DIPLÔME NATIONAL DE DOCTORAT

(Arrêté du 25 mai 2016)

Date de la soutenance : **16 novembre 2020**

Nom de famille et prénom de l'auteur : **Monsieur ZERBIB Olivier David Armand**

Titre de la thèse : *« Valorisation d'actifs et investissement d'impact avec préférences pro-environnementales »*

Résumé

1. Définitions liminaires

Préférences pro-environnementales. Un investisseur a des préférences pro- environnementales lorsque, dans sa fonction d'utilité, il valorise plus fortement les actifs des entreprises les plus vertes et plus faiblement les actifs des entreprises les plus polluantes. Ces préférences pro-environnementales peuvent être motivées par des enjeux pécuniers ou non-pécuniers.

Préférences non-pécuniaires. Un investisseur a des préférences non-pécuniaires pour certains actifs lorsqu'il valorise plus fortement ces derniers, indépendamment de leur rendement anticipé ou de leur variance anticipée. En particulier, les préférences pro-environnementales non-pécuniaires font références aux motivations des investisseurs à investir dans des actifs verts indépendamment de leurs caractéristiques financières.

Investissement d'impact. Un investissement d'impact vise à "générer un impact social et environnemental positif et mesurable, en complément d'un rendement financier" (Global Impact Investing Network). En particulier, un investissement d'impact environnemental cherche à réduire l'empreinte environnementale des entreprises émettrices des actifs financiers.

2. Enjeux et problématiques

L'urgence environnementale, qui suppose de repenser l'organisation de nos sociétés et le fonctionnement de nos économies, nécessite de mobiliser des capacités de financement considérables. Pour exemple, les seuls besoins d'infrastructure au cours des quinze prochaines années permettant aux pays de l'OCDE d'être cohérents avec la trajectoire 2 degrés Celsius s'élèvent à 6 900 milliards de dollars (OECD, 2017a) En complément du soutien public, les financements privés représentent donc un précieux levier pour parvenir à mobiliser de tels montants.

De manière concomitante, l'intérêt des investisseurs financiers pour les enjeux environnementaux s'est considérablement accru au cours des dernières années. Les investisseurs qualifiés de « verts » adaptent ainsi leur allocation d'actifs en surpondérant les actifs des entreprises les plus vertueuses sur le plan environnemental et en sous-pondérant, voire en excluant, les actifs des entreprises les plus polluantes. L'ajustement de leur allocation d'actifs peut être motivée par deux principaux enjeux : (i) des préférences non-pécuniaires pour les enjeux environnementaux et (ii) l'internalisation du risque financier lié à

l'environnement. Dans le premier cas, les investisseurs excluent les entreprises les plus polluantes pour des raisons éthiques et sont prêts à renoncer à une partie de leur rendement espéré au nom de leurs convictions environnementales. Dans le second cas, les investisseurs se couvrent contre un risque financier lié à l'environnement qui est encore imparfaitement valorisé par les marchés financiers. Ce risque peut être un risque de transition environnementale (Jakob and Hilaire, 2015), un risque physique (Arnell and Gosling, 2016) ou un risque légal (Hunter and Salzman, 2007).

Que ce soit pour des motifs non-pécuniers ou pour internaliser un risque financier lié à l'environnement, l'ajustement de l'allocation d'actif des investisseurs verts a une double incidence : (i) elle modifie les prix et les rendements des actifs à l'équilibre et, en conséquence, (ii) elle affecte les pratiques des entreprises en modifiant leur coût du capital. L'analyse de la première conséquence participe d'une approche de valorisation d'actifs, tandis que l'analyse de la seconde conséquence s'inscrit dans le champ de recherche embryonnaire que l'on qualifie d'investissement d'impact.

