une plus grande propension à prendre des risques. (David Hirshleifer, 2003)

Dans une perspective complémentaire, Kamstra, Kramer & Levi (2003) formulent l'hypothèse que la baisse de luminosité en automne et en hiver pourrait induire une humeur dépressive à grande échelle, appelée trouble affectif saisonnier (SAD). Ils démontrent qu'il existe un cycle saisonnier des rendements boursiers qui coïncide avec cette baisse de luminosité, suggérant une aversion au risque plus marquée en hiver. L'effet serait particulièrement perceptible dans les pays à latitude élevée, où la variation de la lumière naturelle est plus extrême. (Kamstra, Kramer, & Levi, 2003)

Dans l'analyse d'un autre facteur ayant un impact sur l'humeur des investisseurs, les recherches de Cao et Wei en 2005 ont mis en lumière l'effet de la température sur le comportement de ces derniers. Les auteurs ont mené leur recherche dans 9 grands marchés boursiers et ont démontré qu'une température élevée était associée à une baisse significative des rendements journaliers. Selon eux la chaleur réduirait la prise de risque et rendrait moins dynamique le marché alors qu'un climat plus froid serait corrélée à une prise de risque accrue. (Melanie Cao a, 2005)

Plus récemment, Bradrania & Gao (2024) ont approfondi leurs observations en analysant comment la météo pouvait influencer la demande pour des actions de type loteries sur le marché boursier américain. Leur étude nous a montré que les conditions d'ensoleillement amplifient la préférence pour des investisseurs pour les titres à rendement maximal très élevé qui ont peu de chance se produire (de type loterie) en raison d'un climat favorable. Les auteurs soulignent que cette sensibilité aux stimuli externes comme la météo peut induire des comportements collectifs irrationnels, sans pour autant différencier directement entre investisseurs particuliers et institutionnels. (Reza Bradrania, 2024)

Pour synthétiser, les résultats des différentes études convergent pour indiquer que l'humeur individuelle influencée en partie par les conditions météorologiques constitue un levier important de la prise de décision financière. La composante affective constitue l'un des fondements principaux de l'effet météo observé dans les marchés, en particulier dans les contextes où les investisseurs particuliers jouent un rôle déterminant.

1.5.4 L'impact de la météo sur les rendements boursiers

Au cours de nos lectures scientifiques, nous avons pu observer que l'effet de la météo sur l'humeur individuelle était une hypothèse solide mais nous nous sommes également posés la question de son impact sur les performances des marchés financiers, impact qui fut l'objet de recherche d'un nombre important d'études empiriques. Celles-ci cherchent à déterminer si les variations météorologiques peuvent influencer de manière systématique les rendements

boursiers. Les résultats de ces recherches suggèrent que certaines conditions climatiques favorables, en particulier l'ensoleillement, sont associées à des hausses statistiquement significatives des rendements sur les marchés actions.

En effet, l'étude fondatrice de Hirshleifer & Shumway (2003) constitue une référence incontournable dans ce domaine. Les chercheurs ont analysé les données de 26 places financières internationales sur une période de 15 ans, ils ont démontré que les rendements journaliers sont positivement corrélés à l'ensoleillement du matin dans la ville de cotation. En d'autres termes, un ciel dégagé est associé à une performance boursière supérieure. Leur modèle économétrique, robuste aux effets de saisonnalité et aux différences géographiques, fournit l'une des premières démonstrations solides d'un effet météo multinational sur les rendements boursiers. Les auteurs interprètent ce phénomène comme étant le reflet d'un biais comportemental collectif, selon lequel une meilleure humeur des investisseurs induite par une météo clémente se traduit par une prise de risque accrue. (David Hirshleifer, 2003)

Kamstra, Kramer & Levi (2003) ont quant à eux abordé la question sous l'angle saisonnier. Leurs travaux ont mis en lumière une baisse des rendements pendant les mois à faible luminosité surtout lors de la période automnale et d'hivernale dans l'hémisphère nord, qu'ils attribuent à l'effet du trouble affectif saisonnier (SAD) que nous avons abordé dans la sous-section précédente. Selon l'étude, les investisseurs voient leur volonté à s'engager sur des actifs risqués se réduire lors de la transition vers des jours plus courts, qui est également lié à un pessimisme accru. Ce cycle SAD des rendements apparaît comme un phénomène régulier dans les pays situés dans l'hémisphère nord notamment le Canada, les États-Unis et certains pays d'Europe. (Kamstra, Kramer, & Levi, 2003)

En conclusion, les recherches empiriques tendent à démontrer que la météo exerce un effet modeste mais significatif sur les rendements boursiers, particulièrement dans les contextes à forte présence d'investisseurs particuliers, point qui sera abordé plus en profondeur dans la sous-section de ce mémoire : « Le rôle différencié des investisseurs individuels et institutionnels ». Ces effets sont principalement attribués à des biais psychologiques collectifs, déclenchés par les conditions environnementales. L'intensité de l'impact varie selon les marchés, les périodes, les indicateurs retenus (rendement, volume) et les profils d'investisseurs, mais nous pouvons le reconnaître comme un facteur explicatif non négligeable dans l'analyse comportementale des marchés financiers.

1.5.5 Météo et volatilité des marchés : une nouvelle dimension

Nous avons pu voir que l'impact de la météo sur les rendements moyens a largement été étudié, mais nous nous sommes également intéressé à une dimension complémentaire qui reste néanmoins intéressante, la volatilité. Cette dernière est souvent interprétée comme un indicateur d'incertitude ou d'instabilité perçue par les investisseurs. Certaines études suggèrent même que les conditions météorologiques pourraient jouer un rôle dans l'amplification de cette instabilité.

Plusieurs chercheurs avancent l'idée que les conditions climatiques affectent non seulement les émotions des investisseurs, mais aussi leur niveau de confiance sur le marché. Ainsi, une météo instable, peu lumineuse ou anormalement chaude pourrait accentuer les comportements prudents, les réactions émotionnelles et les divergences d'interprétation des signaux de marché, augmentant ainsi la variabilité des prix. Ce phénomène peut se traduire par une hausse de la volatilité.

Nous illustrerons ces propos avec Hirshleifer et Shumway (2003) qui ont montré que l'ensoleillement, en influençant l'humeur des investisseurs, peut réduire l'incertitude perçue et ainsi modérer la volatilité quotidienne. Quant à Bradrania et Gao (2024), ils confirment que cet effet d'humeur, associé aux conditions météorologiques, contribue à accentuer ou atténuer la sensibilité des marchés, notamment pour les titres à profil asymétrique. L'étude de Cao et Wei (2005) met en évidence le rôle de la température : une chaleur excessive serait liée à une apathie ou une baisse de vigilance, ce qui pourrait accroître la dispersion des comportements et donc la volatilité. Kamstra, Kramer et Levi (2003), quant à eux, soulignent l'effet de la baisse de luminosité et de la pression atmosphérique sur le trouble affectif saisonnier (SAD), susceptible d'amplifier les réactions émotionnelles des investisseurs et d'accroître la volatilité en période hivernale.

En résumé, la météo semble influencer la direction des marchés, mais aussi leur stabilité. Cette variabilité émotionnelle induite par les conditions climatiques renforce l'idée que les marchés financiers ne sont pas uniquement orientés par la théorie de l'efficacité des marchés ni de la rationalité mais aussi par des facteurs psychologiques, sensibles à l'environnement dans lequel évoluent les agents économiques.

1.5.6 Le rôle différencié des investisseurs individuels et institutionnels

Nous avons identifié un facteur clé dans l'analyse de l'effet météo sur les marchés financiers, celui-ci concerne l'hétérogénéité des profils d'investisseurs. Effectivement, tous les acteurs de marché ne réagissent pas de la même manière aux conditions météorologiques : leurs comportements sont influencés par leur expertise dans le domaine de l'investissement, leur exposition émotionnelle et les contraintes environnementales auxquelles ils sont soumis. Plusieurs études montrent que les investisseurs individuels sont davantage sujets à des biais émotionnels, notamment ceux induits par la météo. À l'aide de notre revue de littératures nous pouvons souligner une distinction nette entre les comportements des investisseurs individuels et institutionnels face aux variations météorologiques.

Nous pouvons utiliser l'étude de Bradrania et Gao en 2024 qui ont analysé la demande pour des titres de type loterie (à rendement maximal très élevé) en démontrant que l'humeur induite par un temps ensoleillé pousse principalement les investisseurs individuels à surévaluer ces actifs, tandis que les investisseurs institutionnels qui sont encadrés par des normes et des standards, ne modifient pas significativement leurs décisions. (Reza Bradrania, 2024)

Par contre l'étude de Goetzmann et Zhu en 2003 confirme également cette asymétrie en ne trouvant aucun lien significatif entre météo et comportement d'achat/vente des particuliers, mais en identifiant une variation des spreads bid-ask (écart entre le prix proposé à l'achat et le prix demandé à la vente) attribuée aux market-makers, suggérant que ce sont les professionnels de marché, et non le public, qui traduisent l'impact climatique. (Goetzmann & Zhu, 2003)

Enfin, Cao et Wei (2005) abondent dans la direction de Bradrania et Gao en observant que l'effet de la température sur les rendements est plus marqué dans les indices « equally-weighted » (pondérés de manière égale entre titre) ce qui donne plus de poids aux petites valeurs que dans un indice pondéré par la capitalisation représentant davantage les petites valeurs détenues par des investisseurs individuels. Ces résultats confirment l'hypothèse selon laquelle les biais émotionnels liés à la météo touchent plus fortement les acteurs non professionnels, tandis que les institutions financières se montrent globalement moins perméables à ces influences extérieures.

Cette différenciation entre types d'investisseurs est essentielle pour comprendre pourquoi l'effet météo est plus marqué dans certains segments du marché. Elle permet également d'expliquer les variations d'intensité observées dans les études empiriques. En somme, l'effet météo ne touche pas uniformément l'ensemble des acteurs, mais s'exprime de manière différente selon leur profil, leur rationalité et leur professionnalisation ou non.

1.6 Discussion critique et perspectives

Les recherches que nous avons présentées dans ce chapitre révèlent une convergence progressive autour de l'idée que les conditions météorologiques influencent l'humeur des individus et, par extension, leurs comportements financiers. Nous appuyons cette observation à la fois à l'aide des fondements psychologiques et biologiques (variation de l'ensoleillement, sécrétion de sérotonine, trouble affectif saisonnier), et par des preuves empiriques recueillies sur différents marchés boursiers.

Les critiques que nous souhaitons souligner sont liées dans un premier temps à la robustesse des effets observés, les corrélations significative entre la météo et les comportements du marché sont souvent modestes en intensité et dépendante de l'emplacement géographique et de la période de temps analysé. Les résultats de Saunders obtenus à New York ne sont pas nécessairement transposables aux bourses européennes ou asiatiques. De même, l'étude de Hirshleifer & Shumway (2003), bien que multinationale, repose sur l'ensoleillement matinal dans les capitales financières, sans tenir compte des lieux réels de prise de décision des investisseurs (souvent dispersés géographiquement, surtout à l'ère du télétravail).

La deuxième critique que nous émettons est liée à établir un lien de causalité strict. Les variables météorologiques sont certes exogènes et objectives, ce qui en fait des candidates idéales pour des analyses économétriques, mais les biais comportementaux qu'elles déclenchent sont subjectifs et difficilement mesurable précisément bien qu'observable. L'humeur des

investisseurs, par définition fluctuante, reste une variable rarement observée directement dans les travaux empiriques. Les approches par facteurs indirects comme la couverture nuageuse ou par anomalie météorologique ne permettent pas toujours de capturer les mécanismes internes de décision. De plus les effets psychologiques de la météo peuvent varier en fonction de facteurs culturels, sociaux, ou même linguistiques (perception du risque, style d'investissement, climat national).

Et le dernier point serait également le profil des investisseurs selon Goetzmann & Zhu (2005) les investisseurs individuels sont significativement plus sensibles aux conditions météorologiques que les institutionnels, dont les décisions sont encadrées et régies par des objectifs long terme.

Dans le cadre de ce mémoire, nous tenterons d'examiner l'effet de la météo sur les rendements boursiers de plusieurs pays européens à travers plusieurs indicateurs financiers (rendement, volume, volatilité). L'approche choisie vise à croiser plusieurs variables comportementales, à s'appuyer sur des données météorologiques précises, et à tester l'intensité des effets au regard de différents emplacements et périodes. Nous serons soumis aussi à des contraintes méthodologiques (notamment l'absence de données séparées pour investisseurs institutionnels et particuliers), mais nous tenterons de contribuer à une meilleure compréhension du poids des facteurs émotionnels dans le fonctionnement réel des marchés financiers.

2 Méthodologie et données

Cette section de chapitre est dédiée à la récolte et à la description des données utilisées pour tester notre modèle : L'effet des anomalies météorologiques sur les stratégies d'investissement des investisseurs. Nous présenterons donc les sources et les caractéristiques des données boursières utilisées ainsi que les données météorologiques employées. Nous détaillerons ensuite les variables explicatives et enfin, la méthodologie statistique et économétrique utilisée, incluant les régressions linéaires, les tests de significations ainsi que les analyses de corrélations. Nous tenterons dans le chapitre suivant d'émettre une conclusion et de vérifier si notre postulat de départ est correct afin de valider notre question de recherche.

Nous avons choisi les 6 pays pour comparer l'effet des anomalies météorologiques dans des contextes géographiques, climatiques et économiques différents au sein de la même zone euro. Nous avons donc séparé les 2 pays selon une partie Nord et Sud. La partie Nord présente une météo tempérée, océanique ou continentale marquée par des saisons bien distinctes et des hivers froids. La partie Sud quant à elle à un climat méditerranéen avec plus d'ensoleillement annuel, des hivers doux et des étés plus chauds que dans le Nord. Cette distinction est pertinente pour l'étude des anomalies météorologiques.

L'avantage de notre étude porte sur le fait que ces 6 pays se trouvent dans la zone euro et utilise la même unité monétaire. Nous n'avons pas de risque sur le taux de change, pas de comparabilité des indices boursiers nationaux nécessaires et ces pays d'un point de vue macro-économique sont régulées par une réglementation européenne. Cela devrait éviter des biais macroéconomiques.

2.1 Récolte et description des données

Nous avons utilisé deux types de données pour tester notre question de recherches, des données boursières mensuelles ainsi que des données météorologiques mensuelles.

Les données financières proviennent de « Yahoo finance » pour 5 des 6 pays européens, nous avons également procédé à une extraction sur le site "Investing" pour obtenir les données boursières de l'Allemagne. Les pays du Nord sont constitués de l'Allemagne (DAX 40), de la France (CAC 40) et de la Belgique (BEL 20). L'échantillon Sud lui se compose de l'Espagne (IBEX 35), le Portugal (PSI 20) et la Grèce (FTSE Athex).

