



## Document de travail

*Première version*

# **Comment prendre en compte l'environnement dans la politique d'investissement du FRR ?**

Juin 2009

# **Comment prendre en compte l'environnement dans la définition d'une politique d'investissement ?**

Comment prendre en compte l'environnement dans la définition d'une politique d'investissement ?	2
Résumé .....	3
1) Les principaux enjeux environnementaux pour un investisseur de long terme .....	5
1) Les grands enjeux environnementaux .....	5
a) Le changement climatique.....	5
b) L'épuisement des ressources fossiles .....	7
c) Les pertes de biodiversité.....	8
d) Les pénuries d'eau .....	9
2) Les impacts des enjeux environnementaux pour un investisseur de long terme .....	10
a) Un environnement économique plus incertain .....	10
b) Un environnement économique plus contraint.....	10
c) Un environnement économique en mutation rapide .....	11
2) Les principaux impacts économiques des problématiques environnementales.....	12
1) La construction de scénarios .....	12
a) Des scénarios climatiques à très long terme.....	12
b) ..Aux scénarios économiques de moyen terme .....	13
2) La prise en compte d'impacts géographiques et sectoriels.....	16
a) Impacts géographiques.....	16
b) Impacts sectoriels .....	16
3) Des pistes pour une prise en compte dans la politique d'investissement .....	17
1) Une typologie des pratiques existantes.....	17
2) La prise en compte au niveau des grandes classes d'actifs (allocation stratégique) .....	18
a) Prise en compte à actifs donnés .....	18
b) Introduction d'actifs environnementaux .....	21
3) La prise en compte au sein des grandes classes d'actifs.....	26
a) Une grille d'analyse .....	26
b) Une déclinaison au sein des classes d'actifs .....	28
4) La prise en compte au niveau du choix des valeurs .....	28
Eléments de conclusion .....	30
Eléments de bibliographie .....	31
Auteurs et Remerciements .....	33

## Résumé

« Les préoccupations environnementales et, en particulier, l'impact du réchauffement climatique mis en évidence par la communauté scientifique internationale sur le fonctionnement de l'économie mondiale et de ses différents secteurs, posent de nombreuses questions qu'un investisseur de long terme ne peut ignorer quand il détermine sa stratégie globale d'investissement. Le FRR se fixe comme objectif d'ici fin 2009 de les préciser et d'analyser les différentes catégories d'impact possibles sur sa politique d'investissement afin d'envisager les actions possibles. » (Stratégie d'investissement responsable adoptée par le Conseil de surveillance du FRR le 15 avril 2008).

C'est dans ce cadre qu'a été conduite, avec l'aide de l'APREC (Association pour la Promotion de la Recherche en Economie du carbone) et de la société de conseil spécialisée I Care Environnement, l'étude dont les résultats généraux sont présentés dans ce document de travail.

Comment prendre en compte l'environnement dans la définition d'une politique d'investissement ? Pour répondre à cette question, il convient au préalable de définir les principaux enjeux environnementaux qui sont pertinents pour un investisseur de long terme parce qu'ils affectent le cadre économique dans lequel il doit investir. La première partie de ce document décrit ainsi quatre problématiques clefs – le changement climatique, l'épuisement des ressources fossiles, la perte de biodiversité et l'aggravation des pénuries d'eau – qui rendront l'environnement économique de demain plus incertain, plus contraint et plus mouvant.

Une fois les principaux enjeux identifiés, il faut tenter de décrire de manière plus détaillée leurs impacts économiques, globaux mais aussi géographiques et sectoriels. C'est ce qui est fait dans la deuxième partie qui propose une synthèse des travaux existants les plus reconnus en la matière sous une forme appropriée à la prise de décision d'un investisseur (élaboration de scénarios économiques et financiers).

Enfin, la prise en compte des effets des problématiques environnementales peut s'effectuer à différents niveaux de la politique d'investissement passés en revue dans la dernière partie de ce document : elle peut intervenir au niveau de l'allocation cible de long terme (allocation stratégique) dans la mesure où les enjeux considérés modifient profondément l'ensemble du cadre économique et donc les caractéristiques des grandes classes d'actifs. Les principaux résultats montrent que la prise en compte du changement climatique au niveau de l'allocation stratégique réduit, dans la plupart des scénarios construits, la part des actifs risqués. Sur cinq scénarios économiques et financiers construits seul celui de la croissance verte permet d'inverser ce résultat.

Mais cette prise en compte peut également avoir lieu au sein des grandes classes d'actifs – en fonction des zones géographiques et des secteurs économiques qui subissent des impacts environnementaux différenciés ; elle peut s'exercer enfin au niveau même du choix des valeurs – dès lors que les impacts eux-mêmes peuvent considérablement varier d'une entreprise à l'autre, suivant sa plus ou moins grande capacité d'adaptation et d'anticipation.

Ce document de travail dresse un état des lieux des problématiques environnementales pertinentes pour un investisseur de long terme, propose une synthèse de leurs impacts économiques et financiers et inventorie les moyens qui s'offrent aux investisseurs pour intégrer ces impacts dans leur politique d'investissement. Pour ce faire, ce document utilise les conclusions de travaux reconnus (Stern, GIEC...) mais il apporte également une contribution originale en proposant de les prolonger par des résultats spécifiquement financiers. C'est à ce titre qu'il nous a semblé intéressant de partager ces premiers résultats avec la communauté des investisseurs, mais également avec toute personne intéressée par ces questions. Loin de prétendre apporter des réponses définitives à la question posée, ce document de travail se propose simplement d'explorer quelques pistes et de susciter des travaux plus approfondis sur ces sujets d'une importance capitale.

## **1) Les principaux enjeux environnementaux pour un investisseur de long terme**

Sous l'effet conjoint de la croissance démographique et de la croissance économique, l'activité humaine exerce une pression de plus en plus forte sur le milieu naturel. Les prochaines décennies seront celles de la raréfaction des quatre éléments : l'air (garant de températures stables), le feu (les énergies fossiles), la terre (les écosystèmes) et l'eau (potable ou propre aux usages agricoles). Suivant cette grille de lecture, quatre enjeux environnementaux principaux devraient profondément modifier l'environnement économique de demain : le changement climatique – qui s'avère structurant de par l'ampleur des modifications qu'il risque d'induire – l'épuisement des ressources fossiles, la perte de biodiversité et les pénuries d'eau.

Ces différents enjeux environnementaux ont déjà des impacts bien réels. Mais ces impacts devraient augmenter significativement au cours des prochaines décennies rendant l'environnement économique à moyen terme plus incertain, plus contraint et plus mouvant. Un investisseur de long terme tel que le FRR ne peut donc les ignorer lorsqu'il définit sa stratégie d'investissement.

### **1) Les grands enjeux environnementaux**

Le changement climatique est un enjeu structurant : l'épuisement des ressources fossiles, la perte de biodiversité ou l'aggravation des pénuries d'eau, qui sont des enjeux distincts, peuvent néanmoins être analysés au moins partiellement au travers du prisme du changement climatique.