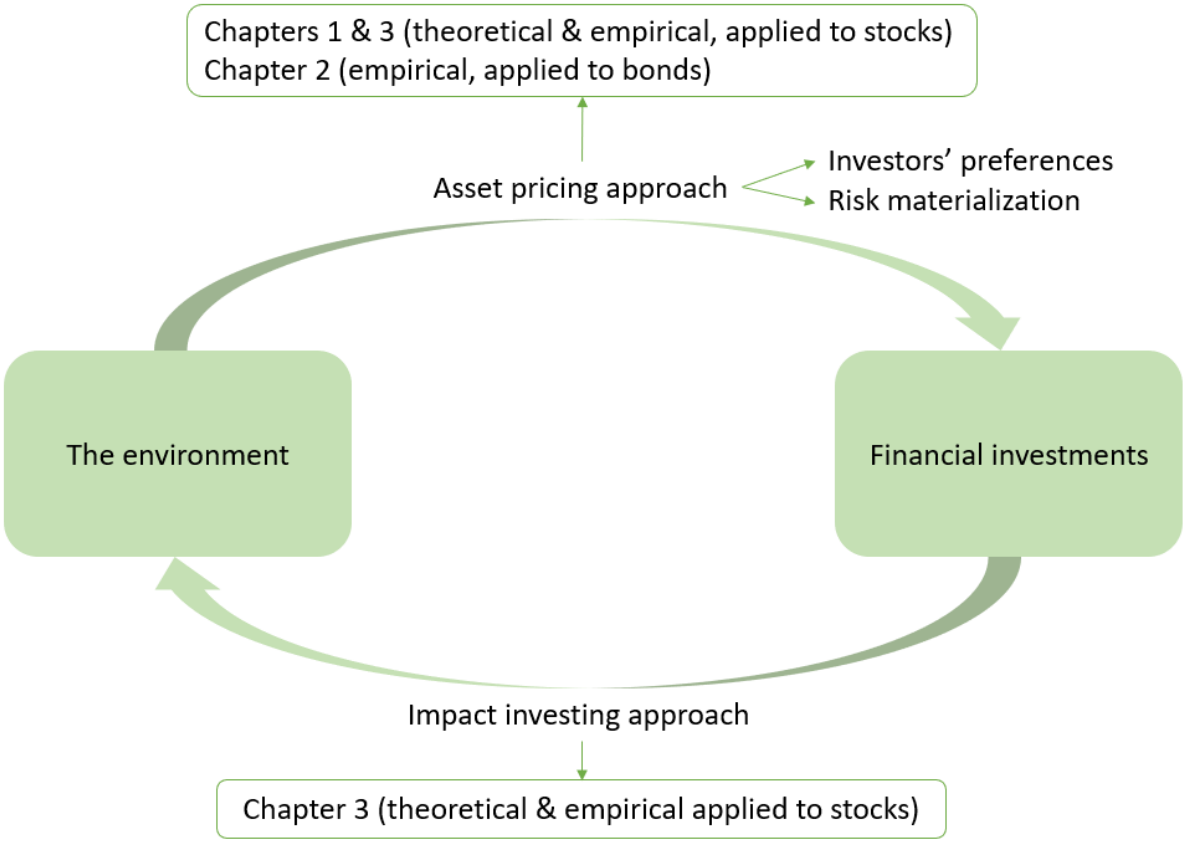
Dès lors, trois grandes questions se posent :

- Comment les rendements espérés des actifs se déforment-ils lorsqu'un groupe d'investisseurs internalise les enjeux environnementaux dans leur allocation d'actifs ? [Chapitre 1]

- Comment se décompose l'ajustement du rendement espéré entre (i) l'impact des préférences non-pécuniaires et (ii) celui de l'internalisation du risque financier lié à l'environnement ? [Chapitre 2]

- Les entreprises les plus polluantes, dont le coût du capital est affecté par les pratiques des investisseurs verts, sont-elles incitées à réduire leur impact environnemental ? [Chapitre 3]

Comme l'illustre la Figure 1, les trois chapitres de cette thèse s'attachent à répondre respectivement à chacune de ces questions.



3. L'investissement environnemental

a. L'approche de valorisation d'actifs

i. Valorisation d'actifs avec préférences pro-environnementales

La théorie moderne du portefeuille, fondée sur le travail séminal de Markowitz (1952), ainsi que le modèle d'évaluation d'actifs, qui s'appuie sur les contributions de Sharpe (1964) et Lintner (1965), n'offrent pas le cadre théorique permettant d'expliquer l'effet des préférences pro-environnementales des investisseurs sur les rendements des actifs à l'équilibre. Si plusieurs facteurs de risque, tels que les facteurs de Fama and French (1993) ou de Carhart (1997), ont été identifiés comme des déterminants de la dynamique des rendements des actifs, ils ne permettent pas non plus d'expliquer l'effet de l'investissement vert sur le rendement des actifs.
Une foisonnante littérature empirique a cherché à mettre en évidence l'effet de l'impact environnemental des entreprises sur leurs rendements à l'équilibre. Généralement, ces articles ont cherché à régresser une note environnementale sur des rendements financiers réalisés. Cependant, les résultats de cette littérature sont non conclusifs :