Nous prendrons l'indice boursier Allemand - Le DAX pour présenter les données et les variables utilisées, la procédure d'analyse a été répliquée pour chaque pays analysé mais afin de ne pas encombrer la lecture de notre étude, nous travaillerons avec un cas exemple. Principal indice

boursier allemand, il représente l'indice boursier des grandes entreprises cotées en Allemagne. Les données sont facilement récupérable sur les sites comme « Yahoo finance » et « Investing ». Elles permettent également de baser notre étude sur une économie européenne forte .

L'échantillon étudié va de la période du 1er novembre 2014 jusqu'au 28 juin 2024. Nous avons calculé à l'aide des prix différentes variables :

Notre postulat était d'observer si les décalages de températures avec les valeurs saisonnières influencent les décisions des investisseurs et se traduisant par une variation significative dans les rendements, la volatilité et les volumes.

- Les rendements à partir des prix de clôture
- L'évolution des volumes et utilisation des volumes (Volumes étant égal au nombre d'actions échangées mensuellement)
- La volatilité intra-mensuelle entre les prix High et prix Low ainsi que les prix Open
- La volatilité annualisée

Nous avons également utilisé les données FAMA FRENCH que nous avons pu récolter sur le site Dartmouth partie Kenneth French.

Celles-ci sont constituées :

- $R_m - R_f$: Rendement du marché ajusté du taux sans risque
- SMB : Small minus big (prime de taille)
- HML : high minus low (prime de valeur)

Les rendements mensuels ont été calculés à partir des cours de clôture avec la formule suivante.

$$\text{Rendement} : (P_t - P_o) / P_o$$

Traitement de l'amplitude qui représente la différence entre le prix le plus haut soit le prix High et le prix le plus bas Low enregistré dans le mois de l'indice. Cette variable permet de donner une idée de l'indice des fluctuations durant la cotation.

$$\text{Amplitude} : (Prix_{high} - Prix_{low})$$

Elle permet de nous donner une information sur l'agitation du marché mais il s'agit d'une valeur monétaire, nous avons décidé de travailler également avec la variabilité afin d'avoir une comparaison Prix High divisé par prix Low -1 afin de revenir sur un ratio qui nous permettra de comparer les informations

$$\text{Amplitude exprimée en \%} : \left(\frac{Prix_{high}}{Prix_{low}} \right) - 1$$

Le traitement des volumes de transactions est le nombre d'actions échangées mensuellement sur les indices utilisés. Les mois où les données de volumes ne sont pas disponibles ont été exclus de notre analyse afin d'avoir une cohérence lors des analyses de données enfin certaines

données n'apparaissent pas dans le but de préserver la robustesse de notre analyse et dès lors de ne pas fausser les résultats.

La variable météorologique clé de notre étude est l'anomalie météorologique.

Les données météorologiques obtenues ont été extraites du site « National Centers for Environmental Information ». L'anomalie météorologique mensuelle est la déviation par rapport aux normales saisonnières exprimée en degrés Celsius.

Elle est obtenue donc en faisant un différentiel entre la température moyenne historique mensuelle et la température réelle mensuelle observée pour un mois donné.

Une anomalie météorologique positive indique des températures supérieures à la moyenne, une anomalie météorologique négative montre une tendance inférieure à la moyenne attendue pour ladite période. Il s'agit d'anomalies météorologiques en fonction des latitudes et longitudes que nous avons recherchée afin de cibler les capitales européennes.

Dans notre étude, nous avons donc dû obtenir la latitude et longitude de chaque capitale européenne afin de pouvoir extraire la liste des données d'anomalies météorologiques mensuelles.

Anomalie météorologique

$$: (Température_{observée\ au\ temps\ t} - Température_{saisonnière_{t-1}})$$

Où :

T_{observée} est la température moyenne mesurée sur le mois

Température normale saisonnière est la moyenne historique pour le même mois.

Latitude et longitude de chaque capitale européenne :

- Allemagne – Berlin : 52.52437, 13.41053
- France – Paris : 48.85341, 2.3488
- Belgique – Bruxelles : 50.85045, 4.34878
- Espagne – Madrid : 40.416775, -3.703790.
- Portugal – Lisbonne : 38.736946, -9.142685
- Grèce – Athènes : 37.983810, 23.727539

2.2 Les variables utilisées

Nous avons défini le rendement comme variable dépendante pour notre étude, celle-ci dépendant donc d'une anomalie explicative qui serait l'anomalie météorologique.

Nous avons également travaillé avec d'autres données afin d'obtenir une analyse robuste. Nous avons porté notre choix sur la volatilité (mesure de la variation des rendements intra période), des transactions (volume échangé). Comme précédemment expliqué, vous trouverez également les facteurs de Fama-French (Rm-Rf, SMB et HML).

2.3 La méthodologie utilisée

L'analyse repose donc sur plusieurs dimensions statistiques. Nous avons procédé à des analyses descriptives comme la corrélation simple, corrélation croisée entre volume et volatilité, des régressions de type simple, multiple et une régression multiple en incluant les facteurs Fama-French. Nous avons d'abord commencé par une étude de données descriptives des variables principales en analysant la moyenne des rendements, des amplitudes et des volumes.

Nous avons également calculé les minima et maximum afin de voir l'écart des variables, nous avons calculé l'écart-type et la volatilité annualisée.

Nous avons estimé ensuite à l'aide de graphiques de série temporelles pour détecter visuellement des pics ou des baisses durant certaines périodes.

Cela nous permet de dépeindre une première image des relations entre les différentes variables.

2.3.1 Analyse des corrélations

Nous avons calculé les coefficients de corrélation afin de mesurer la force et la direction des liens entre les anomalies météorologiques et les rendements mensuels. L'amplitude de variation des prix et les volumes de transaction ont également été analysés.

Ces tests permettent d'évaluer si une relation linéaire existe et si elle est statistiquement significative.

2.3.2 Régressions linéaires simples

Nous avons commencé par régresser les rendements sur l'anomalie météorologique avec le modèle de base suivant :

$$R_{it} : B_0 + B_1 Anomalie_t + \varepsilon_t$$

Où Y_t représente la variable dépendante le rendement, l'amplitude et le volume.

L'anomalie représente l'anomalie météorologique climatique pour le mois au temps t .

Après une première régression simple, nous avons intégré cette variable dans un modèle à 3 facteurs (Fama-French) pour tester la robustesse de l'effet, en tenant compte de facteurs fondamentaux classiques."

L'objectif de ce modèle est de déterminer si l'anomalie météorologique a un impact direct sur le comportement de marché indépendamment d'autres facteurs.

2.3.3 Régressions linéaires multiples

Nous avons poursuivi la régression linéaire simple en passant sur une multiple en intégrant une variable contrôle soit le volume. Le modèle s'est donc enrichi et est devenu celui-ci :

$$R_{it} : B_0 + B_1 Anomalie_t + \beta_2 volume + \varepsilon_t$$

2.3.4 Le modèle Fama-French à 3 facteurs et la variable anomalie météorologique

La dernière phase que nous avons appréhendé , consistait à intégrer l'anomalie météorologique dans le modèle Fama-french à 3 facteurs.

Ce modèle est utilisé pour expliquer les rendements boursiers à l'aide de 3 facteurs qui ont expliqué au point « Récolte et description des données »

Si nous réécrivons la formule,

$$R_{it} : \alpha + \beta_1(R_{mt} - R_{ft}) + \beta_2 SMB_t + \beta_3 HML + \beta_4 Anomalie_t + \varepsilon_t$$

Où :

R_{it} = Rendement de l'indice i au temps t

α = Constante du modèle $,_t$

$(R_{mt} - R_{ft})$ = Rendement du marché moins le taux sans risque

$Anomalie_t$ = anomalie météorologique du mois t exprimé en degré celsius.

SMB = Prime de taille (small minus big)

HML = Prime de valeur (High minus low)

$\beta_1 ; \beta_2 ; \beta_3 ; \beta_4$ = coefficient estimé pour chaque facteur

ε_t = Résidu aléatoire

Nos données Fama-French ont été extraites depuis la base de données publiques mis à disposition par Kenneth french, nous les avons ensuite divisées par 100 pour être exprimées en rendements décimaux afin d'être compatibles avec les autres variables de l'étude. L'objectif de l'intégration de ce modèle est de contrôler les principaux facteurs fondamentaux expliquant les rendements boursiers (prime de marché, effet taille, effet valeur). En y ajoutant la variable d'anomalie météorologique, nous testons si celle-ci conserve un effet significatif sur les rendements après neutralisation des effets traditionnels. Cela permet d'évaluer si les conditions climatiques influencent le comportement des investisseurs indépendamment des fondamentaux de marché.

Pour conclure, notre méthodologie a pour but d'évaluer à la fois l'impact direct des anomalies météorologiques sur le comportement des marchés de nos 6 pays choisis, et de vérifier si ces effets persistent même après contrôle des facteurs fondamentaux traditionnels.

3 Chapitre : Analyse descriptive

Cette section présente les résultats que nous avons obtenu à partir des différentes analyses statistiques et économétriques réalisées sur les données présentées dans le chapitre précédent. Les résultats sont d'abord abordés de manière descriptives avant de procéder aux estimations des modèles de régression simples et multiples.

Nous avons procédé à l'exercice sur plusieurs pays et nous commencerons donc notre analyse avec l'indice DAX de l'Allemagne qui sera notre fil conducteur et nous ajouterons les pays en comparaison pour chaque point d'analyse.

3.1 Résultats descriptifs

Dans ce sous-chapitre, nous retrouverons les statistiques de base des variables utilisées : Moyenne, minimum, maximum, écart-type, variance, volatilité. Nous tenterons de les décrire.

Graphiques des anomalies météorologiques dans le temps :

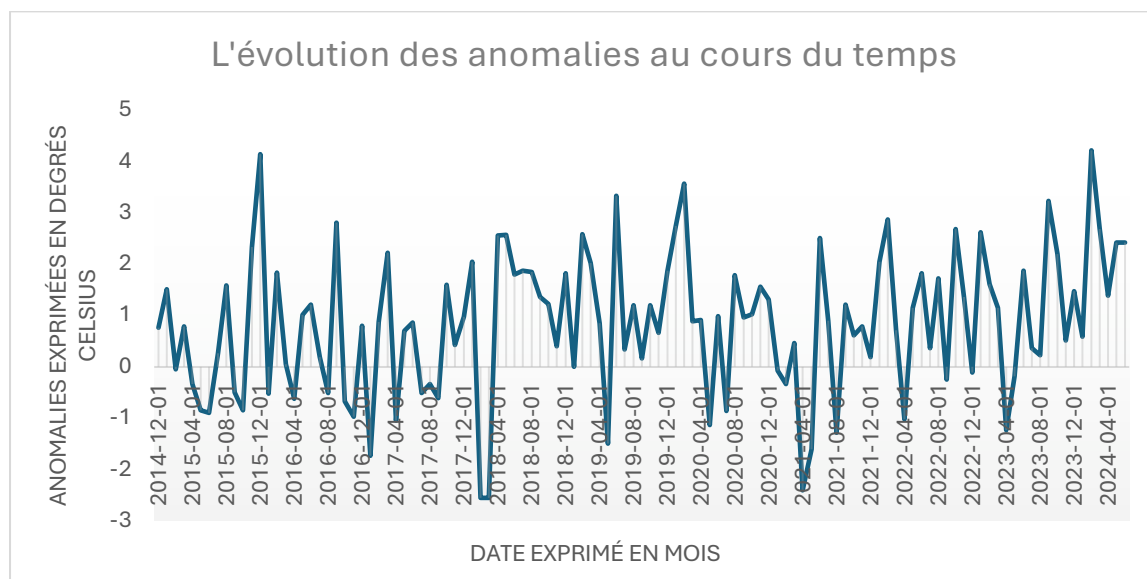


Figure 2 : L'évolution des anomalies au cours du temps

Le graphique représente une série temporelle qui représente l'évolution des anomalies météorologiques de Berlin entre décembre 2014 et avril 2024.

L'anomalie comme expliquée ci-dessus représente une différence de températures par rapport aux températures normales attendues.

Les anomalies météorologiques sont majoritairement positives sur l'ensemble de la période allant de 2014 à 2024, les températures ont donc été supérieures aux normales saisonnières.

A partir de 2020, nous actons une augmentation de la fréquence de celles-ci, les écarts de degrés par rapport aux températures attendues se font de plus en plus régulières, moins espacées dans le temps, ceux-ci sont donc plus fréquents. Certains mois présentent des pics de 4°C, ce qui est très significatif à l'échelle climatique mensuelle. En effet, les anomalies présentent des pics plus élevés, ils ont de plus grandes intensités ce qui veut dire que les écarts par rapport aux normales saisonnières sont plus prononcés. Ces anomalies pourraient influencer l'humeur des investisseurs et expliquer certaines fluctuations observées à la hausse sur le marché boursier .

La tendance observée pour les 5 autres pays analysés est une augmentation des anomalies météorologiques, que nous pouvons donc traduire par un réchauffement climatique constant. La Belgique affiche les anomalies météorologiques les plus élevées dépassant 4°C à partir de 2023. La France suit une tendance similaire bien que légèrement moins marquée. Le Portugal a quant à lui une évolution moins forte mais tout de même régulière. Les pays du Nord semble présenter des anomalies météorologiques plus sévères pouvant être liées à la variabilité saisonnière plus forte du climat tempéré continental.