#### **a) Le changement climatique**

Le changement climatique désigne un phénomène de variation significative des caractéristiques du climat (son état moyen, sa variabilité) sur une période prolongée (quelques décennies au moins). Depuis le début de l'ère industrielle (milieu du XIX<sup>e</sup> siècle), il y a eu changement climatique – plus précisément réchauffement climatique puisque la température moyenne à la surface du globe a augmenté de 0,7°C – avec une nette accélération depuis un demi siècle (+0,1°C par décennie). Ce réchauffement peut s'expliquer en grande partie par l'effet de serre : l'augmentation de la concentration de gaz à effet de serre (six gaz parmi lesquels le dioxyde de carbone et le méthane) dans l'atmosphère tend à limiter le rayonnement infrarouge vers l'espace, ce qui entraîne une augmentation de température. Or, la concentration de GES a fortement augmenté et cette augmentation s'accélère : **le dernier rapport du GIEC<sup>1</sup> attribue ce phénomène essentiellement aux activités humaines.**

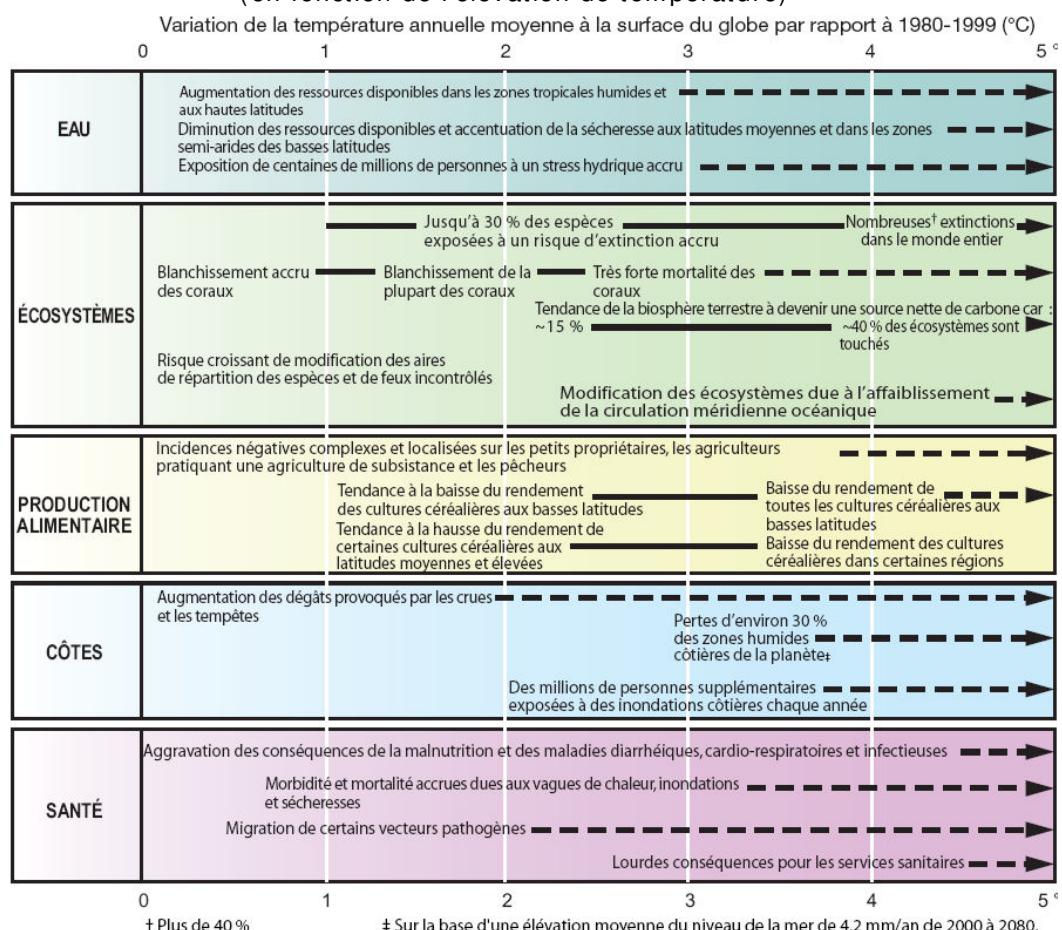
---

<sup>1</sup> Crée en 1988, sous l'égide du programme des Nations Unies pour l'environnement et de l'Organisation météorologique mondiale, le groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat a pour mission de

**Le réchauffement climatique s'accompagne d'impacts physiques sensibles** : élévation du niveau de la mer (+ 15 centimètres depuis le début du XX<sup>e</sup> siècle), fonte des glaciers et de la banquise (depuis 1978, l'étendue de la banquise arctique a diminué d'environ 3% par an en moyenne), **modification du régime des pluies et augmentation des surfaces affectées par la sécheresse**, augmentation de la fréquence des vagues de chaleur, précocité des événements printaniers, augmentation de la fréquence des événements climatiques extrêmes (cyclones tropicaux intenses dans l'Atlantique Nord), **impacts sur la biodiversité et sur certains écosystèmes** tels que les massifs coralliens...

L'augmentation de la concentration des gaz à effet de serre entraîne une augmentation de la température avec un décalage d'environ 40 ans. Du fait de l'inertie du système climatique, et au vu de l'augmentation récente de la concentration des gaz à effet de serre, **la poursuite du réchauffement climatique apparaît inéluctable au cours des prochaines décennies (d'ici 2050)**. Or, les **dommages** augmentent fortement à mesure que le réchauffement climatique s'accentue :

**Tableau 1 : principaux impacts physiques du changement climatique  
(en fonction de l'élévation de température)**



Source : GIEC, 2007.

recenser, d'analyser et de publier une synthèse des travaux de recherche sur le climat au niveau mondial. Le quatrième rapport (2007) a rassemblé plus de 500 auteurs principaux et 2000 examinateurs spécialistes.

Mais, si le réchauffement à moyen terme apparaît en grande partie inéluctable, **les mesures prises aujourd’hui sont susceptibles de modifier les évolutions climatiques sur le long terme (au-delà de 2050)**.

Le changement climatique étant essentiellement lié aux activités humaines, il est en effet possible de prendre des mesures pour y faire face. Deux grands types de politiques complémentaires sont envisageables : une politique d’adaptation, qui consiste à prendre les mesures nécessaires pour limiter les impacts du changement climatique ; et une politique d’atténuation, qui correspond aux mesures susceptibles de réduire les émissions de gaz à effet de serre, limitant l’ampleur du changement climatique lui-même.

Comme l’a montré notamment N. Stern<sup>2</sup>, **le coût de l’inaction est probablement très nettement supérieur au coût de l’action** : les dommages causés par le réchauffement climatique seraient 5 à 20 fois supérieurs aux sacrifices que le système économique devrait supporter pour lutter efficacement contre l’effet de serre.

**La plupart des solutions techniques existent à un coût abordable.** Ainsi, suivant une étude de McKinsey<sup>3</sup>, il est possible de réduire significativement les émissions mondiales avec les techniques existantes et pour un coût marginal inférieur à 40€ par tonne de CO2 évitée. Certaines de ces mesures permettent de faire des économies (amélioration de l’isolation, transformation des systèmes d’éclairage, amélioration des performances des véhicules...) ; d’autres ont un coût variable : du plus faible (comme l’augmentation des surfaces forestières) au plus élevé (technologies de captage et de séquestration de CO2), en passant par l’éventail des solutions de technologies propres (éolien, énergie solaire, biomasse, biocarburants ...).

**Néanmoins, le changement climatique étant une externalité<sup>4</sup>, pour que les bonnes mesures soient prises, il faut que les pouvoirs publics donnent les bonnes incitations** – que ce soit à l’aide de réglementations, de subventions ou de taxations, ou encore d’instruments de marché (marchés de droits d’émission). Dans tous les cas, il s’agit d’instaurer – directement ou indirectement – un « prix » pour les gaz à effet de serre (« internaliser l’externalité »).

## b) L’épuisement des ressources fossiles

Depuis la Révolution industrielle, le mode de développement économique repose sur l’exploitation des ressources fossiles, et notamment des ressources pétrolières, qui sont des ressources finies. Or, même si les prévisions en la matière demeurent extrêmement difficiles, **il est probable que nous approchions du moment où la production de pétrole et de gaz devrait commencer à diminuer du fait de l’épuisement des réserves** (« peak oil », « peak gaz »). Le mix énergétique (combinaison des sources d’énergie) va ainsi probablement

<sup>2</sup> Nicholas Stern, *The economics of climate change*, 2006.

<sup>3</sup> Mc Kinsey Global Institute, *The carbon productivity challenge: curbing climate change and sustaining economic growth*, juin 2008.

<sup>4</sup> En théorie économique, le terme d’externalité désigne une situation dans laquelle l’acte de consommation ou de production d’un agent influe négativement/positivement sur la situation économique d’un autre agent, sans que ce dernier ne soit compensé/ait à payer pour les dommages subis/bénéfices retirés.

se modifier profondément au cours des prochaines décennies – entraînant peut-être la fin de l'économie du pétrole.