- Certains articles mettent en évidence une relation négative entre la performance environnementale et la performance financière, notamment Brammer, Brooks, and Pavelin (2006), Renneboog, Ter Horst, and Zhang (2008) et Barber, Morse, and Yasuda (2018). De plus, Sharfman and Fernando, 2008, ElGhoul et al. (2011) et Chava (2014) mettent en évidence ce même effet sur les rendements espérés. Bolton and Kacperczyk (2020), Hsu, Li, and Tsou (2019) et In, Park, and Monk (2019) montrent que les entreprises qui émettent le plus de gaz à effets de serre ont des rendements plus élevés que les entreprises qui en émettent moins.
- D'autres articles trouvent une relation positive, notamment Derwall et al. (2005), Statman and Glushkov (2009), Edmans (2011), Eccles, Ioannou, and Serafeim (2014), Flammer (2015), Krüger (2015) et Statman and Glushkov (2016). En particulier, Krüger (2015) montre que les investisseurs réagissent très négativement aux nouvelles négatives concernant la responsabilité environnementale des entreprises.
- Enfin, d'autres auteurs encore, tels que Bauer, Koedijk, and Otten (2005) et Galema, Plantinga, and Scholtens (2008), ne trouvent pas de relation significative entre performance environnementale et performance financière.

C'est en me basant sur la littérature sur les préférences hétérogènes et le désaccord entre investisseurs,[1] que j'éclaire dans le premier chapitre de cette thèse, d'un point de vue théorique et empirique, l'impact des préférences pro-environnementales sur les rendements des actifs.

ii. Préférences non-pécuniaires pour les actifs verts

L'analyse de l'impact des préférences pro-environnementales sur les rendements des obligations donne des résultats empiriques plus consensuels que cette même analyse sur les actions. En effet, même si les conclusions ne sont pas unanimes, la majorité des travaux suggère que les entreprises ayant une performance environnementale élevée bénéficient d'un coût de la dette plus faible. Les auteurs attribuent principalement ce différentiel de coût du capital à une réalité financière : la création d'actifs intangibles (Porter and Linde, 1995, Hart, 1995, Jones, 1995, Ambec and Lanoie, 2008, Flammer, 2015) ainsi qu'une meilleure gestion du risque (Ambec and Lanoie, 2008; Bauer and Hann, 2014), tous deux étant imparfaitement capturés par les modèles des agences de notation (Ge and Liu, 2015; Oikonomou, Brooks, and Pavelin, 2014). Cependant, la littérature n'identifie pas la part de ce différentiel de rendement qui est imputable aux préférences non-pécuniaires.
L'émergence des obligations vertes (*green bonds*) et la liquidité croissante de ces actifs offre un cadre propice à l'identification de la part du différentiel de rendement obligataire imputable aux préférences pro-environnementales non-pécuniaires des investisseurs. En effet, de même que pour les obligations conventionnelles, le risque des obligations vertes est celui de l'entreprise émettrice. Ainsi, en comparant des obligations vertes à des obligations contrefactuelles synthétiques conventionnelles permet d'éliminer le différentiel de risque financier et d'isoler l'impact des préférences non-pécuniaires des investisseurs verts sur le rendement des obligations. C'est l'approche que j'adopte dans le deuxième chapitre de cette thèse.

b. L'approche d'investissement d'impact

Parce que l'investissement vert impacte le rendement espéré des actifs à l'équilibre, comme analysé dans les chapitres 1 et 2 de cette thèse, il modifie le coût du capital des entreprises qui peuvent être incitées à réagir

---

[1] En particulier, Harris and Raviv (1993), Biais and Bossaerts (1998), Scheinkman and Xiong (2003), Fama and French (2007), Jouini and Napp (2007), David (2008), Dumas, Kurshev, and Uppal (2009), Banerjee and Kremer (2010), Bhamra and Uppal (2014), Carlin, Longstaff, and Matoba (2014), Baker, Hollifield, and Osambela (2016), Atmaz and Basak (2018) et Banerjee, Davis, and Gondhi (2019).