Graphiques des rendements boursiers dans le temps :

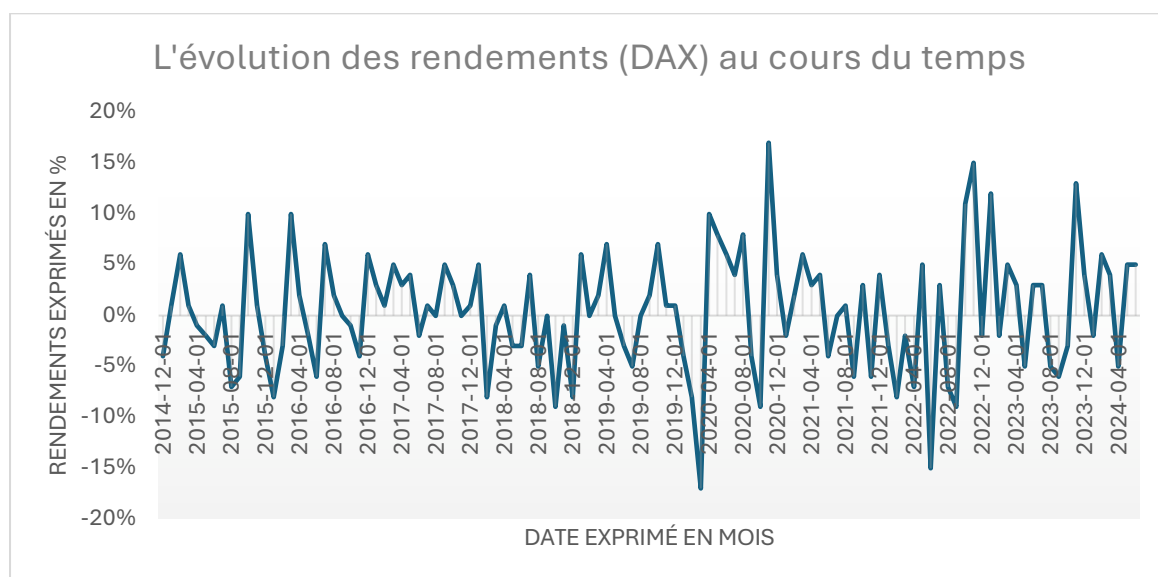


Figure 3 : L'évolution des rendements (DAX) au cours du temps

Le graphique représente les rendements boursiers de l'indice DAX au cours du mois de décembre 2024 jusqu'en avril 2024.

Les rendements ont une grande volatilité sur la période étudiée, allant de -17% à +17%. Nous observons de grande variation en 2020 avec une chute entre décembre 2019 et avril 2020, correspondant au début de la pandémie COVID. A partir de 2021, les pics sont à nouveau plus fréquents et plus accentués, on observe un deuxième pic en 2022 qui pourraient être liés à l'instabilité géopolitique (guerre en Ukraine, Guerre au Moyen-Orient) et à l'inflation. Nous vérifierons ce point à l'aide de la volatilité puisque nous la lions à l'instabilité.

Le marché du DAX serait donc impacté par des événements extérieurs et pourrait donc être également influencé par des anomalies météorologiques.

Graphique de l'évolution des rendements et des anomalies météorologiques dans le temps

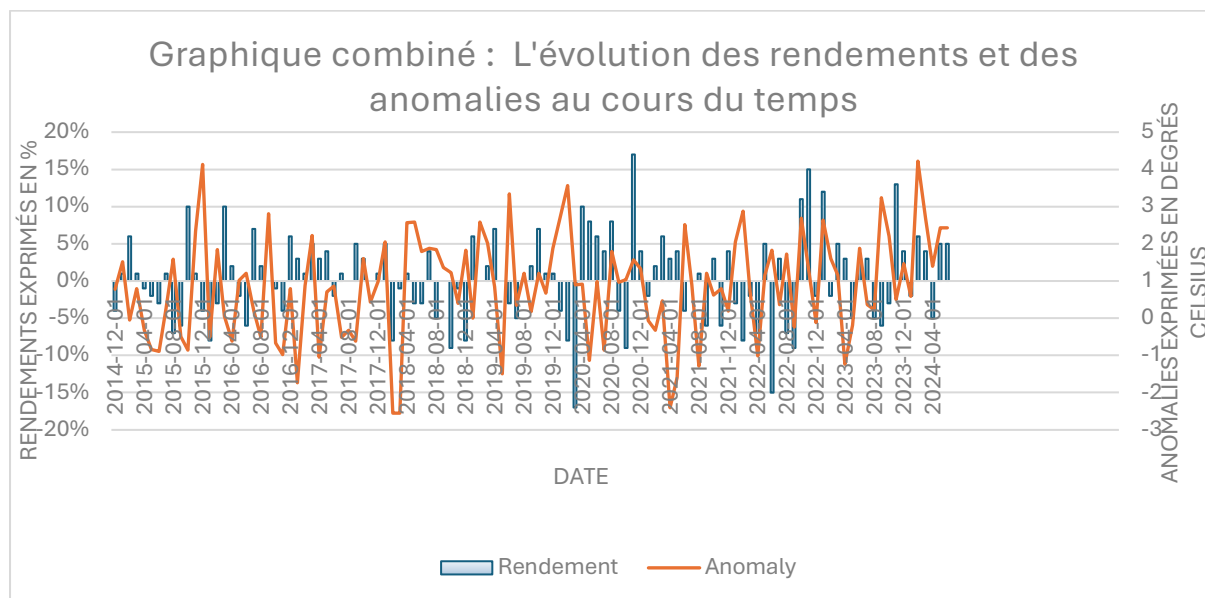


Figure 4 : Graphique combiné - L'évolution des rendements et des anomalies au cours du temps

Le graphique présente l'évolution du rendement du DAX et des anomalies météorologiques de Berlin entre décembre 2014 et avril 2024. Nous avons utilisé un graphique combiné pour nous mettre d'utiliser deux échelles et de mettre plus facilement en évidence les possibles points de convergence et donc de visualiser d'éventuelles corrélations entre les rendements et les anomalies météorologiques. Nous observons les rendements boursiers au cours de la période étudiée oscillant entre un intervalle compris entre -17% et 17% avec une moyenne proche de 0,3 % et un écart-type de 5,8 %, comme nous l'avons calculé ci-dessous.

Les anomalies météorologiques présentent quant à elle une volatilité très marquée. La courbe orange indique des écarts importants par rapport aux températures normales, avec des anomalies dépassant parfois les 4°C. Ces pics s'intensifient visiblement à partir de 2020, ce qui reflète une accentuation des dérèglements climatiques dans la région étudiée. Cette tendance rejoint le point abordé lors de notre introduction selon lequel « la décennie écoulée a été la plus chaude jamais enregistrée depuis 125 000 ans ». (Ministères de la transition écologique et de la cohésion du territoire, 2023)

Malgré la mise en superposition des rendements et de l'anomalie météorologique, nous n'arrivons pas à capter une relation visuelle claire ou immédiate. Les périodes de fortes anomalies météorologiques ne coïncident pas toujours avec des hausses ou des chutes boursières. Nous pouvons déduire dans l'état, que l'impact des anomalies climatiques sur les rendements ne s'exprime pas de manière extrême.

3.1.1 Données descriptives générales

	Rendement	Amplitude	Anomalie
Moyenne	0,31%	991,3	0,83
Min	-17,00%	233,0	-2,55
Max	17,00%	4017,3	4,22
Écart-type	5,80%	512,7	1,38
Variance	0,34%	262 888,3	1,92
Volatilité	20,09%	1776,0	4,78

Tableau 2 : Données descriptives générales liées à l'Allemagne

Concernant la donnée rendement, le rendement quotidien moyen est positif : 0,31%. L'écart-type est de 5,80% et la volatilité de 20,09% qui correspond donc à un risque important. Les rendements sont donc très dispersés autour de la moyenne. Le minimum de rendement observé est de -17% et la valeur maximum est de 17% ce qui montre de grandes variations de rendement. Nous pouvons dès lors penser que les facteurs psychologiques (induits par les facteurs météorologiques) peuvent influencer les rendements.

Pour l'amplitude qui est de la différence entre les prix hauts et les prix bas au cours d'un mois, nous avons une moyenne de 991,3 ce qui est l'écart entre le prix et le plus haut au cours de chaque mois de l'indice DAX. Les amplitudes peuvent osciller entre 233 et 4017, l'écart-type lui est de 512,7 il s'agit d'une répartition autour de la moyenne modérée. Nous travaillerons dans la partie comparaison entre les 6 indices boursiers sur une base de ratio afin de permettre une comparaison entre les pays.

Pour l'anomalie météorologique, nous pouvons constater qu'elle est en moyenne positive (0,83°C) et que les températures observées sont donc plus grandes que les moyennes saisonnières. Les écarts les plus négatifs sont de -2,55°C à la moyenne et les plus élevés +4,22°C. L'écart-type de 1,38°C mesure la dispersion des anomalies météorologiques autour de la moyenne de 0,83°C (donc entre -0,55°C et 2,21°C).

La volatilité est quant à elle de 4,78%, c'est une variabilité relative et donc une variabilité plus fréquente, sur un climat instable.

Indice de la performance entre les 6 indices boursiers au cours de la même période :

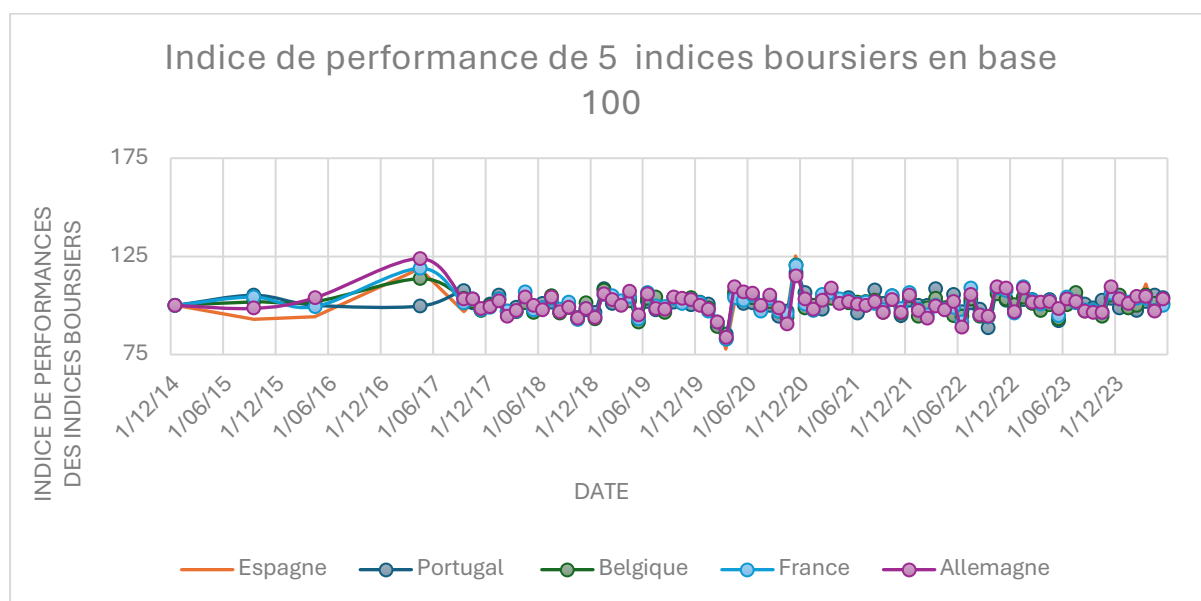


Figure 5 : Indice de performance de 5 indices boursiers en base 100

Le graphique ci-dessus représente l'évolution des cinq indices boursiers européens (Espagne, Portugal, Belgique, France, Allemagne) sur la même période de temps, en base 100. Cette normalisation permet de comparer la performance de chaque marché indépendamment de leur niveau initial et de faciliter l'analyse de leurs trajectoires respectives. Nous n'avons pas pu prendre l'indice de la Grèce FTSE.ATH car celui-ci ne comprenait pas assez de données pour le comparer sur la même période de temps avec les autres pays.

Jusqu'en 2017, les indices suivent une trajectoire relativement similaire, avec une croissance modérée et synchrone. Cependant, à partir de 2018, des divergences apparaissent : l'indice portugais semble plus instable, tandis que l'indice allemand reste plus stable, illustrant une robustesse des marchés d'Europe du Nord face à ceux du Sud.

L'année 2020 constitue un point d'inflexion, marqué par un choc brutal lié à la pandémie de COVID-19. Tous les indices enregistrent une chute significative, suivie d'un rebond rapide. Ce phénomène nous permet d'illustrer à la fois une nervosité des marchés face à une crise sanitaire et leur capacité de récupération après cela.

Les années 2021 à 2023 sont marquées par une oscillation constante autour de la valeur initiale qui nous ne permettent pas de définir une tendance haussière ou baissière claire. Cette stagnation relative peut s'expliquer par la combinaison de plusieurs éléments : hausse de l'inflation, tensions géopolitiques, crises énergétiques.

On note toutefois que les indices des pays d'Europe du Sud (Espagne, Portugal) présentent une volatilité légèrement plus marquée. Cela rejoint les résultats de notre analyse, qui tend à montrer

que les marchés plus instables seraient potentiellement plus sensibles aux effets d'humeur induits par des conditions climatiques atypiques

Rendement et comparaison entre les 6 indices boursiers :

Ce tableau présente les principaux indicateurs statistiques des rendements mensuels pour six indices boursiers européens : le DAX (Allemagne), le CAC 40 (France), le BEL 20 (Belgique), l'IBEX 35 (Espagne), le PTI (Portugal) et le FTSE/ATHEX (Grèce).

Rendement	Allemagne (DAX)	France (CAC)	Belgique (BEL)	Espagne (IBEX)	Portugal (PTI)	Grèce (FTSE)
Moyenne	0,66%	0,45%	0,23%	0,19%	0,22%	-0,17%
Min	-16,44%	-17,21%	-21,41%	-22,21%	-14,61%	-29,49%
Max	15,01%	20,12%	20,50%	25,18%	16,72%	50,53%
Ecart type	5,11%	4,82%	4,79%	5,68%	4,71%	10,56%
Variance	0,26%	0,23%	0,23%	0,32%	0,22%	1,11%
Volatilité	17,70%	16,70%	16,59%	19,68%	16,30%	36,58%

Tableau 3 : Comparaison pour la variable rendement des 6 indices boursiers

Les résultats nous révèlent plusieurs observations intéressantes concernant la performance et la stabilité des marchés financiers des pays étudiés.

Sur le plan des rendements moyens, tous les marchés affichent une performance positive, à l'exception de la Grèce dont la moyenne est légèrement négative (-0,17 %). L'Allemagne présente la moyenne la plus élevée (0,66 %), suivie par la France (0,45 %), tandis que les pays d'Europe du Sud tels que l'Espagne (0,19 %), le Portugal (0,22 %) et la Grèce restent en retrait.

Les valeurs extrêmes confirment l'instabilité potentielle de certains marchés. La Grèce enregistre à la fois le minimum le plus bas (-29,49 %) et le maximum le plus élevé (+50,53 %), traduisant un environnement boursier très volatil, probablement influencé par les incertitudes économiques et politiques du pays au cours de la décennie. L'Espagne, la Belgique et la France présentent également des variations importantes, tandis que le Portugal reste relativement plus stable.

L'analyse de l'écart type et de la volatilité met en évidence deux profils bien distincts. D'une part, les marchés de la zone décrite Nord dans ce mémoire (Allemagne, France, Belgique) présentent des niveaux de volatilité plus modérés, compris entre 16,30 % et 17,70 %, avec un écart type compris entre 4,79% et 5,11% . Soulignons également la volatilité affichée par la Grèce de 36,58 %, soit plus du double de celle de ses voisins. L'Espagne se situe dans une position intermédiaire avec une volatilité de 19,68 %.