**L'évolution du mix énergétique aura des impacts importants**, en termes d'appareil industriel ou de spécialisation géographique, avec des gagnants et des perdants. Cette évolution peut être favorable en termes de changement climatique (par exemple si l'exploitation des ressources fossiles diminue au profit d'énergies renouvelables) ou non (accroissement de l'exploitation du charbon, plus émetteur de carbone que le pétrole ou le gaz).

Cette évolution dépendra en grande partie des mesures mises en œuvre – que ce soit dans le cadre de la politique de lutte contre le changement climatique ou dans un autre cadre (politique de relance économique, politique d'indépendance énergétique).

### c) Les pertes de biodiversité

La biodiversité désigne la quantité et la variabilité au sein des organismes vivants d'une même espèce (diversité génétique), d'espèces différentes ou d'écosystèmes différents. Même si la biodiversité est plus difficile à mesurer que la concentration des gaz à effet de serre, il est possible de citer quelques évolutions notables qui indiquent que **la perte de biodiversité est déjà bien réelle aujourd'hui<sup>5</sup>** :

- au cours des 300 dernières années, les forêts mondiales ont vu leur superficie diminuer de 40% ;
- depuis le début du siècle, la planète a perdu environ la moitié de ses zones humides ;
- environ un tiers des récifs coralliens ont été sérieusement endommagés par la pêche, la pollution, les maladies et le blanchiment des coraux ;
- 35% des mangroves ont disparu au cours des deux dernières décennies ;
- le taux d'extinction des espèces causé par l'homme est 1000 fois plus rapide que le taux d'extinction « naturel » relevé dans l'histoire à long terme de la planète.

Or, la biodiversité se trouve à la base de la fourniture de services par les écosystèmes<sup>6</sup> (denrées alimentaires, eau douce, bois, protection contre les risques naturels, régulation du climat, ingrédients pharmaceutiques...). Au cours des 50 dernières années, ce seraient environ 60% des services rendus par les écosystèmes de la planète qui se seraient dégradés, principalement du fait des activités humaines<sup>7</sup>.

**Cette dégradation devrait s'accélérer au cours des prochaines décennies, sous l'effet de la croissance démographique et économique, mais également du changement climatique :**

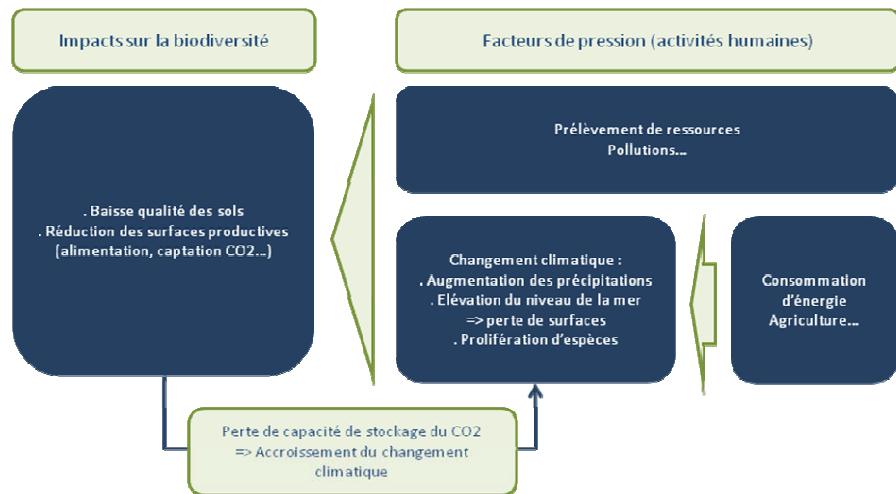
---

<sup>5</sup> Sukhdev Pavan, *L'économie des écosystèmes et de la biodiversité*, Commission européenne, 2008.

<sup>6</sup> Un écosystème désigne l'ensemble dynamique formé par une communauté de plantes, d'animaux et de microorganismes et son environnement non biologique, les deux interagissant comme une même unité fonctionnelle.

<sup>7</sup> Evaluation des écosystèmes pour le millénaire, *Les écosystèmes et le bien-être de l'homme*, 2005.

## Illustration 1 : les interactions entre l'enjeu de la perte de biodiversité et celui du changement climatique



Source : I Care Environnement.

La prise de conscience des enjeux économiques de la biodiversité se traduit par des tentatives pour essayer de mesurer le coût des atteintes à la biodiversité suivant les milieux considérés<sup>8</sup>. Elle s'accompagne également de propositions de mesures – que celles-ci soient d'ordre réglementaire (quotas de pêches, protection des espaces naturels..) ou économiques (subventions, mécanismes de compensation des pertes de biodiversité..) – pour limiter ces atteintes.

### d) Les pénuries d'eau

Les pénuries d'eau, qui touchent aujourd'hui plus de 20% de la population mondiale, ont des impacts sur la santé des personnes (maladies) et les économies locales (modernisation / développement d'infrastructures).

L'enjeu de l'épuisement de la ressource en eau est lié à de nombreux facteurs :

- s'agissant de l'offre, l'eau douce, qui ne représente que 2,5% des ressources mondiales (dont 1% seulement est « accessible » à la consommation, le reste composant les glaciers, le permafrost...) constitue une ressource menacée directement et indirectement par les activités humaines et leurs effets – notamment le changement climatique.
- la demande est en forte croissance, sous l'effet de l'évolution de la population mondiale, des habitudes alimentaires (70% de la ressource en eau est consommée par l'agriculture, dont la production pourrait doubler dans les prochaines années).

À l'heure actuelle, selon le contexte, des mesures appropriées s'avèreront indispensables (lutte contre les gaspillages, traitement des eaux, développement et rénovation des réseaux de distribution...).

<sup>8</sup> Rapport du Centre d'Analyse Stratégique sous la direction de Bernard Chevassus-au-Louis, *Approche économique de la biodiversité et des services liés aux écosystèmes, Contribution à la décision publique*, avril 2009.

## **2) Les impacts des enjeux environnementaux pour un investisseur de long terme**

La combinaison des enjeux environnementaux précédents tend à altérer l'environnement économique d'un investisseur de long terme tel que le FRR : au cours des prochaines décennies, cet investisseur sera confronté à un environnement économique plus incertain, plus contraint et en mutation rapide.

### **a) Un environnement économique plus incertain**

Les enjeux environnementaux décrits précédemment génèrent de l'incertitude :

- le réchauffement climatique s'accompagne d'une **augmentation de la fréquence des événements extrêmes** (tornades, cyclones, inondations, sécheresses..) : par nature difficilement prévisibles, ces événements ont également un impact difficile à évaluer ;
- le **changement climatique, mais également la perte de biodiversité, ne présentent pas des évolutions linéaires** : en raison d'effets de seuil, de phénomènes cumulatifs ou encore de boucles de rétroaction, leurs impacts économiques peuvent rapidement devenir massifs, voire irréversibles ;
- **les impacts des enjeux environnementaux demeurent très dépendants des actions et réactions des agents économiques** (en particulier des pouvoirs publics) – ce qui est une autre source d'incertitude irréductible.

Au total, **les prochaines décennies devraient être caractérisées par une montée générale des risques, notamment économiques, contre lesquels un investisseur de long terme doit essayer de se protéger au mieux.**

### **b) Un environnement économique plus contraint**

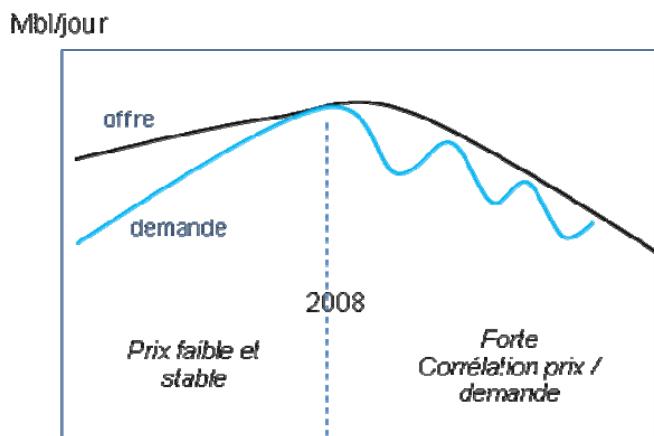
A l'origine des grands enjeux environnementaux de demain se trouve la raréfaction des ressources naturelles. Cette raréfaction sera synonyme d'un environnement économique plus contraint : le prix des ressources non renouvelables augmentera (ou apparaîtra, si la ressource est aujourd'hui gratuite), les revenus disponibles pour l'acquisition d'autres biens diminueront – ce qui pourrait aboutir à un monde caractérisé par une inflation supérieure et une croissance moindre.