en conséquence. En particulier, elles peuvent être incitées à réduire leur impact environnemental. C'est le mécanisme de l'investissement d'impact qui a été documenté par les travaux séminaux de Oehmke and Opp (2019), Landier and Lovo (2020) et Pastor, Stambaugh, and Taylor (2019).
Les deux premiers articles développent un modèle d'équilibre général. Oehmke and Opp (2019) introduisent des investisseurs durables qui acceptent de financer des projets moins rentables et montrent que les entreprises réduisent leur empreinte environnementale en étant contraintes d'internaliser leurs coûts sociaux. Landier and Lovo (2020) arrivent à des conclusions similaires en introduisant un fonds qui a des préférences pour les enjeux ESG mais un objectif de rendement financier similaire aux investisseurs standards. Enfin, Pastor, Stambaugh, and Taylor (2019) arrivent également aux mêmes conclusions en montrant que les entreprises les plus polluantes ont un coût du capital plus élevé.
Dans le troisième chapitre de cette thèse, nous abordons le problème sous l'angle de la valorisation d'actifs à travers un modèle dynamique où les investisseurs et les entreprises entrent dans un jeu à somme non-nulle. Nous analysons notamment l'effet de l'incertitude concernant l'impact environnemental futur d'une entreprise sur son incitation à se réformer et à réduire ce dernier.

4. Contributions

Chapitre 1 - *A sustainable capital asset pricing model (S-CAPM): Evidence from green investing and sin stock exclusion*

Dans le premier chapitre de cette thèse, je montre d'un point de vue théorique comment les pratiques (i) du filtre d'exclusion et (ii) du filtre ESG par les investisseurs « durables » affectent les rendements espérés des actifs à l'équilibre. Je valide empiriquement le modèle appliqué (i) aux « actions du péché » (alcool, jeux, tabac) pour le filtre d'exclusion et (ii) en construisant un proxy du goût des investisseurs verts à partir des détentions d'actifs des fonds verts pour le filtre ESG.

Plus précisément, je montre que les pratiques d'exclusion et d'intégration ESG des investisseurs durables induisent, respectivement, deux « primes d'exclusion » et deux « primes de goût » sur les rendements espérés d'équilibre. Dans ce marché partiellement segmenté (Errunza and Losq, 1985), je montre que ces primes ont des effets croisés entre les actifs exclus et les actifs non-exclus.

Primes d'exclusion

Les deux primes d'exclusion, induites par la réduction de la base d'investisseurs, ont été indépendamment mises en évidence par Errunza and Losq (1985) sur les actifs exclus et de Jong and de Roon (2005) sur les actifs non-exclus dans le cadre de marchés partiellement segmentés. Je montre que ces deux primes s'appliquent simultanément à l'ensemble des actifs, ce qui reflète notamment l'effet croisé des primes d'exclusion sur les actifs non-exclus. Ces primes d'exclusion sont mues par l'effet de couverture conjoint des investisseurs durables qui pratiquent l'exclusion et des autres investisseurs qui détiennent ces actifs. En effet, pour un actif donné, chacune de ces primes peut être décomposée en deux effets : (i) d'une part, contraints de détenir les "actifs exclus", les investisseurs qui ne pratiquent pas l'exclusion valorisent d'autant plus l'actif exclu qu'il est décorrélé des autres actifs exclus; (ii) d'autre part, les investisseurs qui pratiquent l'exclusion cherchent à se couvrir en achetant le portefeuille de réplication de l'actif exclu à partir des actifs non-exclus; ceci induit ainsi une pression d'autant plus forte sur le rendement des actifs exclus dont la dynamique est aisément réplicable à partir des actifs non-exclus.

En relâchant l'hypothèse d'indépendance des rendements, je montre que l'une de ces deux primes généralise la prime des actions « négligés » caractérisée par Merton (1987). Par ailleurs, plusieurs articles empiriques, tels que Hong and Kacperczyk (2009) et Chava (2014), ont mis en évidence l'effet positif de l'exclusion sur le rendement des actions du péché. Je montre d'un point de vue théorique que, si l'effet d'exclusion est bien positif en moyenne, il peut être négatif pour les actifs exclus pris individuellement, notamment lorsqu'ils sont décorrélés des autres actifs exclus. Je valide empiriquement ce résultat théorique en estimant l'équation d'équilibre microfondée sur données américaines entre 2007 et 2019. Je montrant ainsi que, si l'effet d'exclusion moyen annuel est de 1,43%, ce dernier est négatif pour 10 actions du péché parmi 52. La valeur de l'effet d'exclusion moyen est cohérent avec l'effet estimé par Hong and Kacperczyk (2009).
Enfin, j'analyse la dynamique de l'effet d'exclusion. En régressant la prime d'exclusion que Luo and Balvers (2017) mettent en évidence sur un proxy du cylce économique, ces auteurs affirment que la dynamique