Ces résultats suggéreraient que les marchés grec et espagnol sont plus exposés à de fortes fluctuations mensuelles, ce qui pourrait accentuer l'impact de facteurs exogènes tels que la

météo sur les décisions des investisseurs. À l'inverse, les marchés allemand, belge et français semblent plus stables.

En résumé, l'analyse des rendements met en lumière une hétérogénéité entre les pays étudiés, tant en termes de performance moyenne que de variabilité. Ces différences devront être prises en compte dans l'interprétation des résultats économétriques et dans la discussion générale sur les effets potentiels des anomalies météorologiques.

Anomalie et comparaison entre les 6 indices boursiers :

Le tableau ci-dessous présente les statistiques descriptives des anomalies météorologiques moyennes mensuelles observées dans six pays européens :

Anomalie	Allemagne (DAX)	France (CAC)	Belgique (BEL)	Espagne (IBEX)	Portugal (PTI)	Grèce (FTSE)
Moyenne	0,83	0,38	0,32	0,28	0,45	0,10
Min	-2,55	-4,20	-2,40	-1,68	-1,06	-1,46
Max	4,22	4,37	2,30	2,44	2,03	1,46
Ecart type	1,38	1,60	0,92	0,72	0,68	0,50
Variance	1,92	2,56	0,84	0,52	0,47	0,25
Volatilité	4,78	5,55	3,18	2,51	2,36	1,73

Tableau 4 : Comparaison de la variable anomalie pour les 6 pays étudiés

Ces anomalies, mesurées en écart par rapport à la moyenne saisonnière historique, traduisent les variations climatiques au sein de chaque marché durant la période étudiée par pays. Elles permettent d'identifier les pays dans lesquels la météo présente des écarts significatifs susceptibles d'affecter le comportement des investisseurs.

En termes de moyenne des anomalies, l'Allemagne se distingue avec une valeur moyenne de 0,83, bien supérieure aux autres pays. Elle est suivie par le Portugal (0,45), la France (0,38) et la Belgique (0,32). L'Espagne (0,28) et la Grèce (0,10) ferment la marche. Ces résultats indiquent que l'Allemagne présente les anomalies météorologiques les plus marquées, suggérant une plus grande exposition des investisseurs à des fluctuations de température atypiques. Les valeurs extrêmes révèlent des écarts significatifs : la France affiche le minimum le plus bas (-4,20), et également l'un des maximums les plus élevés (+4,37), ce qui indique une forte amplitude dans les anomalies climatiques. L'Allemagne suit avec des extrêmes de -2,55 et +4,22. En revanche, les pays du Sud (Portugal, Grèce, Espagne) présentent une variabilité plus contenue, notamment la Grèce, dont les anomalies s'étendent de -1,46 à +1,46. Concernant l'écart-type et la variance, la France (écart-type de 1,60) et l'Allemagne (1,38) présentent les

niveaux de dispersion les plus élevés, confirmant une météorologie plus instable. À l'inverse, la Grèce (écart-type de 0,50) et le Portugal (0,68) enregistrent les plus faibles niveaux de variabilité, suggérant une météo plus stable sur la période.

La volatilité des anomalies est la plus élevée en France (5,55) et en Allemagne (4,78), ce qui appuie l'idée que les investisseurs de ces pays sont potentiellement plus exposés aux effets comportementaux induits par des perturbations climatiques alors que nous avons défini ces pays comme étant plus stable dans la section précédente. Inversement, la Grèce et le Portugal avaient une plus grande instabilité mais affiche une plus faible variabilité au niveau des anomalies météorologiques qui influencerait dès lors moins l'humeur des investisseurs.

Amplitude et comparaison entre les 6 indices boursiers :

Ce tableau suivant présente les statistiques descriptives de l'amplitude mensuelle des indices boursiers étudiés dans six pays européens. L'amplitude est définie ici comme la différence entre le prix le plus haut et le prix le plus bas enregistré au cours d'un mois pour un indice donné. Elle permet d'évaluer la dynamique interne d'un marché, en mesurant l'intensité de ses fluctuations intra-mensuelles.

Amplitude	Allemagne (DAX)	France (CAC)	Belgique (BEL)	Espagne (IBEX)	Portugal (PTI)	Grèce (FTSE)
Moyenne	991,30	376,72	239,02	834,75	416,37	416,37
Min	233,00	98,99	77,79	143,50	123,98	123,98
Max	4 017,30	1 877,22	1 242,39	3 704,30	1 502,88	1 502,88
Ecart type	512,70	205,37	150,74	455,83	219,58	219,58
Variance	262 888,30	42 175,57	22 723,15	207 076,66	48 216,30	48 216,30
Volatilité	1 776,00	711,41	522,19	1 579,03	760,65	760,65

Tableau 5 : Comparaison pour la variable amplitude des 6 indices boursiers

Les résultats mettent en évidence des écarts significatifs entre les marchés en termes d'amplitude de variation des cours. L'Allemagne affiche la moyenne d'amplitude la plus élevée (991,30), suivie par l'Espagne (834,75). Ces deux pays présentent également des valeurs extrêmes particulièrement élevées : jusqu'à 4 017,30 pour le DAX et 3 704,30 pour l'IBEX. Ces niveaux reflètent une volatilité interne mensuelle très marquée, potentiellement alimentée par une forte réactivité aux signaux exogènes tels que la météo ou l'actualité macroéconomique.

La France et le Portugal présentent des amplitudes moyennes plus modérées (respectivement 376,72 et 416,37), avec néanmoins des pics ponctuels relativement élevés. La Belgique se distingue par des niveaux globalement plus faibles, tant en moyenne (239,02) qu'en dispersion

(écart type de 150,74), suggérant un marché plus stable ou moins sujet à des mouvements extrêmes.

En termes de volatilité, l'Allemagne et l'Espagne occupent à nouveau les premières places (1 776,00 et 1 579,03), renforçant l'idée d'une instabilité intra-mensuelle structurelle dans ces marchés. Ces caractéristiques pourraient accentuer l'impact de facteurs comportementaux chez les investisseurs, notamment lorsque les conditions climatiques se dégradent ou deviennent imprévisibles.

La Grèce et le Portugal présentent ici une particularité : bien que les moyennes d'amplitude soient équivalentes (416,37), la Grèce présente un écart type et une variance également élevés, montrant une plus grande dispersion autour de la moyenne. Cela traduit un comportement plus erratique, typique d'un marché sensible aux facteurs politiques ou économiques ponctuels.

En résumé, les marchés les plus exposés aux fluctuations internes sont l'Allemagne, l'Espagne et dans une moindre mesure, la Grèce. Ces marchés sont susceptibles de réagir plus intensément aux perturbations climatiques, dans un cadre d'analyse comportementale. À l'inverse, la Belgique et la France apparaissent comme relativement plus modérés, ce qui peut tempérer l'effet direct de l'environnement sur l'instabilité des cours à court terme.

Les corrélations simples :

Après avoir analysé les données descriptives et eu un bref aperçu de la situation des indices boursiers, nous avons procédé à l'étude des corrélations entre l'anomalie et le rendement, l'anomalie et l'amplitude ainsi que l'anomalie et les volumes échangés mensuellement dans le but d'explorer une première fois l'existence d'un lien linéaire entre les anomalies météorologiques et les comportements boursiers dans les différents pays étudiés,

Coefficient de corrélation rendement / anomalie	0,01
Coefficient de corrélation amplitude / anomalie	0,14
Coefficient de corrélation volume / anomalie	-0,13

Tableau 6 : Comparaison des différentes corrélations simples pour l'Allemagne

Corrélation entre anomalie et rendement :

Nous avons obtenu une valeur de 0,01 soit une valeur positive mais presque flat. Dès lors, lorsque l'anomalie climatique croît, les rendements du DAX ont tendance à ne pas varier ou varier légèrement positivement. Ce résultat ne nous permet pas d'établir une relation forte entre une météo et les rendements, nous pourrions juste supposer qu'une augmentation de

température pèse positivement sur l'humeur des investisseurs et impactent donc à la hausse les rendements.

Corrélation entre amplitude et anomalie:

Nous avons obtenu une valeur de 0,14 ce qui correspond à une corrélation positive mais faible. Cela signifie que si l'anomalie augmente, l'amplitude que nous avons défini comme la variation entre le prix haut et bas augmente légèrement. Nous pouvons déduire que lorsque les anomalies météorologiques augmentent, il y a une plus grande variabilité entre les prix haut et bas, ce qui peut donner une incertitude accrue sur les marchés.

Corrélation entre anomalie et volume échangé :

Nous avons obtenu une valeur de -0,13, ce qui signifie que la corrélation est négative et faible. La présence d'anomalie météorologique et son augmentation peuvent générer une légère baisse des actions échangées soit des volumes échangés.

Les investisseurs peuvent être donc moins actifs ou plus prudent en période d'anomalie météorologique.

Comparaison entre les 6 indices boursiers pour les corrélations :

Nous avons poursuivi notre exploration à l'aide des corrélations pour l'ensemble des différents pays étudiés, nous avons donc à nouveau calculé les coefficients de corrélation simples entre trois variables financières (rendement, amplitude, volume) et les anomalies mensuelles moyennes de température pour chacun des six pays de l'échantillon.

Coefficient de corrélation	Rendement / Anomalie	Amplitude / Anomalie	Volume / Anomalie
Allemagne (DAX)	0,01	0,14	-0,13
France (CAC)	0,08	0,11	-0,24
Belgique (BEL)	0,06	0,15	-0,17
Espagne (IBEX)	0,11	-0,06	0,29
Portugal (PTI)	0,03	-0,05	-0,11
Grèce (FTSE)	-0,05	-0,11	

Tableau 7: Comparaison de la corrélation simple pour les 6 pays étudiés

Globalement, nous n'avons pu constater des corrélations observées faibles, ce qui suggère qu'aucune relation linéaire forte n'a émergé entre les anomalies météorologiques et les comportements de marché.

L'Espagne se distingue par une corrélation positive entre anomalies et rendements (0,11), ainsi qu'un lien notablement positif avec les volumes échangés (0,29). Ce résultat pourrait refléter un effet d'humeur favorable : dans un climat généralement ensoleillé, les anomalies positives pourraient renforcer l'optimisme des investisseurs individuels, les rendant plus actifs sur les marchés. En revanche, l'amplitude de variation des prix y est légèrement négativement corrélée à la météo (-0,06).

En France et en Belgique, les corrélations positives entre anomalies et amplitude (respectivement 0,11 et 0,15) suggèrent qu'un dérèglement climatique plus marqué serait associé à une plus grande volatilité intra-mensuelle. Cela pourrait traduire une incertitude accrue face à des conditions climatiques inhabituelles, entraînant une augmentation de la variabilité des cours. Ces deux pays présentent également des corrélations négatives entre météo et volume (jusqu'à -0,24 en France), ce qui peut indiquer un comportement plus prudent ou attentiste de la part des investisseurs.

En Allemagne, les résultats sont comparables, avec une amplitude corrélée à 0,14 mais une corrélation quasi nulle entre anomalie et rendement. Cela pourrait illustrer une sensibilité comportementale plus indirecte, affectant surtout la variabilité des marchés plutôt que la performance pure.

Enfin, la Grèce affiche des corrélations légèrement négatives sur l'ensemble des indicateurs (rendement : -0,05 ; amplitude : -0,11), ce qui pourrait traduire soit une structure de marché plus spécifique, soit une réaction différente aux facteurs non conventionnels comme la météo. Le volume n'a pas pu être observé pour ce pays.

En conclusion, les résultats ne nous permettent pas d'établir une relation avec les corrélations simples mais donnent lieu à une lecture différenciée selon les pays. Les marchés d'Europe du Nord (Allemagne, France, Belgique) montrent une plus grande variabilité en période d'anomalies, tandis que certains marchés d'Europe du Sud (Espagne notamment) pourraient réagir en intensifiant l'activité boursière. Ces premières observations justifient les analyses de régression présentées dans les sections suivantes.

3.2 Corrélation simple et graphique scatter plot

Nous avons utilisé un graphique en scatter plot dans l'étude des corrélations simples en analysant les variables rendements, amplitudes et volumes en fonction des anomalies météorologiques en utilisant une droite de régression et un coefficient de détermination R^2 .

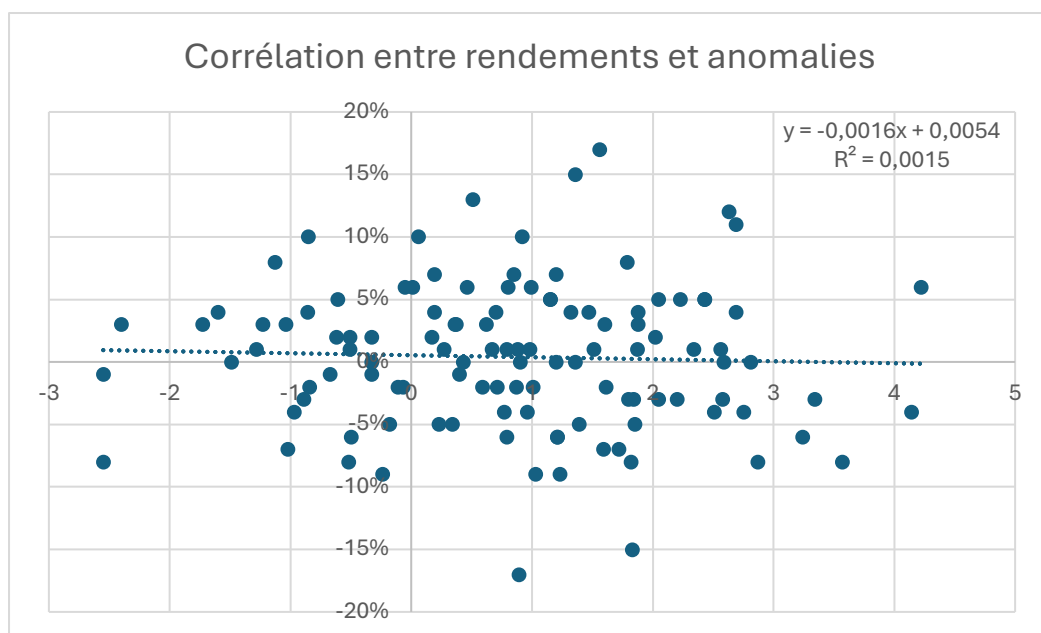


Figure 6 : Graphique en scatter plot pour étudier la corrélation entre rendements et anomalies

Le graphique de dispersion ci-dessus nous présente la relation entre les anomalies météorologiques mensuelles et les rendements boursiers de l'indice DAX sur la période allant de décembre 2014 à avril 2024. L'objectif est de visualiser une éventuelle corrélation linéaire entre ces deux variables.