Ce raisonnement très général peut être illustré avec les études des impacts économiques du changement climatique. **A moyen terme (avant 2050), les impacts macroéconomiques du changement climatique** (sur la croissance et le régime d'inflation) **devraient rester encore limités** – les dommages ne devenant vraiment significatifs qu'à un horizon plus lointain (2050-2100). **En revanche, les impacts microéconomiques** (sur certaines zones, certains secteurs ou certaines entreprises) **sont déjà réels et devraient s'accentuer**.

Par ailleurs, **l'épuisement des ressources pétrolières devrait générer des prix du pétrole plus élevés et plus volatils – avec un impact potentiel sur le régime**

**d'inflation** : à mesure que l'offre déclinera, la tension sur les prix augmentera, et ce sont les variations de la demande qui seront le principal facteur d'évolution des prix, avec une probabilité plus forte de chocs successifs.

**Illustration 2** : équilibrage possible entre l'offre et la demande de produits pétroliers dans un contexte de peak oil



Source : I Care Environnement.

### c) Un environnement économique en mutation rapide

Les grands enjeux environnementaux se caractérisent par des modifications de plus en plus rapides, et dont le rythme devrait encore s'accélérer à l'avenir. **L'environnement économique devrait donc connaître des mutations plus rapides à l'origine de nouvelles opportunités qu'un investisseur de long terme peut essayer de saisir.**

Le développement de technologies propres (« clean technologies ») telles que les énergies renouvelables (solaire, éolien, biomasse...), l'apparition de produits respectueux de l'environnement (voitures électriques, par exemple), l'amélioration et le renouvellement des infrastructures (notamment dans le secteur de l'eau, du transport...) constituent autant d'opportunités d'investissement.

## **2) Les principaux impacts économiques des problématiques environnementales**

Les modifications de l'environnement économique induites par les problématiques environnementales ne sont pas connues avec précision ; néanmoins, de manière stylisée, quelques grands scénarios climatiques et économiques peuvent permettre de décrire les différentes évolutions plausibles à l'avenir. Cette approche globale doit être complétée avec la prise en compte d'impacts géographiques et sectoriels différenciés.

### **1) La construction de scénarios**

A partir de trois scénarios climatiques typés à très long terme, nous proposons cinq grands scénarios économiques sur un horizon de long terme.

#### **a) Des scénarios climatiques à très long terme...**

Nous privilégions une approche centrée sur l'enjeu structurant que constitue le changement climatique – ce qui nous permet de nous appuyer sur les évaluations chiffrées disponibles. La problématique de l'épuisement des ressources fossiles, qui lui est intimement liée, est également utilisée notamment pour construire la partie inflation. Nous considérons les enjeux biodiversité et eau comme des facteurs de risque supplémentaires, mais nous ne disposons pas d'études chiffrées suffisamment fiables pour les intégrer en tant que tels (au-delà de ce que recouvre déjà le changement climatique).

Sur la base des résultats compilés par le GIEC dans son dernier rapport, nous proposons de retenir **trois grands scénarios climatiques** :

**Tableau 2 : correspondance entre les scénarios du GIEC et les scénarios climatiques retenus**

<b>Scénarios climatiques</b>	Concentration de gaz à effet de serre au niveau de stabilisation (en parties par million)	Variation des émissions mondiales de CO2 en 2050 (par rapport à 2000)	Ecart entre la température moyenne à l'équilibre et la température préindustrielle
<b>Scénario vert</b>	445-490	-85 à -50%	2,0-2,4°C
<b>Scénario médian</b>	490-535	-60 à -30%	2,4-2,8°C
	535-590	-30 à +5%	2,8-3,2°C
	590-710	+10 à +60%	3,2-4,0°C
<b>Scénario haut risque</b>	710-855	+25 à +85%	4,0-4,9°C

Source : GIEC, 2007 et I Care Environnement.

Pour mémoire : la concentration actuelle de gaz à effet de serre (en équivalent CO2) s'élève à 470 ppm et l'écart de température par rapport à la période préindustrielle est de 0,7°C.

Il s'agit de scénarios de très long terme (l'équilibre se situant aux environs de 2100 ou au-delà selon les cas) dont la réalisation dépend des mesures prises aujourd'hui et au cours des prochaines décennies pour lutter contre le changement climatique :

- dans le **scénario médian**, des mesures sont prises pour limiter les émissions de gaz à effet de serre, mais ces mesures demeurent insuffisantes au regard des enjeux puisque la hausse de température attendue est comprise entre 2,5°C et 4°C ; ce scénario, le plus probable, s'inscrit dans la continuité des politiques actuelles (« ni..ni... » : ni complète inaction, ni action complète).
- dans le **scénario haut risque**, l'absence de mesures entraîne un réchauffement climatique catastrophique de plus de 4°C.
- à l'inverse, dans le **scénario vert**, les mesures prises permettent de limiter efficacement le réchauffement climatique puisque la hausse de température attendue est inférieure à 2,5°C.

Ainsi, de manière simple, quelques grands indicateurs peuvent être retenus pour caractériser ces trois scénarios et ainsi servir de « **tableau de bord** » à l'investisseur :

**Tableau 3** : indicateurs du passage d'un scénario à l'autre (au niveau mondial)

Scénario	Investis-sements d'adaptation	Investis-sements d'atténuation	Effet de la régulation des gaz à effet de serre (GES)	Commentaires
<b>Scénario médian</b>	100 Md\$ par an / 0,1% PIB mondial en 2025	500 Md\$ par an / 0,7 % du PIB mondial en 2025	1/3 des émissions de GES couvertes, à 40-50€ la tonne en 2040	- engagements forts à Copenhague de la part de l'UE et des USA - marchés locaux de droits d'émission (pas interconnectés) - programmes d'investissement dans les nouvelles technologies ambitieux : cf. annonces d'Obama, plans de relance « verts »
<b>Scénario haut risque</b>	100 Md\$ par an/ 0,1% PIB mondial en 2025	100 Md\$ par an/ 0,1% PIB mondial en 2025	20% des émissions couvertes, à 15-20€ la tonne	- échec des négociations internationales - stagnation des marchés de droits existants - efforts d'investissement limités en raison de la situation économique et budgétaire
<b>Scénario vert</b>	200 Md\$ par an (=niveau optimal) / 0,3% du PIB mondial en 2025	1 000 Md\$ par an/ 1,4% du PIB mondial en 2025	80% des émissions de GES couvertes, à 100€ la tonne en 2040	- engagements forts à Copenhague et dans les conférences suivantes, avec extension aux grands pays émergents ; - progressivement, mise en place d'un système mondial de droits d'émission - programmes d'investissement dans les nouvelles technologies très ambitieux ; coopération financière avec les émergents

Source : I Care Environnement.

### b) ...Aux scénarios économiques de moyen terme

Les impacts économiques qui intéressent le FRR se situent à l'horizon 2040. Il convient donc de bâtir des scénarios économiques à un horizon d'environ 30 ans correspondant aux grands

scénarios climatiques à long terme décrits précédemment, de manière à répertorier les environnements économiques auxquels le FRR pourra être confronté.