d'exclusion est déterminée par les cycles économiques. Je montre que la dynamique de la prime d'exclusion, pour un actif donné, n'est pas directement liée à des enjeux de cycles économiques mais à la covariance du rendement de cet actif avec les autres actifs, en particulier avec les rendements des autres actifs exclus. Ainsi, lorsque la corrélation entre actifs s'accroît, notamment pendant les périodes de crises, l'effet d'exclusion augmente sensiblement. C'est ce que l'on observe pendant la crise financière de 2008 : la prime d'exclusion a fortement cru et s'est effondrée avec la remontée des marchés et la baisse de la corrélation entre les actifs.

Je conduis enfin plusieurs tests de robustesse sur des spécifications alternatives qui valident les résultats principaux résumés ci-avant.

Primes de goût

Les deux primes de goût (prime de goût *directe* et prime de goût *indirecte*) sont induites par l'internalisation des externalités ESG par les investisseurs durables qui modifient leur pondération d'actifs en conséquence. Ces dernières se matérialisent via trois canaux. Premièrement, en cohérence avec les travaux indépendants de Pastor, Stambaugh, and Taylor (2019) et Pedersen, Fitzgibbons, and Pomorski (2019), la prime de goût directe est plus élevée (faible) pour les actifs bruns (verts), car les investisseurs durables requièrent un rendement plus élevé (acceptent un rendement plus faible) pour les détenir. Deuxièmement, et en conséquence, la prime de marché est également ajustée de la prime de goût directe. Troisièmement, la prime de goût indirecte affecte les actifs exclus car les investisseurs pratiquant l'intégration ESG se couvrent en surpondérant les actifs exclus les plus corrélés aux actifs non-exclus des entreprises polluantes qu'ils sous-pondèrent.
D'un point de vue empirique, de nombreux articles ont tâché d'expliquer l'impact des notes ESG sur le rendement des actifs, avec des résultats non consensuels. Cela s'explique notamment par trois raisons : (i) les notes ESG ou les indicateurs environnementaux sont des proxy imparfaits du goût agrégé des investisseurs durables et sont généralement disponibles uniquement à une fréquence annuelle ; (ii) les équations estimées ne prennent pas en compte l'accroissement de la proportion des investisseurs durables ; (iii) les rendements réalisés sont des proxys imparfaits des rendements espérés car ils ne prennent pas en compte les changements inattendus des préférences des investisseurs durables (Pastor, Stambaugh, and Taylor, 2019). Je contourne cette triple difficulté en estimant l'équation d'équilibre microfondée à partir de proxies (i) du coût d'externalités environnementales, (ii) de la proportion d'investisseurs verts, et (iii) du changement inattendu de leurs préférences, construits à partir de l'historique des détentions d'actifs des fonds verts dans le monde. (i) Le proxy du coût d'externalités environnementales est construit comme la différence relative entre le poids d'un actif dans le portefeuille agrégé des fonds verts et son poids dans l'univers d'investissement ; je montre théoriquement que cet instrument approxime bien le coût d'externalités environnementales tel que défini dans le modèle. (ii) Le proxy de la proportion d'investisseurs verts est défini comme la valeur des actifs sous gestion des fonds verts à chaque date divisée par la valeur de marché de l'univers d'investissement. (iii) Enfin, le proxy du changement inattendu des préférences est défini comme la variation du facteur de goût direct construit à partir de (i) et (ii).

En estimant l'équation d'équilibre appliquée à l'intégration des enjeux environnementaux, je montre que l'effet de goût moyen entre les industries les moins et les plus polluantes varie entre -1,12% et 0,14% par an entre 2007 et 2019 et qu'il s'accroît dans le temps.

Je vérifie, à travers plusieurs tests de robustesse, que le résultat principal reste valide en reproduisant l'estimation sur des modèles alternatifs (plus longue durée pour la première passe de l'estimation, rendements équipondérés, portefeuilles doublement triés par taille et par industrie), en écartant la possibilité que la significativité du résultat soit liée à une causalité inverse, en contrôlant le risque de variable omise lié au changement inattendu des préférences, et en conduisant une analyse du risque d'erreur de mesure à partir de l'intensité carbone des entreprises.