L'ensemble des points est largement dispersé autour de la droite de tendance, ce qui traduit une absence de relation linéaire forte. Les rendements mensuels, situés majoritairement entre -10 % et +10 % avec une limite entre -17% et +17%, semblent évoluer indépendamment des variations de température. Nous n'observons pas de corrélation visuelle marquée et nous ne pouvons pas exprimer que les anomalies météorologiques expliquent les variations de rendements.

La droite de régression affichée dans le graphique a pour équation $y = -0,0016x + 0,0054$, ce qui veut dire qu'une augmentation d'un degré Celsius dans l'anomalie serait associée à une baisse très légère de 0,16 % du rendement mensuel. Toutefois, cette variation est négligeable.

Le coefficient de détermination R^2 est de 0,0015, ce qui signifie que seulement 0,15 % de la variation des rendements est expliquée par les anomalies météorologiques. Ce résultat indique que, dans le cadre d'un modèle de régression linéaire simple, la température n'a qu'un pouvoir explicatif extrêmement limité sur la performance boursière.

L'absence de lien direct ne remet pas nécessairement en question l'hypothèse d'un impact climatique sur les marchés, mais nous pouvons suggérer un possible effet plus complexe ou indirect. Il pourrait notamment s'exprimer via des variables comportementales telles que la volatilité ou le volume des transactions. Ce point sera approfondi dans la suite de l'analyse.

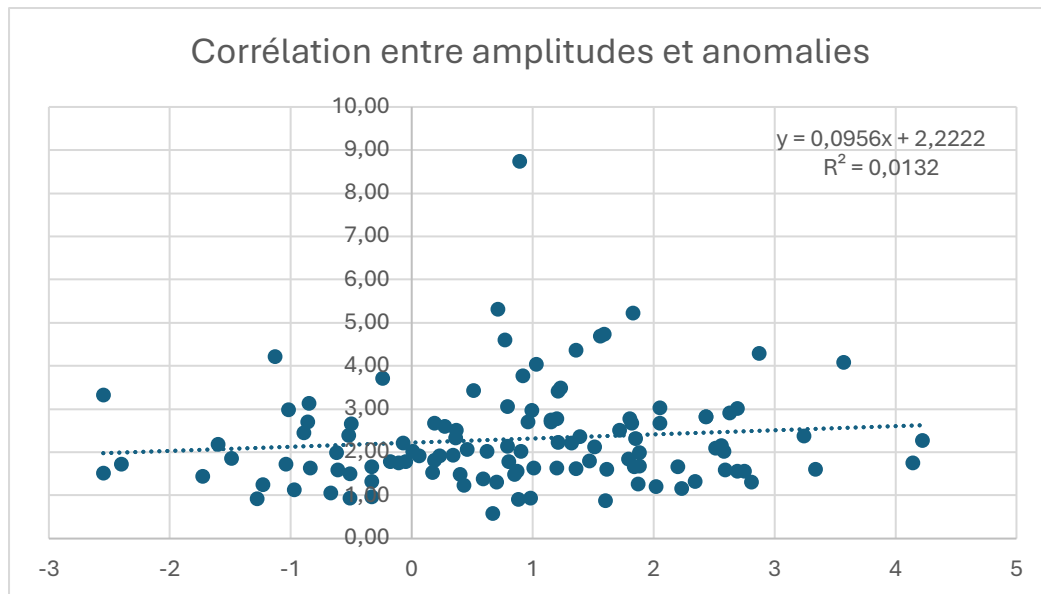


Figure 7 : Graphique en scatter plot pour analyser la corrélation entre amplitudes et anomalies

Le graphique ci-dessus illustre la relation entre les anomalies météorologiques mensuelles et l'amplitude des cours boursiers de l'indice DAX. L'amplitude correspond à la différence entre les prix les plus hauts et les plus bas enregistrés durant un mois donné, et constitue un indicateur de la volatilité intra-mensuelle.

La droite de tendance issue de la régression linéaire présente une pente légèrement positive, ce qui indique que les amplitudes tendent à croître avec les anomalies climatiques. L'équation de la droite est $y = 0,0956x + 2,2222$, suggérant qu'une augmentation de 1°C dans l'anomalie climatique serait associée à une hausse moyenne de 0,0956 point dans l'amplitude mensuelle. Cela signifie qu'un climat plus instable pourrait s'accompagner d'une agitation accrue sur les marchés, bien que l'effet reste très modeste.

Le coefficient de détermination R^2 s'élève à 0,0132, ce qui signifie que seulement 1,32 % de la variation des amplitudes est expliquée par les anomalies météorologiques. Ce faible pourcentage indique une corrélation faible mais légèrement plus marquée que celle observée pour les rendements boursiers.

A nouveau, nous ne pouvons pas confirmer l'absence d'un lien entre les deux variables étudiées mais cette légère pente ascendante pourrait laisser entrevoir la possibilité d'un effet comportemental indirect, où des conditions météorologiques inhabituelles pourraient contribuer à accroître l'incertitude ou la nervosité des investisseurs, et par conséquent, la variation des prix sur une période mensuelle.

Nous tenterons d'explorer dans les prochaines sections la piste selon laquelle la météo pourrait affecter certains aspects du comportement de marché, notamment via des mécanismes psychologiques ou émotionnels affectant la perception du risque.

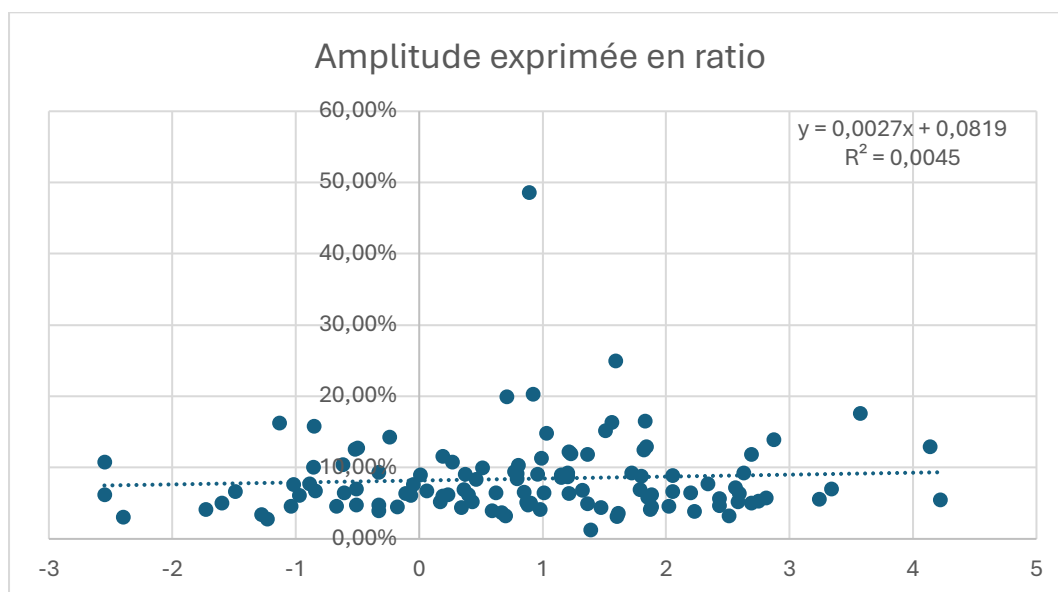


Figure 8 : Graphique en scatter plot pour analyser la corrélation entre amplitudes et anomalies

Le graphique ci-dessus explore la relation entre les anomalies météorologiques et l'amplitude exprimée en ratio, c'est-à-dire le rapport entre le prix le plus haut et le prix le plus bas de l'indice DAX, exprimé sous forme relative. Cette mesure nous permet d'harmoniser les amplitudes en éliminant l'effet de l'échelle de prix.

La droite de régression affichée présente une pente très faible mais positive, ce qui indiquerait une légère tendance à l'augmentation de l'amplitude relative en cas de hausse des anomalies météorologiques. L'équation de la droite, $y = 0,0027x + 0,0819$, suggère qu'une hausse de 1°C dans l'anomalie est associée à une augmentation moyenne de 0,27 point de pourcentage de l'amplitude relative. Cette variation est néanmoins très faible.

Le coefficient de détermination R^2 est de 0,0045, indiquant que seulement 0,45 % de la variance de l'amplitude relative est expliquée par les anomalies météorologiques. Ce résultat traduit une absence de lien statistique fort entre les deux variables.

Comme pour l'analyse de la corrélation entre l'amplitude brute et l'anomalie, nous avons obtenu une faible corrélation, l'effet météorologique n'est donc pas à exclure et nous pouvons penser qu'il impacte légèrement positivement les fluctuations de prix. Nous pourrions émettre la théorie que la hausse de la température au-delà des normes saisonnières pourrait perturber l'état émotionnel des investisseurs, les rendant potentiellement plus réactifs aux informations de marché, ce qui pourrait accroître les écarts intra-mensuels.

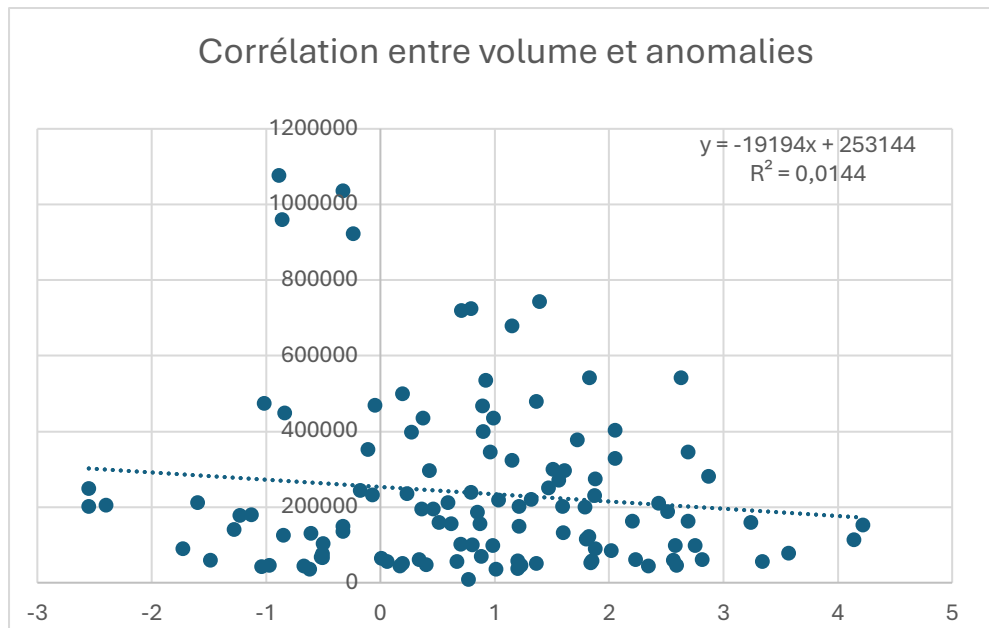


Figure 9 : Graphique en scatter plot pour analyser la corrélation entre les volumes et les anomalies

Le graphique présente la relation entre les volumes de transactions mensuels sur l'indice DAX et les anomalies météorologiques. La droite de régression affiche une pente négative, avec l'équation $y = -19163x + 253155$, ce qui suggère une baisse des volumes en réponse à une hausse des anomalies météorologiques.

Autrement dit, chaque augmentation de 1°C au-dessus des normales saisonnières est associée à une diminution moyenne de 19 163 unités dans les volumes de transactions. Cela pourrait indiquer une réduction de l'activité des investisseurs en présence de conditions climatiques anormales.

Toutefois, nous observons que le nuage de points est très dispersé, et la pente de la droite est relativement faible par rapport à l'échelle des volumes observés. Visuellement, aucune tendance claire ou marquée ne se détache. Ce constat est renforcé par la valeur du coefficient de détermination (R^2), très faible, indiquant que les anomalies météorologiques expliquent une part négligeable de la variance des volumes échangés.

Il reste possible que certains effets comportementaux, comme une baisse de vigilance, une fatigue accrue ou une humeur plus négative liée à des conditions météorologiques extrêmes, puissent entraîner une moindre activité boursière et plus une position attentiste chez les investisseurs particuliers que nous avons également abordé dans la section concernant la corrélation entre les rendements et l'anomalie météorologique.

Les analyses descriptives que nous avons menées jusqu'ici, nous ont permis d'observer certaines tendances, notamment une augmentation générale des anomalies météorologiques, une volatilité marquée sur plusieurs indices boursiers, et quelques corrélations faibles

(amplitudes et amplitude relative) mais récurrentes entre les variables climatiques et les indicateurs boursiers. Cependant ces premiers résultats ne nous ont pas permis de valider ou d'infirmer un lien statistiquement significatif entre les anomalies météorologiques et les comportements boursiers. Pour approfondir l'étude de ces relations et identifier d'éventuels effets, il est nécessaire de mobiliser des outils économétriques comme des modèles de régressions simples et multiples. Ces modèles permettront d'isoler l'impact potentiel des anomalies climatiques, tout en contrôlant au moyen de facteurs fondamentaux tels que le risque de marché, l'effet taille ou l'effet valeur en utilisant Fama-French.

Pour résumer, l'analyse descriptive nous a permis d'observer dans un premier temps que les anomalies météorologiques apparaissent plus fréquentes et plus intenses dans les pays d'Europe du Nord, en particulier en Allemagne et en France, ce qui conforte le choix méthodologique de distinguer les zones climatiques. Et dans un second temps, nous avons constaté que les marchés boursiers étudiés présentent des niveaux de volatilité et d'amplitude très hétéroclite, avec une instabilité particulièrement marquée en Grèce et en Espagne. Les corrélations entre anomalies climatiques et variables de marché sont très faibles, mais certaines orientations (corrélation négative avec les volumes, positive avec l'amplitude) laissent entrevoir des pistes de réflexion sur l'hypothèse comportementale. En appui de ces nouvelles bases nous approfondirons cet axiome en utilisant notre outil de régression, afin de tester de manière plus rigoureuse le rôle potentiel des anomalies météorologiques dans les fluctuations de marché.

3.3 Régressions simples

Nous avons commencé par une régression linéaire simple afin d'examiner si l'anomalie météorologique mensuelle (exprimée en écart par rapport à la moyenne saisonnière) avait un effet significatif sur les rendements mensuels de l'indice DAX.