Deux grands types d'impacts économiques doivent alors être pris en compte :

- les impacts économiques directs : il s'agit des dommages causés par le changement climatique. De manière générale, ces dommages sont très variables d'un scénario à l'autre à très long terme, mais ils apparaissent généralement négligeables à l'horizon 2050. Néanmoins, pour tenir compte des incertitudes qui entourent le phénomène du changement climatique, nous proposons de retenir un scénario « haut risque aggravé » dans lequel les impacts directs négatifs sur la croissance équivalents à un choc d'offre se manifestent dès le moyen terme, autrement dit plus rapidement que prévu.
- les impacts économiques indirects : ces impacts sont liés aux mesures éventuellement prises dès aujourd'hui pour faire face au changement climatique (adaptation et atténuation). Ces impacts sont généralement également négatifs car ils correspondent à un coût d'ajustement. Mais, dans certains cas particuliers, ces impacts pourraient s'avérer positifs – ce dont l'un des scénarios (« croissance verte ») tient compte.

Aux trois scénarios climatiques de long terme, nous proposons donc d'associer cinq scénarios économiques sur le moyen terme (sur l'horizon 2040) :

**Tableau 4** : correspondance entre scénarios climatiques et scénarios économiques

Scénario climatique	Scénario économique
Scénario médian	Scénario médian
Scénario haut risque	Scénario fossile prolongé
	Scénario changement climatique plus rapide
Scénario vert	Scénario contrainte verte
	Scénario croissance verte

Plus précisément, sur le plan économique :

- **le scénario médian** : défini à partir du scénario climatique médian, il constitue le point de référence par rapport auxquels sont décrits les quatre autres scénarios (scénario économique central). Dans ce scénario de base, la croissance est supposée proche de son potentiel tandis que l'inflation est positive, mais modérée.
- **le scénario fossile prolongé** : de facto, ce scénario correspond à un **scénario de chocs pétroliers**. En effet, les effets directs du changement climatique sont négligeables à l'horizon 2040, les effets indirects également (puisque par hypothèse aucune mesure n'est prise) ; en revanche, faute de mesures de lutte contre le changement climatique, l'épuisement des ressources fossiles est plus rapide que dans le scénario médian ce qui provoque un excès d'inflation et un déficit de croissance du fait de l'augmentation du prix des matières premières énergétiques.
- **le scénario changement climatique plus rapide** est une variante du scénario précédent qui permet de tenir compte des incertitudes qui entourent le changement climatique. Il s'agit encore d'un **scénario de chocs d'offre négatifs** – en raison des impacts directs significatifs du changement climatique dès le moyen terme (destruction de capital à la suite des événements extrêmes, diminution de la productivité agricole liée à des sécheresses plus fréquentes, diminution de la productivité du travail en raison de la multiplication des pandémies...). Dans ce scénario, la croissance est plus faible que dans le scénario médian – ce

qui atténue l'effet lié à l'épuisement des ressources naturelles (ralentissement de la demande de produits pétroliers liée à une moindre croissance économique). L'inflation est seulement légèrement plus élevée que dans le scénario médian (effet des chocs d'offre négatifs répétés sur les prix relatifs et in fine sur le niveau général des prix) car l'inflation d'origine pétrolière est limitée.

- **le scénario de contrainte verte** correspond également à un **scénario de chocs d'offre, mais très légèrement négatifs** – cependant contrairement au scénario précédent, le choc ne provient pas des dommages directs du changement climatique (négligeables à cet horizon) mais des impacts indirects liés aux mesures prises pour s'adapter et lutter contre le changement climatique. Les efforts d'investissement qui produiront des effets positifs en termes de réchauffement climatique au-delà de 2050 ont un effet très légèrement négatif sur la croissance à moyen terme (effet d'éviction d'autres dépenses plus productives à court terme). Dans ce scénario, l'évolution du mix énergétique liée aux mesures prises permet de résoudre la question de l'épuisement des ressources fossiles – ce qui se traduit par une modération des prix du pétrole et ainsi par une inflation maîtrisée, comme dans le scénario central.
- enfin, **le scénario de croissance verte**, variante du précédent, permet de rendre compte du fait que les mesures de lutte contre le changement climatique pourraient s'avérer positives pour la croissance (économies liées à de moindres gaspillages, augmentation de la productivité consécutive à un effort accru d'investissement, impact positif sur le progrès technique général d'une augmentation de la recherche-développement dans le domaine environnemental, avènement d'un mode de régulation plus efficace...). Il s'agit dans ce cas d'un **choc d'offre positif**.

**Tableau 5 : principales variables économiques dans les différents scénarios**

<i>Ecart de croissance annuelle par rapport au scénario médian (2009-2040)</i>	<b>Croissance</b>	<b>Inflation</b>	<b>Prix du pétrole</b>
Scénario fossile prolongé	-0,5%	+ 1,0%	+ 4,0%
Scénario changement climatique plus rapide	-0,5%	+ 0,25%	-1,0%
Scénario contrainte verte	-0,1%	0%	-2,0%
Scénario croissance verte	+ 0,5%	0%	-2,0%

Les scénarios économiques obtenus permettent de décrire différents « états de la nature » envisageables à l'horizon 2040 et ainsi de donner une grille de lecture simple des grands impacts économiques possibles du changement climatique. Mais cette analyse macroéconomique ne doit pas masquer les impacts différenciés – en termes géographiques et sectoriels – que peuvent avoir les problématiques environnementales (cf. paragraphe suivant). Par ailleurs, prolongés par une analyse financière, ces scénarios économiques peuvent également servir à alimenter directement le modèle d'allocation stratégique (cf. infra, partie 2-2).

## **2) La prise en compte d'impacts géographiques et sectoriels**

Au-delà des impacts macroéconomiques, les problématiques environnementales ont également des impacts différenciés selon les zones géographiques et selon les secteurs économiques.

### **a) Impacts géographiques**

Dans le cas des scénarios défavorables, **les pays en voie de développement** sont davantage exposés au risque environnemental et disposent de moins de moyens pour y faire face : ainsi, pour le changement climatique, Stern estime que la perte de PIB par habitant peut être 4 fois plus importante pour ces pays à l'horizon 2050 ; en matière de biodiversité, la majorité des « points chauds » se trouvent dans les pays en voie de développement et l'impact de la dégradation des écosystèmes affecte davantage le « PIB des pauvres » (pêche, cueillette, sylviculture informelle...) qui y représente une part plus importante du PIB. De manière corollaire, dans le cas des scénarios favorables, une politique efficace en matière environnementale suppose une forte augmentation des investissements en particulier dans ces pays.

Les impacts géographiques des enjeux environnementaux sont toutefois en pratique sans doute plus complexes : l'épuisement de certaines ressources naturelles favorise les pays exportateurs ; les pénuries d'eau et les pertes de biodiversité demeurent des enjeux très localisés.

### **b) Impacts sectoriels**

Pour définir les impacts sectoriels, une approche en termes de risques et d'opportunité s'avère nécessaire.

Sous l'angle des risques, KPMG, par exemple, propose une classification des secteurs d'activité – de « secteurs refuges » (télécommunications, alimentaire et produits chimiques) à « secteurs à risque » (transport, tourisme, industrie pétrolière) – suivant leur degré d'exposition et leur degré de préparation face à quatre grands types de risques liés au changement climatique (risque physique, risque réglementaire, risque de réputation affectant le chiffre d'affaires et risque juridique). Suivant une logique un peu différente, certains courtiers, par exemple, évaluent l'exposition des différents secteurs à une augmentation du coût du carbone lié au renforcement de la contrainte exercée sur les émissions.

Sous l'angle des opportunités, il est possible d'évaluer la répartition entre les différents secteurs des montants considérables d'investissement d'adaptation et d'atténuation nécessaires ou prévus dans le cadre des plans gouvernementaux.

### **3) Des pistes pour une prise en compte dans la politique d'investissement**

Une fois identifiés les impacts économiques possibles des principaux enjeux environnementaux, se pose la question de la manière de les prendre en compte : ces impacts doivent-ils modifier l'allocation entre grandes classes d'actifs, l'allocation au sein de ces classes ou encore le choix des valeurs retenues ?