Chapitre 2 - *The effect of pro-environmental preferences: Evidence from green bonds.*

Le deuxième chapitre de cette thèse estime empiriquement la part de l'écart de rendement entre les actifs verts et non-verts qui est induite par les préférences non-pécuniaires des investisseurs. Pour ce faire, je me concentre sur le marché obligataire et j'utilise les obligations vertes (« green bonds ») comme instrument pour estimer cette « prime verte ».

Prime verte

A partir d'une méthode d'appariement, j'identifie les 110 obligations vertes pour lesquelles il est possible de construire un contrefactuel synthétique d'obligations conventionnelles ayant exactement les mêmes caractéristiques, hormis le fait qu'elles ne sont pas vertes. Plus précisément, afin de construire une obligation conventionnelle contrefactuelle synthétique, pour chaque obligation verte, j'identifie d'abord deux obligations conventionnelles du même émetteur, dans la même devise, avec la même notation, la même structure obligataire, le même type de coupon et ayant les maturités les plus proches de celle de l'obligation verte; de plus, je limite l'écart de maturité et de liquidité (à partir de la taille de la souche et de la date d'émission) entre les obligations vertes et les deux obligations conventionnelles appariés. Je construis alors l'obligation conventionnelle contrefactuelle synthétique en interpolant linéairement le rendement des deux obligations conventionnelles à la date de maturité de l'obligation verte ; ceci permet d'éliminer le biais de maturité. Enfin, afin d'éliminer le biais de liquidité, je régresse la différence de rendement entre l'obligation verte et l'obligation conventionnelle contrefactuelle synthétique sur un proxy de leur différence de liquidité construit à partir du *bid-ask spread*. Cette régression en données de panel à effets fixes permet d'extraire la prime verte définie comme l'effet spécifique inobservé de la régression.

Utiliser le différentiel de rendement entre obligations vertes et obligations conventionnelles contrefactuelles comme variable dépendante permet de contourner deux biais inhérents à une régression où les rendements des obligations vertes et conventionnelles sont régressés sur les caractéristiques des obligations : un biais de variables omises et un biais lié à la surpondération des actifs ayant l'historique le plus long.

L'analyse porte sur le marché secondaire entre juillet 2013 et décembre 2017. Les 110 obligations représentent 10% du nombre et 17% du montant des obligations vertes émises dans le monde à la fin de l'année 2017.

La prime verte est estimée à -2 points de base (bps) en moyenne. Cela signifie que le rendement (prix) des obligations vertes est légèrement plus faible (élevé) que celui des obligations conventionnelles. Cette prime verte reflète le rendement que les investisseurs sont prêts à céder pour détenir des actifs obligataires verts à risque égal. Si elle est statistiquement significative, cette prime demeure économiquement très faible. Elle suggère donc que la différence de rendement entre les obligations d'entreprises vertes et celles d'entreprises brunes, largement mise en évidence dans la littérature,[2] correspond principalement à une différence de risque financier entre les deux types d'entreprises plutôt qu'à l'effet des préférences non-pécuniaires des investisseurs verts.

Du point de vue des praticiens, cette prime verte met en évidence l'appétit des investisseurs pour les obligations vertes et le fait que les entreprises peuvent diversifier leurs bases de créanciers à travers cette classe d'actifs. Cependant, compte tenu de sa très faible valeur, elle ne constitue pas une désincitation pour les investisseurs verts à soutenir le marché des obligations vertes. En outre, du point de vue des autorités de supervision, cette prime ne révèle pas d'écart de valorisation substantiel – donc de bulle – entre les actifs verts et bruns à risque égal.