Le modèle estimé est le suivant : $\text{Rendement}_t = 0,0053 - 0,0016 \times \text{Anomalie}_t + \varepsilon_t$

$$R_{it} : B_0 + B_1 \text{Anomalie}_t + \varepsilon_t$$

Nous avons obtenu les 2 tableaux suivants.

Statistiques de la régression	
Coefficient de détermination multiple	0,04
Coefficient de détermination R^2	0,00
Coefficient de détermination R^2 ajusté	-0,01
Erreur-type	0,06
Observations	115

Tableau 8 : Statistiques de régression simple pour le DAX afin d'analyser l'impact de l'anomalie sur le rendement

Sur 114 observations, nous avons obtenu le coefficient de détermination multiple qui est de 0,04 soit 4%. Il s'agit d'une valeur très éloignée de 1 et donc d'une corrélation très faible entre le rendement attendu et prévu. Le coefficient de détermination R^2 de 0,00 indique qu'il n'expliquerait pas les variations de rendement. Par contre le coefficient de détermination R^2 ajusté obtenu lui est négatif de -0,01, ce qui indiquerait une corrélation négative donc une baisse du rendement lors d'une augmentation de l'anomalie ce qui est en lien avec les résultats obtenus dans l'analyse de corrélation entre les rendements et l'anomalie via un scatter plot et la droite de régression du graphie.

	Coefficients	Probabilité
Constante	0,0054	0,40
Anomalie	-0,0016	0,69

Tableau 9 : Tableau des coefficients pour la constante et l'anomalie pour l'indice DAX

Nous pouvons interpréter le résultat suivant comme une anomalie nulle génère une augmentation du rendement attendu de +0,54%.

Chaque augmentation de 1°C dans l'anomalie réduit par contre de 0,16% les rendements. La p_value pour l'anomalie est de 0,69 , bien supérieure au seuil de 5 %. Cela indique qu'il n'y a pas de preuve suffisante pour affirmer l'existence d'un effet systématique de l'anomalie climatique sur les rendements mensuels.

L'erreur-type du modèle est de 6 %, ce qui reflète une dispersion importante des valeurs autour de la droite de régression autour des rendements réels.

Comparaison régression entre les 6 indices boursiers

<i>Statistiques de la régression</i>	Allemagne (DAX)	France (CAC)	Belgique (BEL)	Espagne (IBEX)	Portugal (PTI)	Grèce (FTSE)
Coefficient de détermination multiple	0,04	0,08	0,07	0,11	0,03	0,05
Coefficient de détermination R^2	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
Coefficient de détermination R^2	-0,01	0,00	0,00	0,01	-0,01	0,00
Erreur-type	0,06	0,05	0,05	0,06	0,05	0,11
Observations	115	236	212	287,00	102,00	218,00

Tableau 10 : Tableau de comparaison pour les 6 indices pour la statistique de régression

Nous avons estimé des régressions linéaires simples entre les anomalies météorologiques mensuelles et les rendements boursiers pour chacun des six pays étudiés (Allemagne, France, Belgique, Espagne, Portugal, Grèce). Elles nous permettront de tester si les variations anormales de température peuvent expliquer les fluctuations des rendements mensuels des indices nationaux choisis.

Les résultats montrent que le coefficient de détermination multiple varie de 0,03 (Portugal) à 0,11 (Espagne). Ces valeurs restent très éloignées de 1, ce qui nous indique une corrélation très faible entre l'anomalie météorologique et le rendement boursier, même dans les cas les plus élevés. Le R^2 , indicateur du pouvoir explicatif du modèle, est inférieur ou égal à 0,01 pour tous les pays. Cela signifie que l'anomalie météorologique ne permet d'expliquer qu'un maximum de 1 % de la variance des rendements pour l'Espagne, la France et la Belgique. Dans les autres pays, l'effet est presque nul.

Le R^2 ajusté, qui tient compte du nombre de variables et de la taille de l'échantillon, confirme ces résultats avec des valeurs autour du 0 ou légèrement négatives pour certains pays comme l'Allemagne ou le Portugal.

Concernant l'erreur-type, elle reste comprise entre 0,05 et 0,06 pour la majorité des pays, à l'exception notable de la Grèce qui présente une erreur-type plus élevée à 0,11. Cela reflète une dispersion plus forte des rendements ce qui est probablement liée à une plus grande instabilité boursière également constaté dans les statistiques descriptives.

Le nombre d'observations varie de 102 (Portugal) à 287 (Espagne), assurant une large base de données pour effectuer nos estimations statistiques. Malgré la taille de l'échantillon, les résultats montrent que l'effet direct des anomalies météorologiques sur les rendements est extrêmement limité.

Ces résultats suggèrent que les anomalies climatiques ne semblent pas avoir d'impact direct et sur les rendements mensuels, quelle que soit la zone géographique. Cela confirme les observations faites sur le cas de l'Allemagne et renforce l'idée que si effet il y a, celui-ci pourrait se manifester de manière plus indirecte, ou affecter d'autres dimensions comme l'amplitude ou les volumes de transaction.

3.4 Régressions multiples

Nous avons tenté de faire entrer dans l'équation des variables de contrôles susceptibles d'influencer les rendements. L'introduction de variable contrôle permet d'isoler l'effet propre de l'anomalie météorologique.

Le modèle estimé est le suivant :

$$R_{it} : B_0 + B_1 Anomalie_t + \beta_2 volume + \varepsilon_t$$

Nous avons obtenu les statistiques de régression suivantes:

Statistiques de la régression	
Coefficient de détermination multiple	0,07
Coefficient de détermination R^2	0,01
Coefficient de détermination R^2	- 0,01
Erreur-type	0,06
Observations	114

Tableau 11: Tableau des statistiques de régression multiples avec intégration du volume

Sur 114 observations, nous avons obtenu le coefficient de détermination multiple qui est de 0,07 soit 7%. Il s'agit d'une valeur très éloigné de 1 et donc d'une corrélation très faible entre le rendement attendu et prévu malgré l'introduction de la variable contrôle volume et rejoint notre première régression linéaire basé sur l'anomalie et le rendement seul.

Le coefficient de détermination R^2 de 0,01 indique qu'il n'expliquerait que légèrement les variations de rendement. Par contre le coefficient de détermination R^2 ajusté obtenu lui étant de 0,01 indiquerait une corrélation légèrement positive qui générerait une augmentation du rendement lors l'anomalie météorologique augmente.

L'erreur-type du modèle est de 6 %, ce qui reflète une dispersion importante des valeurs autour de la droite de régression autour des rendements réels.

	<i>Coefficients</i>	<i>Probabilité</i>
Constante	0,01	0,35
Anomalie	0,00	0,56
Volume	0,00	0,60

Tableau 12 : Tableau des coefficients de la régression multiple avec l'intégration du volume

Nous pouvons interpréter le tableau ci-dessous comme suit : La constante est de 0,01 et représente le rendement moyen quand toutes les variables explicatives sont nulles.

Pour chaque augmentation d'une unité d'anomalie, nous n'obtenons pas de modification sur le rendement ou le volume. Les p-value sont supérieures au seuil de 5 %. Cela indique qu'il n'y a pas de preuve suffisante pour affirmer l'existence d'un effet systématique de l'anomalie climatique sur les rendements mensuels.

3.5 Fama French

Afin de continuer notre exploration, nous avons effectué une régression multiple en intégrant les trois facteurs classiques du modèle de Fama et French (facteur de marché, taille, et valeur), ainsi que des variables représentant les anomalies météorologiques.

Le modèle estimé est le suivant :

$$R_{it} : \alpha + \beta_1(R_{mt} - R_{ft}) + \beta_2 SMB_t + \beta_3 HML + \beta_4 Anomalie_t + \varepsilon_t$$

Nous avons obtenu les données statiques suivantes :

<i>Statistiques de la régression</i>	
Coefficient de détermination multiple	0,87
Coefficient de détermination R ²	0,76
Coefficient de détermination R ²	0,75
Erreur-type	0,03
Observations	115

Tableau 13 : Tableau des statistiques de régression Fama-French enrichi avec l'anomalie

Notre modèle est basé sur 115 observations. Le coefficient de détermination multiple obtenu est de 0,87, ce qui traduit une forte corrélation entre les variables explicatives (facteurs financiers et climatiques) et la variable dépendante, à savoir le rendement boursier.

Le coefficient R² atteint 0,76, indiquant que 76 % de la variance du rendement est expliquée par le modèle. Le R² ajusté, très proche étant de 0,75 soit 75%, confirme la robustesse du modèle, même en tenant compte du nombre de variables introduites.

L'erreur-type de la régression est de 0,03 soit 3%, plus faible que pour nos précédentes régressions, ce qui renforce la précision des estimations des coefficients. Ces premiers résultats suggèrent que les anomalies météorologiques contribuent de manière significative à la variation des rendements, même en tenant compte des principaux facteurs structurels du modèle Fama-French. L'analyse plus détaillée des coefficients individuels nous permettra d'interpréter la direction, la force, et la significativité statistique des effets météorologiques

	<i>Coefficients</i>	<i>Probabilité</i>
Constante	0,00	0,54
Anomaly	0,00	0,61
Mkt-RF	0,93	0,00
SMB	-0,50	0,00
HML	0,02	0,82

Tableau 14 : Coefficient de la régression Fama-French enrichi avec l'anomalie

L'analyse des coefficients individuels ne confirme pas malheureusement l'hypothèse que nous venions d'émettre sur base des statistiques de régression. Le coefficient de la constante est égal à 0 est peu significatif.

Le facteur de marché ($R_m - R_f$) soit le rendement du marché ajusté du taux sans risque présente un coefficient de 0,93 soit 93% avec une significativité statistique très élevée, en effet celle-ci est inférieure à 0,05 puisqu'elle est de 0,00 ce qui indique que le rendement boursier est fortement corrélé à la prime de marché, comme attendu.

Le facteur SMB (Small Minus Big), lié à la taille des entreprises, affiche un coefficient négatif de -0,5% et présente également une p-value significative inférieure à 0,05 et 0,01 suggérant une sous-performance des petites capitalisations sur la période étudiée.

En revanche, le facteur HML (High Minus Low), prime de valeur relatif à la valorisation n'est pas significatif sa p-value étant de 0,82 soit 82% bien supérieur au 5% attendu ce qui laisse penser qu'il n'a pas joué d'impact sur la variation des rendements.

Notre variable météorologique présente un coefficient de 0,00 et une p-value élevée de 0,61. Elle n'est donc pas significative statistiquement dans ce modèle particulier. Cela suggère que, sur cette configuration spécifique, l'anomalie météorologique ne contribue pas significativement à l'explication des rendements boursiers une fois les trois facteurs Fama-French pris en compte.

En conclusion, notre échantillon étudié montre que les facteurs des marchés expliquent les rendements tandis que les effets liés à la valeur, la taille et les anomalies météorologiques l'impactent moins.

Comparaison entre les 6 indices boursiers pour les corrélations :

Nous avons élargi notre recherche sur les 6 pays afin de pouvoir les comparer entre eux et déterminer si nous avons les mêmes résultats qu'avec l'indice Allemand, DAX.

Nous avons obtenu les données statiques suivantes :

<i>Statistiques de la régression</i>	Allemagne (DAX)	France (CAC)	Belgique (BEL)	Espagne (IBEX)	Portugal (PTI)	Grèce (FTSE)
Coefficient de détermination multiple	0,87	0,88	0,84	0,83	0,80	0,68
Coefficient de détermination R^2	0,76	0,78	0,71	0,68	0,63	0,46
Coefficient de détermination R^2	0,75	0,77	0,70	0,68	0,62	0,45
Erreur-type	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,08
Observations	115	236	215	287	102	218

Tableau 15 : Tableau de comparaison des statistiques de régression Fama-French enrichie avec l'anomalie pour les 6 indices

Nous avons appliqué le modèle de Fama et French en l'enrichissant par l'ajout de la variable anomalie météorologique pour chacun des six pays européens choisis dans notre étude : Allemagne, France, Belgique, Espagne, Portugal et Grèce. Les statistiques issues des régressions nous permettent d'évaluer la qualité du modèle dans chaque nation.

Les résultats montrent que le modèle présente une qualité d'ajustement relativement élevée dans la majorité des pays étudiés. Les coefficients de détermination multiples varient de 0,87 pour l'Allemagne à 0,68 pour la Grèce. La totalité des pays présentent tous des coefficients supérieurs à 0,80 à l'exception de la Grèce, traduisant une corrélation forte entre les variables explicatives et les rendements excédentaires observés.

Les coefficients R^2 confirment cette tendance : ils atteignent 0,78 pour la France, 0,76 pour l'Allemagne et 0,71 pour la Belgique. En Espagne et au Portugal, le pouvoir explicatif lui descend à 0,68 et 0,63 mais cela reste élevé. Tandis qu'il se réduit sensiblement pour la Grèce pour atteindre une valeur de 0,46 ce qui pourrait traduire une instabilité plus marquée des marchés ou un impact mineur des facteurs utilisés dans le contexte qu'a vécu la Grèce.

Les valeurs de R^2 ajusté suivent le même schéma, elles montrent que même en tenant compte du nombre de variables explicatives, le modèle reste robuste, avec des valeurs proches de R^2 0,76 pour l'Allemagne et de 0,78 pour la France.

Les erreurs-types sont très faibles pour l'ensemble des pays se situant entre 0,02 et 0,03, à l'exception notable de la Grèce, où l'erreur-type atteint 0,08, signalant une variabilité plus importante des rendements autour de la droite de régression.

Le nombre d'observations utilisées dans nos régressions varie entre 102 (Portugal) et 287 (Espagne), ce qui peut également influencer sur la qualité des estimations. Notons que la Grèce, bien que disposant de 218 observations, présente la qualité d'ajustement la plus faible, ce qui suggère que la faiblesse du R^2 n'est pas due à un problème de taille d'échantillon mais plutôt à un comportement du marché.

Comme pour l'analyse du DAX (Allemagne), les statistiques de régression suggèrent que les anomalies météorologiques contribuent de manière significative à la variation des rendements, même en tenant compte des principaux facteurs structurels du modèle Fama-French.