#### **1) Une typologie des pratiques existantes**

Le tableau suivant fait la synthèse des pistes explorées par quelques-uns des homologues du FRR et permet de dresser une typologie sommaire des pratiques existantes :

**Tableau 6 : la prise en compte des enjeux environnementaux par quelques grands fonds étrangers**

Fonds	Allocation stratégique	Exposition thématique	Sélection de valeurs	Autres
<b>APG</b> (Pays-Bas)	Fonds carbone Forêts et Terres agricoles	Fonds clean tech (Capital Investissement, infrastructures) Fonds thématique actions	Intégration de critères environnementaux dans la gestion (ISR)	
<b>Calpers</b> (Etats-Unis)	Fonds forêts	Fonds clean tech Fonds immobilier		
<b>USS</b> (Grande Bretagne)		Fonds clean tech (Capital Investissement, infrastructures)	Eventuellement, empreinte carbone	
<b>Fonds de l'agence de l'environnement</b> (Grande Bretagne)		Fonds thématique non coté Fonds immobilier (réhabilitation)		« Overlay environnemental » Mise en commun au niveau des gérants d'informations environnementales (études, performance carbone, reporting)

Les pratiques sont variées – même si l'approche thématique ou sectorielle apparaît prépondérante – et elles semblent généralement complémentaires ; mais cette complémentarité est sans doute davantage en pratique le résultat de décisions ponctuelles successives que d'une approche d'ensemble (sauf en ce qui concerne le Fonds de l'agence de l'environnement britannique).

## 2) La prise en compte au niveau des grandes classes d'actifs (allocation stratégique)

Pour prendre en compte l'environnement au niveau de l'allocation de long terme entre grandes classes d'actifs, il est possible de raisonner d'abord à types d'actifs donnés sur les possibles déformations de l'allocation entre ces actifs, avant d'envisager l'introduction éventuelle d'actifs environnementaux.

### a) Prise en compte à actifs donnés

Aux différents scénarios économiques présentés dans la partie 2-1 peuvent être associés des scénarios financiers, qui eux-mêmes permettent de modifier les hypothèses de rendement/risque des classes d'actifs qui alimentent le modèle d'allocation stratégique. Le présent document de travail propose ainsi de prolonger de manière originale les analyses existantes aujourd'hui en termes de changement climatique en leur ajoutant une réelle dimension financière.

De manière simple, l'impact sur les classes d'actifs peut être apprécié à l'aide de relations de long terme entre variables économiques et variables financières :

- **actions** : sur le long terme, il est communément admis que le rendement des actions est égal à la croissance des bénéfices (qui peut être assimilée à la croissance de l'économie) augmenté du *dividend yield*. Ainsi, les actions sont pénalisées dans les trois scénarios où l'impact sur la croissance est négatif (scénario fossile prolongé, changement climatique plus rapide et contrainte verte), et inversement pour le scénario de croissance verte. Par ailleurs, l'évolution des prix entre aujourd'hui et demain tient également compte du niveau d'incertitude : une révision à la hausse de ce niveau rend les actifs risqués moins attractifs (ce raisonnement s'étend à l'**immobilier**) et entraîne une baisse de leur valorisation, et donc de leur rendement (si l'on suppose qu'en fin de période, le niveau de risque est supérieur à ce qu'il était en début de période). Cet effet est particulièrement marqué dans le scénario fossile prolongé – caractérisé par une augmentation générale du risque.

- **obligations** : le taux de rendement des obligations (intérêt réel de long terme) dépend à la fois de la croissance économique (de manière positive) et du degré d'incertitude macroéconomique (l'incertitude augmente la prime de risque demandée pour des investissements de long terme). Les effets de la croissance l'emportent dans les scénarios verts (impact négatif dans le scénario contrainte verte et positif dans le scénario croissance verte) et dans le scénario changement climatique plus rapide (impact négatif) ; dans le cas du scénario fossile prolongé, l'effet négatif de la croissance est compensé par un effet positif lié à un accroissement de l'incertitude sur la croissance et l'inflation.

- **matières premières** : sur le long terme, il est supposé que l'évolution du prix des matières première est déterminée par l'évolution des coûts de production et par les taux d'intérêt (théorème d'Hotteling : l'augmentation de la rente de rareté d'une ressource rare est donnée par le taux d'intérêt et égalise ainsi l'arbitrage inter-temporel entre consommation

présente et future)<sup>9</sup>. Du fait du mode d'investissement particulier sur cette classe d'actif, il est également supposé l'existence d'une prime de risque particulière qui vient rétribuer l'investissement via les futures et que viendrait capter le FRR : le *convenience yield* rémunère celui qui par l'achat d'un future, assure le producteur de la vente d'une partie de sa production au prix de la transaction.

- enfin, en termes de **volatilité**, en l'absence de consensus quantitatifs et de par la nécessité d'une approche simplifiée, un facteur multiplicatif est appliqué aux volatilités retenues dans le scénario médian. La volatilité est plus forte dans les scénarios défavorables – et en particulier dans le scénario fossile prolongé, le scénario changement climatique plus rapide bénéficiant de l'effet d'un prix du pétrole moins volatil ; à l'inverse, dans les scénarios verts, dans lesquelles les évolutions sont mieux maîtrisées (notamment grâce à l'adaptation du mix énergétique aux nouvelles contraintes), la volatilité est globalement plus faible que dans le scénario médian.

**Tableau 7** : principales variables financières dans les différents scénarios

Horizon : 2040

Rendement réel (écart de croissance annuelle rapport au scénario médian)	Actions	Obligations	Matières premières
Scénario fossile prolongé	-1,75%	0%	+ 3,0%
Scénario changement climatique plus rapide	-0,55%	-0,5%	-1,25%
Scénario contrainte verte	-0,3%	-0,1%	-2,0%
Scénario croissance verte	+ 0,3%	+ 0,25%	-2,0%
Volatilité (facteur multiplicatif par rapport au scénario médian)	Actions	Obligations	Matières premières
Scénario fossile prolongé	1,2	1,2	1,2
Scénario changement climatique plus rapide	1,1	1,1	1,1
Scénario contrainte verte	0,9	0,9	0,9
Scénario croissance verte	0,9	0,9	0,9

A partir de ces scénarios financiers, deux types de résultats en termes d'allocation stratégique sont générés. **Premièrement** nous présentons les frontières efficientes<sup>10</sup> dans les cas où **les différents scénarios se réalisent entièrement**. A chaque scénario correspond donc une frontière efficiente construite sur la base des hypothèses financières caractérisant ce scénario, et éventuellement, très différente de la frontière efficiente du scénario central. **Deuxièmement**, nous adoptons **une approche en « stress-test »** : nous construisons une allocation stratégique prenant en compte un certain pourcentage des cas les plus défavorables. Pour chaque actif nous générerons donc une distribution composite à partir de la distribution médiane, en ajoutant des cas défavorables. Cette méthode nous permet *in fine*, de tracer une frontière efficiente prenant en compte un risque non nul d'occurrence des scénarios défavorables.

<sup>9</sup> Compte tenu des caractéristiques de cette classe d'actifs dans l'allocation du FRR (prédominance des matières premières fossiles dans l'indice retenu).

<sup>10</sup> Ensemble des portefeuilles qui présentent la meilleure rentabilité pour un niveau de risqué donné.

Le modèle utilisé est un modèle d'optimisation rendement-risque sur le long terme. Pour chaque portefeuille (défini par sa composition), nous traçons un grand nombre de trajectoires aléatoires à partir desquelles nous estimons, à la fin de la période d'investissement, les critères de rendement (Valeur réelle finale) et de risque (CVaR). Rappelons que d'une période sur l'autre le portefeuille est régi par la loi d'évolution suivante :

$$\begin{aligned} \text{Si } V_{t-1} > 0, \quad V_t &= (1+r_t) \cdot V_{t-1} + \text{Abondement} - \text{Décaissement} \\ \text{Si } V_{t-1} < 0, \quad V_t &= (1+i) \cdot V_{t-1} + \text{Abondement} - \text{Décaissement} \end{aligned}$$

Avec  $r$ , le rendement du portefeuille et  $i$ , le taux sans risque. Si la valeur du fond devient négative, alors le FRR est supposé s'endetter afin de faire face aux décaissements programmés.