Tests de robustesse

Je conduis toute une série de tests de robustesse. Premièrement, je vérifie que la prime verte ne correspond pas à une différence de risque financier entre les obligations vertes et conventionnelles. Pour ce faire, je reproduis la régression principale en données de panel augmentée d'une variable correspondant à la différence de volatilité entre l'obligation verte et l'obligation contrefactuelle conventionnelle. Qu'il s'agisse des volatilités 10 jours, 20 jours ou 30 jours annualisées, le différentiel de ces dernières n'a pas de pouvoir explicatif de la prime verte. Ce résultat correspond à ce qui était attendu compte tenu de la similarité du risque entre obligations vertes et conventionnelles du même émetteur. Deuxièmement, j'analyse la dynamique de la prime verte dans le temps. En reproduisant l'analyse mois par mois, je montre que la prime verte est proche de zéro et non significative jusqu'à mai 2016. A partir de cette date, à six mois de la signature des accords de Paris, une prime verte significative de l'ordre de -2 bps se matérialise. L'analyse de différents sous-groupes d'obligations vertes fait apparaître une dynamique similaire. Troisièmement, je m'assure que la

[2] Par exemple, Bauer and Hann (2014), Oikonomou, Brooks, and Pavelin (2014), Flammer (2015).

prime verte ne correspond pas à une prime de marché en introduisant un effet fixe temps dans la régression en données de panel et en régressant ce dernier sur le rendement de plusieurs indices actions. Aucun effet causal n'apparaît significativement, ce qui permet d'écarter la possibilité que la prime verte capture un facteur de risque de marché. Quatrièmement, je reproduis l'analyse en modulant les critères d'appariement sur les bornes du différentiel de maturité et de liquidité. Avec des critères plus restrictifs, les résultats ne sont pas altérés. Enfin, je teste la représentativité de l'échantillon analysé par rapport à l'univers total d'obligations vertes en comparant les distributions des caractéristiques des obligations vertes dans les deux échantillons à l'aide d'un test du Chi 2. Il apparaît que l'échantillon étudié ne diffère pas significativement de l'univers d'obligations vertes ; cela suggère donc que cette prime négative de 2 bps en moyenne pourrait être matérielle pour l'ensemble des obligations vertes de l'univers d'investissement.

Déterminants de la prime verte

Enfin, j'analyse l'hétérogénéité de cette prime parmi l'ensemble des obligations du panel. Plus précisément, je réalise une régression transversale de la prime verte estimée sur les caractéristiques discriminantes des obligations vertes : le type d'émetteur, leur notation, la devise, la maturité et la taille de la souche (comme proxy de la liquidité). Je montre notamment que cette prime est plus prononcée sur les obligations des émetteurs financiers et des émetteurs ayant une faible notation. Par exemple, le rendement d'une obligation financière européenne verte de notation AAA, AA, A, BBB est plus faible que celui d'une obligation conventionnelle équivalente de, respectivement, 0.9 bp, 3.2 bps, 3.2 bps et 4.9 bps. Cette analyse permet de construire une courbe verte pour l'ensemble des émetteurs n'ayant pas encore émis d'obligations vertes à partir de leurs caractéristiques (type d'émetteur, notation, devise, maturité, liquidité) et en utilisant les paramètres estimés via cette dernière régression. Cet exercice est utile, tant pour les émetteurs que pour les investisseurs qui cherchent à estimer, respectivement, un "taux d'endettement juste" et un "rendement juste" lors de l'émission d'une nouvelle souche obligataire verte pour laquelle aucun repère n'est encore disponible.

Chapitre 3 - *Environmental Impact Investing*

Dans le troisième chapitre de cette thèse, co-écrit avec Tiziano de Angelis et Peter Tankov, nous montrons comment l'investissement vert peut avoir un impact sur la pratique des entreprises, notamment les plus polluantes, qui sont poussées à réduire leur impact environnemental.

Externalités environnementales déterministes

Nous construisons un modèle d'équilibre dans un marché peuplé par (i) un groupe d'investisseurs standards et (ii) un groupe d'investisseurs verts qui ont des préférences pour les actifs des entreprises ayant une faible empreinte carbone. Les investisseurs verts internalisent les externalités environnementales futures des entreprises dans lesquelles ils investissent ; ces externalités sont, dans un premier temps, considérées comme déterministes. En prenant en compte l'effet des préférences des investisseurs, les entreprises choisissent une trajectoire d'émissions carbone jusqu'à une date finale. Elles font ainsi face à un arbitrage entre réduire leurs émissions carbones à un coût financier et, ainsi, élargir leur base d'investisseurs, ou bien ne pas réduire leurs émissions carbone et ne pas bénéficier d'un élargissement de leur base d'investisseurs. Les entreprises choisissent donc leur trajectoire d'émissions carbone en maximisant leur espérance d'utilité qui se décompose en deux critères : (i) leur future valorisation à une trajectoire d'émissions carbone donnée, indépendamment du coût de réforme, et (ii) le coût de réforme pour atteindre cette trajectoire d'émissions. Les entreprises prennent également en compte les choix des autres entreprises, ce qui créée un jeu à somme non-nulle auquel participent investisseurs et entreprises. Dans ce modèle, nous endogénéisons donc l'impact environnemental des entreprises et analysons leur trajectoire d'empreinte carbone optimale.