	Allemagne		France		Belgique	
	<i>Coefficients</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Coefficients</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Coefficients</i>	<i>Probabilité</i>
Constante	0,00	0,54	0,00	0,58	0,00	0,12
Anomaly	0,00	0,61	0,00	0,96	0,00	0,97
Mkt-RF	0,93	0,00	0,75	0,00	0,68	0,00
SMB	-0,50	0,00	-0,44	0,00	0,18	0,07
HML	0,02	0,82	0,17	0,01	0,22	0,00

Tableau 16 : Coefficient statistiques de Fama-French enrichi avec l'anomalie pour les 6 indices

	Espagne		Portugal		Grèce	
	<i>Coefficients</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Coefficients</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Coefficients</i>	<i>Probabilité</i>
Constante	-0,01	0,01	0,00	0,65	-0,01	0,030
Anomaly	0,00	0,12	0,00	0,54	0,00	0,780
Mkt-RF	0,80	0,00	0,63	0,00	1,22	0,000
SMB	-0,32	0,00	0,28	0,11	0,65	0,010
HML	0,38	0,00	0,46	0,00	0,73	0,000

Tableau 17 : Coefficient statistiques de Fama-French enrichi avec l'anomalie pour les 6 indices

Nous obtenons à nouveau un facteur de marché (Mkt-RF) statistiquement significatif dans tous les pays avec des coefficients allant de 0,63 (Portugal) à 1,22 (Grèce), confirmant la forte

influence de la prime de marché sur les rendements boursiers, comme attendu dans le cadre du modèle. Ce lien est de très forte intensité pour la Grèce, où le marché semble plus sensible aux fluctuations générales.

Le facteur SMB, lié à la taille des entreprises, présente des signes contrastés selon les pays. Il est négatif et significatif en Allemagne avec une valeur de -0,50, de 0,44 pour la France -0,44 et de -0,32 pour l'Espagne ce qui traduit une sous-performance des petites capitalisations dans ces pays sur la période considérée. À l'inverse, nous retrouvons des valeurs positives pour la Belgique avec une valeur de 0,18, au Portugal de 0,28 et en Grèce de 0,65. La significativité est élevée pour la Grèce avec une p-value inférieure à 0,05 et égale à 0,01 par contre elle est plus élevée pour la Belgique et le Portugal, respectivement 0,07 et 0,11. Ces résultats suggèrent des comportements différenciés des investisseurs à l'égard des petites entreprises en fonction du pays.

Le facteur HML obtenu mesurant la prime de valeur est significatif dans cinq des six pays étudiés à l'exception de l'Allemagne avec une p-value élevée de 0,82. Son coefficient est le plus faible en France avec 0,17, et augmente progressivement en Belgique pour atteindre 0,22, Espagne 0,38 en Espagne, de 0,46 au Portugal et de Grèce en 0,73. Cela traduit une surperformance des titres de valeur sur la période, notamment marquée dans les pays d'Europe du Sud.

La variable anomalie météorologique ajoutée au modèle de Fama French n'est significative dans aucun des pays. En effet toutes les p-values sont largement supérieures à 0,05. Son coefficient reste nul pour tous les indices étudiés, ce qui suggère que, dans la présente configuration du modèle, l'anomalie météorologique ne semble pas expliquer de manière autonome la variation des rendements excédentaires, une fois les effets des facteurs classiques pris en compte. Cette absence de significativité pourrait s'expliquer soit par une faible amplitude des écarts météorologiques sur la période soit par un modèle actuel insuffisant ou une absence de corrélation.

Enfin, la constante du modèle n'est significative que dans deux cas : l'Espagne et la Grèce avec des p-values égales à 0,01 et 0,03. Dans les autres pays, elle reste proche de zéro et statistiquement non significative, ce qui est cohérent avec l'hypothèse d'un modèle bien spécifié où l'espérance du rendement excédentaire conditionnel est nulle.

4 Chapitre : Discussion des résultats

Nous avons souhaité inscrire notre mémoire dans le cadre de la finance comportementale, en s'intéressant à l'effet des anomalies météorologiques sur le comportement des agents économiques lors de leur prise de décisions d'investissement. Le point de départ de notre étude repose sur l'hypothèse suivante: Les écarts de température par rapport aux normales saisonnières, influenceraient l'humeur des individus ; cette humeur, à son tour, modifierait leurs prises de décision financières, générant des fluctuations observables sur les marchés. Nous avons ensuite constitué notre base théorique en nous reposant sur des travaux pionniers qui démontrent que l'humeur affecte la perception et la prise de risque. Nous pouvons citer Hirshleifer et Shumway que nous avons présenté lors de la revue de littérature et qui a réalisé son étude en étudiant la corrélation entre ensoleillement et rendements boursiers. Dans leur étude, les auteurs ont montré que les journées ensoleillées à New York sont significativement corrélées à des rendements positifs sur les marchés boursiers, interprétant cela comme un biais de l'humeur. (David Hirshleifer, 2003)

Notre postulat est qu'une anomalie météorologique positive (température plus élevée que la normale saisonnière) tend à améliorer l'humeur des investisseurs, favorisant des comportements plus optimistes, une plus grande prise de risque, voire une activité accrue sur les marchés. Pour interpréter nos résultats, nous nous sommes appuyé sur plusieurs cadres théoriques issus de la finance comportementale. L'hypothèse de l'humeur comme facteur médiateur, telle que développée par Saunders en 1993 suggère que la météo influence l'humeur générale qui modifiera ensuite les choix d'investissement. Les biais cognitifs identifiés dans la littérature comme l'effet de disposition, le biais de disponibilité ou l'excès de confiance, permettent de comprendre pourquoi certains investisseurs réagissent de manière irrationnelle lors de leurs décisions financières suite à des stimuli non économiques. (Saunders, 1993)

Goetzmann et Zhu nous apportent en 2003 une nuance importante : l'impact de la météo varie selon le profil des acteurs de marché. Selon les chercheurs, les investisseurs particuliers modifient moins leur comportement, ce sont les professionnels soit les market makers eux-mêmes, qui adaptent leurs spreads selon la météo. Bradrania et Gao rejoignent en 2004 cette conclusion de profil différencié mais démontrent contrairement à Goetzmann et Zhu que les titres à profil « loterie » sont particulièrement prisés par les investisseurs individuels lors de journées ensoleillées, ce qui confirme la sensibilité accrue de cette population à l'humeur induite par le climat.

Dans ce mémoire, nous avons donc cherché à tester empiriquement ces relations en analysant six marchés boursiers européens, selon leur situation géographique (Nord/Sud), leur climat (via leurs anomalies météorologiques) et leurs dépendances à ces derniers.

4.1 Analyse des résultats descriptifs : corrélations et dynamiques observées

Les analyses descriptives que nous avons obtenu dans le chapitre précédent ont permis de dessiner une image globale entre mes variations météorologiques et financières dans les six pays de l'échantillon. Nous avons constaté une intensification des anomalies météorologiques dans les 6 pays étudiés mais particulièrement en Europe du Nord, ainsi que de fortes différences des comportements de marché selon les pays et les indicateurs étudiés (rendement, amplitude, volume). Cependant, nous n'avons pu avoir que des coefficients de corrélation de faible intensité entre les anomalies et les variables boursières, ce qui nous a amené à nous poser des questions sur la nature du lien entre météo et comportements financiers.

Nos résultats indiquaient une corrélation proche de 0 ou légèrement positive entre anomalies et rendement, nous suggérant alors une absence de relation linéaire directe. Cela confirmerait les résultats de Goetzmann et Zhu (2003), qui n'avaient pas observé de lien significatif entre les conditions météo et les flux d'achats/ventes des particuliers contrairement aux professionnels. Si un effet existe bel et bien, il ne s'exprime pas de manière évidente sur les rendements moyens, mais p-peut-être plutôt liés à la volatilité ou à la réactivité émotionnelle des investisseurs que nous n'avons pas mesuré.

Cependant lors de la poursuite de notre analyse, nous avons pu détecter des corrélations légèrement positives entre anomalies et amplitude des cours, notamment en Belgique de 0,15 ou en Allemagne de 0,14 qui pourraient traduire une forme d'agitation accrue du marché en présence de conditions climatiques anormales. Nous pouvons lier ce point aux travaux de Cao et Wei en 2005, qui ont mis en évidence une plus forte sensibilité des marchés aux températures dans les indices equally-weighted. Dans ces configurations, les valeurs détenues principalement par des investisseurs particuliers sont davantage affectées par les facteurs psychologiques tels que l'humeur.

Par contre, nos résultats nous ont révélé une corrélation négative entre anomalies et volumes échangés qui est donc une contraction de l'activité boursière dans certains pays notamment en France avec -0,24, ce qui peut renforcer une hypothèse d'un effet comportemental. Les investisseurs, sous l'effet de conditions climatiques perturbées, pourraient adopter une posture plus prudente, voir un retrait des agents économiques faces à des conditions perçues comme défavorables. Cette baisse de l'engagement pourrait être liée à une baisse de moral ou une apathie. Ces observations rejoignent les thèses de Saunders (1993) et Hirshleifer & Shumway (2003), selon lesquelles l'humeur, influencée par l'ensoleillement ou la température, peut adapter le niveau de prise de risque.

Ces constats descriptifs sont effectivement modestes en intensité mais pointent vers une possible influence des anomalies météorologiques sur la dynamique des marchés, plus subtile que massive. Nous pensons qu'il justifie l'exploration plus rigoureuse de ces liens par des modèles économétriques, afin d'isoler l'impact potentiel de la météo tout en contrôlant les effets fondamentaux. Nous avons donc eu recours aux régressions linéaires simples, multiples et au

modèle Fama-French enrichi constitue donc une étape essentielle pour dépasser nos intuitions motivés par les résultats obtenus dans l'analyse des données descriptives.

4.2 Interprétation des régressions simples et multiples : l'influence des anomalies météorologiques

Nous avons poursuivi notre étude en utilisant des modèles de régressions linéaires simples et multiples réalisés sur les six pays de l'échantillon qui visaient à tester l'existence d'un lien statistiquement significatif entre les anomalies météorologiques mensuelles et les rendements boursiers. Nous n'avons pu que confirmer les résultats obtenus dans la discussion des résultats descriptifs. L'impact direct de la météo sur les rendements apparaît très limité, voir nul lorsque l'on ne tient pas compte d'autres variables explicatives.

Si nous prenons l'Allemagne qui fut le fil conducteur de notre mémoire, par exemple, la régression simple du rendement sur l'anomalie météorologique donne un coefficient de -0,0016 avec une p-value de 0,6856, ce qui est largement non significatif puisqu'elle est supérieure à 0,05. Le coefficient de détermination R^2 est nul (0,00), indiquant que l'anomalie n'explique aucune part significative de la variance des rendements. Nous avons retrouvé cette tendance dans l'ensemble des pays étudiés. Pour résumer, les coefficients étaient proches de zéro, les p-values dépassaient le seuil de 5 %, et les R^2 ajustés étaient soit nuls soit négatifs.

Nous avons pris le parti d'introduisant une variable de contrôle comme le volume échangé afin d'établir un modèle de régression multiple, mais les résultats sont restés similaires. L'anomalie météorologique n'apparaît pas comme un facteur déterminant des rendements boursiers. Le volume, quant à lui, n'a pas non plus d'effet significatif dans la majorité des pays. Cette absence d'effet direct ou combiné semble contredire l'hypothèse d'un impact de la météo sur les comportements d'investissement.

Cette constatation rejoint plusieurs résultats empiriques. Goetzmann et Zhu en 2003 que nous avons déjà abordé, n'avaient pas observé d'impact significatif de la météo sur les flux d'ordres des particuliers. Bradrania et Gao en 2024 en revanche, montrent que ce type d'effet peut exister mais qu'il est ciblé sur certains titres ceux ayant un profil de type loterie, ce qui pourrait expliquer pourquoi un test global sur les rendements moyens ne révèle pas de relation nette. Ces divergences suggèrent que l'effet météorologique pourrait être contextuel (de type loterie ou pas), segmenté (particulier ou professionnel), ou modulé par d'autres dimensions comportementales.

L'ajout de notre variable climatique, l'anomalie climatique, dans des modèles linéaires classiques semble insuffisant ou non pertinent pour capturer l'effet potentiel de la météo sur les marchés financiers. Nous pouvons avancer plusieurs explications. Les anomalies météorologiques ne modifieraient peut-être pas directement les rendements, mais plutôt la volatilité ou l'incertitude perçue, ce que traduiraient mieux d'autres indicateurs (amplitude,

volume) ou une autre proposition est que leur effet pourrait être non linéaire ou retardé dans le temps, nécessitant d'autres techniques de modélisation.

Pour conclure, ces régressions simples et multiples ne permettent pas de valider un lien direct et significatif entre météo et performance boursière. Elles confirment la nécessité d'une approche plus fine et plus ciblée. Ceci justifie l'utilisation, dans la section suivante, d'un modèle fondé sur des facteurs fondamentaux (Fama-French) enrichi par la variable météorologique.

4.3 Qualité des résultats avec le modèle de Fama-French enrichi par l'anomalie météorologique

Afin de confirmer les effets identifiés dans les statistiques descriptifs, les régressions simples et multiples, nous avons complété notre approche au moyen du modèle à trois facteurs de Fama French, enrichi d'une quatrième variable: l'anomalie météorologique mensuelle. L'objectif était d'évaluer si, une fois les principaux déterminants fondamentaux des rendements pris en compte (prime de marché, taille des entreprises, effet valeur), l'anomalie climatique conservait un pouvoir explicatif propre sur la performance boursière.

Le modèle estimé prend la forme suivante :

$$R_{it} : \alpha + \beta_1(R_{mt} - R_{ft}) + \beta_2 SMB_t + \beta_3 HML + \beta_4 Anomalie_t + \varepsilon_t$$

Les résultats globaux montrent une amélioration très nette de la qualité de l'ajustement par rapport aux modèles précédents. Le coefficient de détermination R^2 passe de 0,00–0,01 en régression simple à plus de 0,75 dans les modèles enrichis, atteignant même 0,78 en France et 0,76 en Allemagne. L'utilisation du modèle Fama-French et ces facteurs semblent pertinent pour expliquer les rendements mensuels excédentaires. Le facteur de marché (Mkt-RF) est significatif dans tous les pays, avec des coefficients allant de 0,63 (Portugal) à 1,22 (Grèce), ce qui indique une forte dépendance des indices aux mouvements du marché global.

Concernant la variable météo, le constat est à nouveau identique aux points précédents: dans aucun des six pays étudiés, l'anomalie météorologique ne présente un coefficient significatif. Les p-values associées à cette variable dépassent toutes largement le seuil de 0,05 , se situant souvent entre 0,50 et 0,96. Les coefficients sont faibles ou nuls, suggérant l'absence d'un effet systématique de la météo sur les rendements une fois les effets fondamentaux contrôlés.