A titre d'illustration, sur la base d'un portefeuille diversifié donné composé d'actions (45%), d'obligations (35%), indexées et non indexées, d'immobilier (10%) et de matières premières (10%), la prise en compte des impacts environnementaux sur les grandes variables financières décrites précédemment aboutit aux résultats suivants :

**Tableau 8** : variations de l'allocation stratégique en fonction des différents scénarios

	<i>Ecart au portefeuille de référence (à niveau de risque donné (CVaR=0)), en points de pourcentage (pp)</i>			
	<b>Actions</b>	<b>Obligations (dont indexées)</b>	<b>Matières premières</b>	<b>Immobilier</b>
Scénario fossile prolongé	-33	+38	Niveau maximum	-6
Scénario changement climatique plus rapide	-20	+24	-2	-2
Scénario contrainte verte	+5	-3	-2	0
Scénario croissance verte	+21	-14	-7	-1

Les principales conclusions, qu'il convient d'interpréter avec beaucoup de précaution, sont les suivantes :

- les **scénarios fossile prolongé et changement climatique plus rapide** se caractérisent par une baisse de la part actions, en particulier dans le scénario « fossile prolongé » où elle est réduite de plus de 30 points de pourcentage (pp) par rapport au scénario central. A mesure que la part actions diminue, la part des placements obligataires augmente, jusqu'à +38 pp rapport au scénario central. Les matières premières saturent leur contrainte (allocation maximale de 10% du portefeuille de marché dans le scénario fossile prolongé) alors que l'immobilier voit sa part diminuer.
- les **scénarios verts**, quant à eux, se caractérisent par une part actions qui augmente, jusqu'à +20pp. Cette augmentation se fait en partie au détriment des obligations puisque leur part diminue jusqu'à environ -14pp mais également des matières premières, qui sont clairement défavorisées dans ces scénarios.

**Au total, les scénarios verts favorisent les actions et, secondairement, l'immobilier au détriment des matières premières et des obligations. Les scénarios fossile prolongé et changement climatique plus rapide défavorisent les actifs risqués, sauf les matières premières du fait d'un rendement espéré en hausse dans le scénario fossile prolongé.**

De manière complémentaire à l'approche variantielle présentée précédemment, il est possible également de **tester la robustesse de l'allocation par rapport aux risques environnementaux** – que résument les scénarios défavorables (fossile prolongé et changement climatique plus rapide) dans l'« approche stress test ». Dans ce cadre, nous attribuons une probabilité d'occurrence de 10% à chacun des scénarios défavorables. De cette manière, le poids du scénario central reste largement majoritaire (80%).

Les résultats montrent que **(a)** la prise en compte des scénarios défavorables dégrade la frontière efficiente et **(b)** la composition du portefeuille se déforme en faveur des actifs moins risqués.

- a.** La prise en compte des changements climatiques dégrade globalement la frontière efficiente : certains couples rendement/risque parmi les plus performants ne sont plus accessibles.
- b.** La composition du portefeuille se modifie : la part des actifs risqués (action, immobilier et matière première) diminue de 6pp tandis que la part obligataire augmente de 6pp.

**Tableau 9** : variation de l'allocation stratégique dans le cas des scénarios défavorables

	Ecart au portefeuille de référence (à niveau de risque donné (CVaR=0)), en points de pourcentage (pp)			
	Actions	Obligations (dont indexées)	Matières premières	Immobilier
Scénario avec stress tests	-5	+6	-0,5	-0,5

N.B. : ce tableau donne les écarts à l'allocation suivante : actions = 45% ; immobilier = matières premières = 10% ; obligations = 24% ; OATi = 11%.

**Au total, la dégradation de la frontière efficiente et l'augmentation du niveau de risque tend à déformer la composition du portefeuille vers les actifs les moins risqués (OAT et surtout OATi) au détriment des actifs risqués (actions et, dans une moindre mesure, immobilier et matières premières).**

## **b) Introduction d'actifs environnementaux**

Par actifs environnementaux, nous entendons des actifs qui, par nature, sont liés aux enjeux environnementaux que nous avons retenus : forêts, carbone, foncier, terres agricoles, dérivés climatiques... Nous examinons plus précisément les caractéristiques des forêts et du carbone.

- Les forêts<sup>11</sup>

Les forêts constituent un marché très ancien sur lequel sont présents des investisseurs institutionnels tels que les compagnies d'assurances et les grands fonds de pensions. Si le marché est potentiellement large (3 millions d'hectares en France pour les forêts de plus de 50 hectares, 3 milliards d'hectares de surface totale dans le monde), il s'avère relativement **peu liquide** (en 2007, les transactions en France ont porté sur 1 Md€, soit environ 7% de la valeur du stock).

**La source première du rendement de cet actif est biologique** : la pousse des arbres assure une production qui croît avec le temps, non seulement en volume mais également en valeur (montée de gamme pour l'utilisation à mesure que l'arbre grandit : du chauffage au mobilier ou à la construction). Les prix du bois connaissent des cycles, en grande partie liée à la construction immobilière (70% des ventes en valeur), mais ces cycles peuvent être lissés avec un portefeuille de forêts diversifiées et avec une stratégie de coupe adaptée. **Des événements exceptionnels – dont la fréquence pourrait augmenter en lien avec le changement climatique** (tempêtes, sécheresses) – peuvent remettre en cause une partie de ce rendement, même si une diversification du portefeuille de forêts (essences, localisation, âges...) permet théoriquement de limiter l'impact de ces catastrophes. **Le rendement de la forêt provient également de la valorisation du foncier** (y compris la possibilité de conversion éventuelle à d'autres usages plus rentables). **Enfin, le rendement de la forêt peut provenir d'autres usages et notamment d'usages « environnementaux »** qui pourraient se développer au cours des prochaines décennies : les forêts sont des puits de carbone, qui pourraient à terme dégager des crédits carbone (elles sont déjà utilisées dans des mécanismes de compensation volontaire, mais elles ne permettent pas aujourd'hui de générer des crédits échangeables sur le marché européen) ; par ailleurs, les forêts peuvent permettre de lutter contre la perte de biodiversité, ce qui pourra également trouver une valorisation (par exemple, comme c'est déjà le cas avec les compensations de pertes de biodiversité causées par les aménageurs).

Au total, **la forêt est un actif à rendement faible, assez peu volatil et relativement dé-corrélé des autres actifs** :

---

<sup>11</sup> F. C. Zinkhan, G. H. Mason, T. J. Ebner, W. R. Sizemore, *Timberland investments : a portfolio perspective*, 1992.

**Tableau 10 : principales caractéristiques de l'actif forêts**

Rendement	Risque	Dé-corrélation au sein d'un portefeuille diversifié
<ul style="list-style-type: none"> <li>* Croissance biologique (volume et valeur).</li> <li>* Prix du bois fortement dépendant de l'activité immobilière et du prix du foncier.</li> <li>* Sources diverses, en partie liées à des considérations environnementales.</li> <li>=&gt; Rendement faible (2-3%/an), peut-être plus élevé aujourd'hui car position bas de cycle et nouvelles sources de valorisation.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Illiquidité (peu de transactions sur le marché), qui justifie un investissement à long terme.</li> <li>* Risques physiques (incendies, tempêtes, canicule...). Mais diversification au sein de l'actif possible pour limiter ces risques.</li> <li>* Risques liés aux variations du prix du bois. Mais possibilité de jouer sur le moment de la coupe.</li> <li>=&gt; Volatilité faible. Risque de perte en capital croissant avec le changement climatique (augmentation de la fréquence des événements extrêmes), mais qui peut être limité via une diversification suffisante.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Faiblement corrélé aux actions et obligations ; rendement biologique dé-corrélé du rendement économique.</li> <li>* Corrélé en partie avec l'immobilier.</li> </ul>

- Le carbone

La mise en place d'un marché de droits d'émissions (marché de quotas, marché de droits à polluer) est l'une des mesures incitatives que la puissance publique peut employer pour que les externalités environnementales soient mieux prises en compte par les acteurs économiques : la puissance publique fixe, pour une période donnée, un montant global d'émissions à ne pas dépasser et répartit ce montant entre les acteurs couverts par le mécanisme ; au cours de la période, ces acteurs peuvent échanger leurs droits – créant ainsi un marché pour ces droits. C'est un tel système que l'Union européenne a mis en place depuis 2005.