Nous déterminons les rendements d'équilibre dont l'expression est cohérente avec le premier chapitre de cette thèse en temps continu. Nous déterminons également une expression explicite et simple de la trajectoire d'émissions des entreprises dans le cas où les externalités environnementales sont quadratiques en les émissions. Nous montrons que l'augmentation de la proportion d'investisseurs verts ou de leurs exigences environnementales, en augmentant le coût du capital des entreprises les plus polluantes, poussent ces dernières à réduire leur empreinte carbone. Ce résultat souligne l'importance du soutien des personnes publiques au développement de l'investissement vert – par exemple, au travers de la définition de standards

rigoureux pour évaluer l'impact environnemental telle la taxonomie sur laquelle travaille actuellement la Commission Européenne. Du point de vue des investisseurs, ce résultat suggère que ces derniers peuvent accroître leur impact sur les entreprises en élevant leurs exigences environnementales, par exemple en restreignant leur périmètre d'investissement ou en sous-pondérant plus significativement les entreprises les moins vertueuses. De plus, en cohérence avec le premier chapitre de cette thèse, nous montrons que l'investissement vert est bénéfique financièrement lorsque les investisseurs favorisent les entreprises qui vont effectivement baisser leur impact environnemental.

Externalités environnementales incertaines et non-gaussiennes

Nous étendons notre analyse au cas où les investisseurs verts internalisent les externalités environnementales futures avec *incertitude*. En cohérence avec la nature des risques environnementaux, nous modélisons cette incertitude comme non-Gaussienne à travers un processus à saut. Nous montrons que l'augmentation de l'incertitude sur le risque futur pousse les investisseurs verts à réduire leur allocation en actifs risqués, ce qui atténue la pression qu'ils exercent sur le coût du capital des entreprises les plus polluantes et, en conséquence, incite ces dernières à accroître leur empreinte carbone par rapport à l'équilibre sans incertitude. Ce résultat souligne l'importance majeure de la transparence sur l'impact environnemental des entreprises et de l'accès à cette information par les investisseurs : meilleure est l'information, plus les entreprises sont contraintes par les investisseurs verts d'internaliser leurs externalités environnementales et donc de réduire leurs émissions.

Estimation du modèle

Nous estimons empiriquement notre modèle appliqué à l'intensité carbone des entreprises en utilisant, comme dans le premier chapitre, l'historique de détention des fonds verts dans le monde pour approximer la proportion d'investisseurs verts. Nous définissons ce proxy comme la valeur des actifs gérés par les fonds verts rapportée à la valeur de marché de l'univers d'investissement. Nous montrons notamment que lorsque la proportion d'investisseurs verts double, l'intensité carbone des entreprises baisse en moyenne de 5% par an.

5. Principales implications pour l'industrie financière

Les résultats de cette thèse ont des implications concrètes pour l'industrie financière à plusieurs égards.

1. Premièrement, ces travaux montrent que l'investissement sur une entreprise qui est amenée à se verdir est financièrement rentable. Cela souligne l'importance de l'analyse « extra-financière », conduite par les institutions financières ou les agences de notation, afin que les investisseurs soient en mesure d'allouer leur capital sur les entreprises qui seront les plus vertueuses sur le plan environnemental.

2. Deuxièmement, cette thèse souligne la capacité des investisseurs à pousser les entreprises à se réformer en augmentant leurs exigences environnementales. Cela peut se traduire par un ajustement à la baisse de la pondération des entreprises les plus polluantes ou par la restriction du périmètre d'acceptabilité de ces dernières.

3. Troisièmement, ces travaux mettent en évidence l'importance de la transparence sur les informations environnementales des entreprises afin de maximiser l'internalisation par ces dernières de leur coût social et environnemental, et en conséquence de réduire leur impact environnemental.

4. Enfin, et plus généralement, cette thèse souligne l'importance du soutien des personnes publiques au développement de la finance verte, notamment à travers la définition de normes et de standards rigoureux offrant aux investisseurs une lecture plus précise de l'impact environnemental des entreprises dans lesquelles ils peuvent investir.