Ces résultats confirment donc les observations précédentes. L'anomalie météorologique ne semble pas influencer la performance boursière lorsqu'on la confronte aux variables clés du modèle Fama-French. Nous citerons à nouveau les travaux de Cao et Wei en 2005, qui soulignaient que l'effet météo était plus visible sur les indices equally-weighted, souvent composés de petites capitalisations détenues par des particuliers. Le modèle du Fama-French enrichi est pondéré par la capitalisation, utilisé ici qui capture principalement les grandes entreprises, moins sensibles aux biais comportementaux. Goetzmann et Zhu en 2003 avait

montré que les spreads bid-ask pouvaient être affectés par le climat, mais pas nécessairement les rendements. Cela pourrait suggérer que la météo influencerait davantage les transactions, plutôt que les performances de marché elles-mêmes. Enfin, la non-significativité des anomalies météorologiques dans les modèles enrichis appuie l'idée d'un effet indirect difficile à capter via une régression linéaire classique.

En résumé, le modèle Fama-French enrichi conforte les résultats précédents : si la météo a un impact sur les comportements boursiers, il ne passe pas par une modification directe des rendements mensuels une fois les fondamentaux intégrés. Cela n'invalide pas pour autant l'hypothèse comportementale, mais invite à explorer d'autres dimensions comme la volatilité, le volume ou encore les effets différenciés selon les profils d'investisseurs, ce que nous développerons dans la suite du chapitre.

4.4 Disparités géographiques : Europe du Nord versus Europe du Sud

Notre étude nous a montré qu'il y avait effectivement des disparités entre le Nord et le Sud surtout en terme de sensibilité des marchés aux anomalies météorologiques. Les pays d'Europe du Nord regroupant l'Allemagne, la Belgique et la France, ont obtenu des corrélations positives entre les anomalies et les indicateurs de volatilité ou d'amplitude. Mais les pays du Sud, notamment l'Espagne et la Grèce, montrent parfois des corrélations inverses ou plus instables.

Les pays du Nord sont confrontés à une météorologie plus instable, avec des saisons bien marquées et des écarts de température plus fréquents. Cela peut rendre les investisseurs plus sensibles aux perturbations climatiques, en affectant leur humeur de manière plus visible. Les marchés du Sud par contre, en particulier la Grèce et dans une moindre mesure l'Espagne, sont moins soumis à de fortes anomalies météorologiques mais ces nations sont beaucoup plus volatils et instables. La Grèce a vécu beaucoup d'instabilité politique et structurelle. Dans ces environnements déjà fragilisés, la météo pourrait jouer un rôle d'amplificateur et renforcer la volatilité des comportements.

Cette hypothèse d'un effet amplificateur de la météo dans les marchés instables mériterait d'être approfondie par une analyse plus fine, intégrant par exemple des indicateurs d'instabilité macroéconomique ou politique. Néanmoins, les résultats empiriques laissent entrevoir une interaction possible entre les spécificités climatiques régionales et la structure psychologique des marchés.

4.5 Discussion critique des limites méthodologiques et recommandations

Nous nous sommes lors de cette étude confrontés à quelques limites malgré le choix des outils d'analyse et la construction des données. Nous souhaitons les explorer dans cette section.

Nous pensons pas qu'elle remette en cause notre hypothèse, mais elles pourraient nous aiguiller dans la compréhension de l'absence d'une corrélation significative obtenue lors de notre étude.

Nous commencerons par les données, certaines étaient manquantes ou incomplètes. Lors de notre travail sur l'indice boursier de la Grèce, nous n'avons pas pu étendre notre analyse sur une large couverture avec nombreuses données manquantes clairsemées. Certains pays étudiés ne présentaient pas toutes les données de volume. Afin de pouvoir analyser correctement l'information, nous avons donc exclu celles-ci limitant la taille de l'échantillon.

Si nous les avons conservé lors de nos calculs de rendement moyen ou lors des régressions, nous aurions provoqué des biais d'absences. Nous avons donc travaillé par uniformité au sein de chaque pays étudié mais malheureusement les périodes de traitement pour les pays étaient différents et la taille des échantillons était donc non uniforme sur l'ensemble de l'analyse.

Les données météorologiques utilisées sont comme précisé, mensuelles et agrégées à l'échelle de capitales nationales, ce qui peut masquer des effets plus localisés ou de plus courte durée. Le choix des variables climatiques, anomalie de température, reste une mesure indirecte de l'humeur des investisseurs. Elle ne capture ni l'intensité de la lumière (ensoleillement), ni la durée d'exposition qui avait eu un résultat significatif lors de la recherche de Hirshleifer & Shumway.

Sur le plan économétrique, l'utilisation de régressions linéaires simples peut s'avérer trop restrictive. Ces dynamiques ne sont pas modélisées dans les approches classiques, ce qui limite la portée explicative des résultats. De plus, les interactions entre variables climatiques et financières ne sont pas explorées en profondeur.

Nous souhaitons rappeler cependant que notre modèle en lien avec la finance comportementale, dont plusieurs mécanismes ont été documentés par de nombreux travaux pionniers comme l'effet de la météo, de la luminosité sur l'humeur seraient un déclencheur potentiel d'un changement d'humeur et donc accroîtrait l'optimisme et donc la prise de risque. Les biais de disponibilités qui poussent l'investisseur à donner plus de poids à leur connaissances à leur portée qu'à des données fondamentales, les biais d'excès de conscience qui peuvent entraîner les individus heureux et sur d'eux à surestimer leur capacités et adopter des comportements d'investissement plus agressifs. Tous ces effets peuvent impacter l'humeur ou la prise de risque mais ne peuvent pas être mesurés directement rendant les analyses plus complexes.

Cependant, nous pensons en effet que les marchés financiers contrairement à la théorie d'efficience, sont perméables aux émotions collectives même lorsqu'elles sont induites par les anomalies météorologiques.

En recommandation, nous pensons que les effets climatiques peuvent être non linéaires et qu'il est nécessaire de travailler avec d'autres modèles comme l'effet car il y a un effet de seuil, asymétriques (effet différencié selon le signe de l'anomalie) ou décalés dans le temps (effet retardé) et qu'il faudrait d'autres modèles pour analyser ce lien. Nous devrions également peut-être travaillé sur un échantillon différencié entre particuliers et professionnels. La qualité des données est également essentielle et nous pensons que nous devrions élargir la base et revenir à une période comparable quitte à changer de pays d'analyse. Nous pourrions exclure la Grèce pour introduire un autre pays du Sud comme l'Italie.

5 Conclusions

Notre mémoire s'inscrit pleinement dans le champ de la finance comportementale. Nous nous sommes données la mission d'explorer les effets potentiels des conditions météorologiques sur les marchés financiers, en s'appuyant sur les apports de la finance comportementale.

Notre objectif principal était de déterminer si des phénomènes exogènes, comme les anomalies de température, pouvaient influencer l'humeur des investisseurs, et par conséquent leurs comportements en matière de prise de risque impactant la performance des indices boursiers, des volumes de transaction ou encore l'amplitude étudiée.

Cette approche rejoint celles des autres auteurs abordés dans ce travail, la remise en question des fondements classiques de la finance à savoir l'hypothèse de rationalité des agents et d'efficience des marchés.

Notre revue de littérature parcourue a permis de mettre en évidence plusieurs effets documentés dans la recherche scientifique. Des auteurs comme Hirshleifer & Shumway (2003) ont montré un lien entre ensoleillement et rendements positifs, tandis que Kamstra et al. (2003) ont souligné l'effet du trouble affectif saisonnier (SAD) sur les cycles de marché. D'autres études, comme celles de Cao & Wei (2005) ou Bradrania & Gao (2024), ont mis en avant l'impact de la température ou de la météo sur la prise de risque. Ces travaux convergent sur un point central : les conditions climatiques peuvent agir sur l'humeur au travers d'effet biologique, influençant ainsi les décisions économiques, surtout dans un environnement incertain. La distinction entre investisseurs institutionnels et particuliers apparaît également essentielle, les seconds étant plus exposés à ces biais émotionnels.

L'étude empirique que nous avons menée sur 6 pays européens a montré que les effets météorologiques sur les rendements boursiers. Plusieurs résultats semblent intéressants comme la baisse des volumes corrélée à l'augmentation des anomalies météorologiques ce qui pourrait être liée à une posture défensive des investisseurs. Un impact plus élevé sur la volatilité et l'amplitude et notre variable climatique. La corrélation avec les rendements semble plus ténue et n'a pas pu être démontrée lors de notre étude.

Nous sommes bien entendu modeste quant à notre contribution à la finance comportementale mais nous pensons qu'il a pu croiser les différentes sources pionnières de la finance comportementale et des sources du domaine de la biologie. Nous avons également travaillé sur des données européennes alors que la plupart de notre revue se situait en dehors de l'Europe et plus précisément surtout aux USA, en utilisant une analyse descriptive mais également des régressions multiples enrichies de Fama-French afin d'effectuer notre recherche. Cependant, nous soulignerons que nous sommes également confrontées à certaines limites comme l'usage de données mensuelles et pas journalières, de la nature des investisseurs (pas de scission entre professionnel et individuels) Ensuite, la nature agrégée des indices boursiers ne permet pas de distinguer le comportement des investisseurs individuels et institutionnels.

Les recherches futures pourraient intégrer d'autres facteurs météorologiques lors de l'analyse de l'anomalie climatique. Elles pourraient inclure en plus l'ensoleillement, la couverture nuageuse tout en conservant la variable anomalie météorologique. Elles devraient être étendues sur une plus longue période et sur des données journalières. L'étude divisée entre 2 pôles d'investisseurs à savoir les professionnels et les particuliers serait également pertinent puisque des différences de comportement ont été détecté dans la littérature scientifique.

Les recommandations pratiques à conseiller seraient l'incitation à la prise de conscience des investisseurs particuliers des biais cognitifs ainsi que de l'impact des variables climatiques sur leur réaction biologique qui pourrait influencer leur prise de décision. Certaines études indiquent que les acteurs professionnels sont plus imperméables aux biais mais le développement d'outils de prévention de l'excès de confiance ou de panique lors de contextes météorologiques devraient être pris en compte ou autres défis. Lors de notre analyse, nous avons vu des chutes de la performance des 6 rendements étudiés lors du début de la pandémie COVID-19, ce qui veut dire qu'il y a eu un impact.

Cette recherche m'a permis de relier 2 domaines d'intérêt à savoir la finance et l'environnement, et d'ainsi mieux comprendre les interactions complexes entre l'environnement, la psychologie humaine et les dynamiques financières. Il s'agit d'une étude pluridisciplinaire qui est d'autant plus nécessaire que le climat devient de plus en plus instable, il devient impératif de mieux comprendre ses effets sur l'humeur collective et in fine, sur l'économie réelle. La finance comportementale est pour moi une alternative plus humaine et prenant en considération l'être humain dans toute sa complexité.

6 Bibliographie

- AFP, L. M. (2024, mai). *Brésil : le bilan des inondations meurtrières dans le sud du pays monte à 100 morts*. Consulté le novembre 2024, sur Le Monde: https://www.lemonde.fr/international/article/2024/05/08/bresil-le-bilan-des-inondations-meurtrieres-dans-le-sud-du-pays-monte-a-100-morts_6232234_3210.html
- David Hirshleifer, T. S. (2003, 06). Good day sunshine : Stock returns and the weather. *Journal of finance*, LVIII. Jstor. <https://www.jstor.org/stable/3094570>
- De Winne, R., & D'Hondt, C. (2017, Mars). La finance comportementale: enjeux et perspectives. *Regards économiques*, 131, pp. 1-10. Regards Economiques. https://www.regards-economiques.be/index.php?option=com_reco&view=article&cid=170
- Ernst, M. (2024, février). *L'effet janvier" de bon augure pour la bourse en 2024! Oui mais....* Consulté le janvier 2025, sur CBC Private banking: <https://www.cbc.be/private-banking/fr/a-propos-de-nous/blog-michel-ernst-actualite/20240202-effet-janvier-bon-augure-bourse-2024-oui-mais.html>
- Goetzmann, W. N., & Zhu, N. (2003, 01). RAIN OR SHINE: WHERE IS THE WEATHER EFFECT? *NBER WORKING PAPER SERIES*.
- Gollier, C., Hilton, D., & Raufaste, E. (2003, Mars). Daniel Kahneman et l'analyse de la décision face au risque. *Revue d'économie politique*, 113, pp. 295-307.
- IG, G. (2018, août 28). *Qu'est-ce qu'une anomalie du marché boursier ?* Consulté le janvier 2025, sur IG Bank: <https://www.ig.com/fr-ch/strategies-de-trading/qu-est-ce-qu'une-anomalie-du-marche-boursier-180828>
- Jaap J. A. Denissen, L. P. (2008, 08). The Effects of Weather on Daily Mood: A Multilevel Approach. *the American Psychological Association*, pp. 662–667 .
- Kamstra, M., Kramer, L., & Levi, M. (2003, mars). Winter Blues: A SAD Stock Market Cycle. *The American economic review*, 93, pp. 324-343. American Economic Association. <https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/000282803321455322>
- Keller, M., Fredrickson, B., Ybarra, O., Cté, S., Kareem, J., Mikels, J., . . . Wager, T. (2005, Octobre). A Warm Heart and a Clear Head. *Psychological science*, 16. PubMed. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16137259/>
- Martinez, F. (2010, septembre). L'individu face aux risques : L'apport de Kahneman et Tversky. *Idées économiques et sociales*, 161, pp. 15-23. Cairn.info. <https://shs.cairn.info/revue-idees-economiques-et-sociales-2010-3-page-15?lang=fr>
- Melanie Cao a, *. J. (2005). Stock market returns: A note on temperature anomaly. *Journal of Banking & Finance* 29, pp. 1559–1573. ScienceDirect. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378426604001293>

- Ministères de la transition écologique et de la cohésion du territoire. (2023). *Ce qu'il faut retenir du 6e rapport d'évaluation du GIEC*. Récupéré sur https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/20250_4pages-GIEC-2.pdf
- Reza Bradrania *, Y. G. (2024). Lottery demand, weather and the cross-section of stock returns . *Journal of Behavioral and Experimental Finance*. ScienceDirect. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221463502400025X>
- Saunders, E. (1993, décembre). Stock prices and wall street weather. *The American Economic Review*, 83, pp. 1337-1345. Jstor. <https://www.jstor.org/stable/2117565>
- Tadjeddine, Y. (2013, Avril). La finance comportementale : Une critique cognitive du paradigme classique de la finance. *Idées économiques et sociales*, 174, pp. 16-25. Cairn.info. <https://shs.cairn.info/revue-idees-economiques-et-sociales-2013-4-page->
- Wirz-Justice, A. (2006). Biological rhythm disturbances in mood disorders. *International Clinical Psychopharmacology*, 21, pp. 11-15. Centre for chronobiology. https://www.chronobiology.ch/wp-content/uploads/publications/2006_02.pdf