Le **protocole de Kyoto** qui fixe un objectif de réduction des émissions de gaz à effet de serre (-5% par rapport au niveau de 1990 pour les pays industriels entre 2008 et 2012, dont -8% pour l'UE15) prévoit que les Etats pourront utiliser des mécanismes de flexibilité – des permis d'émission – pour atteindre leurs objectifs. **C'est dans ce cadre que l'UE a mis en place un marché de quotas (les permis d'émission européens - EUA, European Unit Allowances)**, couvrant les secteurs industriels fortement émetteurs, soit environ 11 500 installations représentant 45% des émissions de la zone sur la période 2005-2007 (phase I)<sup>12</sup>. Aux droits attribués aux entreprises s'ajoutent – dans des limites déterminées – des droits générés par deux autres mécanismes de flexibilité prévus par Kyoto : par ces mécanismes, il s'agit de générer des droits d'émission échangeables à travers le financement et la réalisation d'un

<sup>12</sup> Le marché de permis ne couvre pas notamment les émissions diffuses liées au transport ou au logement.

projet permettant de réduire les émissions de gaz à effet de serre, respectivement dans un pays en voie de développement (mécanisme de développement propre, MDP) ou dans un autre pays soumis à un objectif de réduction (mise en œuvre conjointe, MOC).

Après la première phase d'expérimentation, les plafonds d'émission sont progressivement abaissés : -10% en moyenne par rapport à 2005 sur la phase II (2008-2012) et au moins -21% d'ici 2020. Dans son plan national d'allocation, qui reprend le plafond d'émission qui lui est alloué, chaque Etat distribue des permis aux différents secteurs et aux installations couverts (de manière gratuite ou via des mécanismes d'enchères, notamment sur la période 2013-2020). Il tient ensuite un registre avec, par installation, les permis alloués, les émissions vérifiées et les permis restitués (à l'issue de chaque année) et la trace de tous les transferts physiques (achats/ventes).

**Sur les premières années de fonctionnement** – et en dépit d'un plafond peu restrictif lors de la phase d'expérimentation – **le marché européen du carbone a fonctionné correctement et a permis de réduire les émissions de gaz à effet de serre.** Il s'agit donc d'un instrument efficace dans la lutte contre le changement climatique. L'exemple européen a été suivi par d'autres pays (Australie, Nouvelle-Zélande, Japon) et pourraient également l'être par les Etats-Unis – ces différents marchés régionaux pouvant in fine peut-être donner naissance à un marché mondial unifié.

Le cadre institutionnel précédent a permis le **développement d'un marché du carbone européen, profond et bien structuré.** En volume, ce marché est passé de 262 Mt CO<sub>2</sub> en 2005 à 1500 Mt CO<sub>2</sub> en 2007. C'est le premier marché mondial du carbone puisque les permis échangés au niveau de l'UE représentent environ 80% de la valeur du marché mondial.

Sur ce marché interviennent des entreprises (en particulier du secteur de l'énergie qui représente 70% des permis attribués) et des intervenants financiers classiques (brokers, traders, prestataires divers). Le marché de gré-à-gré représente 70% des transactions, mais il existe également un marché organisé avec une chambre de compensation. Il y a à la fois des transactions « spot »/au comptant (avec livraison des droits sous 24 ou 48 heures) et des contrats dérivés (essentiellement des futures/forwards et de manière secondaire des options et des swaps) qui permettent aux acteurs de se couvrir contre les risques liés aux fluctuations de prix, ou de les transférer à d'autres acteurs. Les contrats portent sur les EUA, mais également sur les CER (Certified emission reduction, générés par les mécanismes de développement propre). Les transactions de quotas européens se font très majoritairement à terme, la part du marché au comptant représentant un peu moins de 10% des transactions totales du marché européen.

En France, le marché organisé pour les droits d'émission est BlueNext (détenu par NYSE Euronext et la Caisse des Dépôts) qui est le leader européen en matière de contrats au comptant ; le marché britannique – European Climate Exchange (ECX) –, qui est le marché le plus actif et le plus liquide, est quant à lui spécialisé dans les contrats dérivés (futures, options en particulier).

**L'achat direct de crédits carbone est possible mais les investisseurs utilisent plus couramment des fonds carbone.** Ces fonds sont des véhicules d'investissement qui regroupent des capitaux en vue de l'achat d'actifs carbone sur le marché primaire ; ils

exploitent principalement les mécanismes de flexibilité mis en place par le protocole de Kyoto pour s'approvisionner en actifs carbone (financement de projets de réduction d'émissions)<sup>13</sup>. Initialement créés au début des années 2000 par des acteurs publics (Banque Mondiale), depuis 2005 le marché s'est très largement développé avec l'arrivée d'investisseurs institutionnels et privés ayant un objectif d'investissement financier (« plus-value » liée à la vente des crédits générés par les projets à un prix supérieur à leur coût de « production ») et non un objectif de conformité (utilisation des crédits générés pour respecter un plafond d'émission – à coût moindre que par l'achat de crédits EUA).

Les fonds sont essentiellement des fonds CDM (Clean Development Mechanisms, pour Mécanismes de développement propre) primaires : ils financent des projets dans les pays en voie de développement (la Chine notamment) qui génèrent des permis d'émission qui peuvent ensuite être revendus. Il existe également des fonds secondaires qui permettent à des investisseurs d'acheter des crédits certifiés (le risque lié au financement de projet disparaît alors, mais le rendement attendu diminue également). Dans les deux cas, l'intervention d'investisseurs institutionnels tendrait à contribuer à l'émergence d'un signal-prix carbone plus efficace.

Dans la littérature, les permis sont **généralement classés parmi les matières premières**, mais des matières premières aux caractéristiques spécifiques (notamment une offre d'origine administrative, en quantité limitée, pour une durée de validité également limitée...).

Du côté de l'offre, le prix du carbone dépend, en effet, de la **contrainte réglementaire** : par exemple, à la fin de la phase I, les prix se sont effondrés en raison d'un plafonnement insuffisamment restrictif (et de l'impossibilité de transférer les droits sur la phase suivante). Au-delà de ce déterminant structurel, différents facteurs jouent également du côté de la demande : tout d'abord, plus la **croissance économique** est forte, plus la demande de permis, et donc les prix, augmentent. **Les prix des combustibles fossiles (gaz, charbon)** jouent également un rôle important dans l'évolution du prix des droits d'émission : de manière simplifiée, l'augmentation du prix de l'énergie entraîne le passage d'une production d'électricité à partir du gaz à une production charbon, ce qui a pour conséquence une augmentation de la demande de permis (le charbon étant plus émetteur) et donc du prix des droits d'émission. Enfin, **les températures** et, en particulier, les variations non anticipées de température (pendant les hivers froids), constituent un facteur explicatif du prix du carbone.

Le recul manque encore, mais le carbone apparaît comme **un actif très volatil, relativement corrélé aux matières premières** :

---

<sup>13</sup> Ian Thomas Cochran, Benoît Leguet, *Fonds d'investissement CO2 : l'essor des capitaux privés*, novembre 2007.

**Tableau 11 : principales caractéristiques de l'actif carbone**

Rendement	Risque	Pouvoir de dé-corrélation au sein d'un portefeuille diversifié
<ul style="list-style-type: none"> <li>* Cadre réglementaire (plafonds d'émission par période) et montant des crédits CER du côté de l'offre</li> <li>* Croissance économique, évolution du prix des combustibles fossiles et conditions météorologiques du côté de la demande.</li> <li>=&gt; Peu d'historique ; 7% sur les premiers mois de la phase 2.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Risque réglementaire. Mais cadre général donné par le Paquet Climat-Energie (au moins -21% d'ici 2020).</li> <li>* Risque de projet (pour les crédits CER primaires issus des mécanismes de développement propres).</li> <li>=&gt; Peu d'historique ; volatilité forte (50% sur la phase 2).</li> </ul>	Corrélation sensible avec les prix des combustibles fossiles à court terme.

### 3) La prise en compte au sein des grandes classes d'actifs

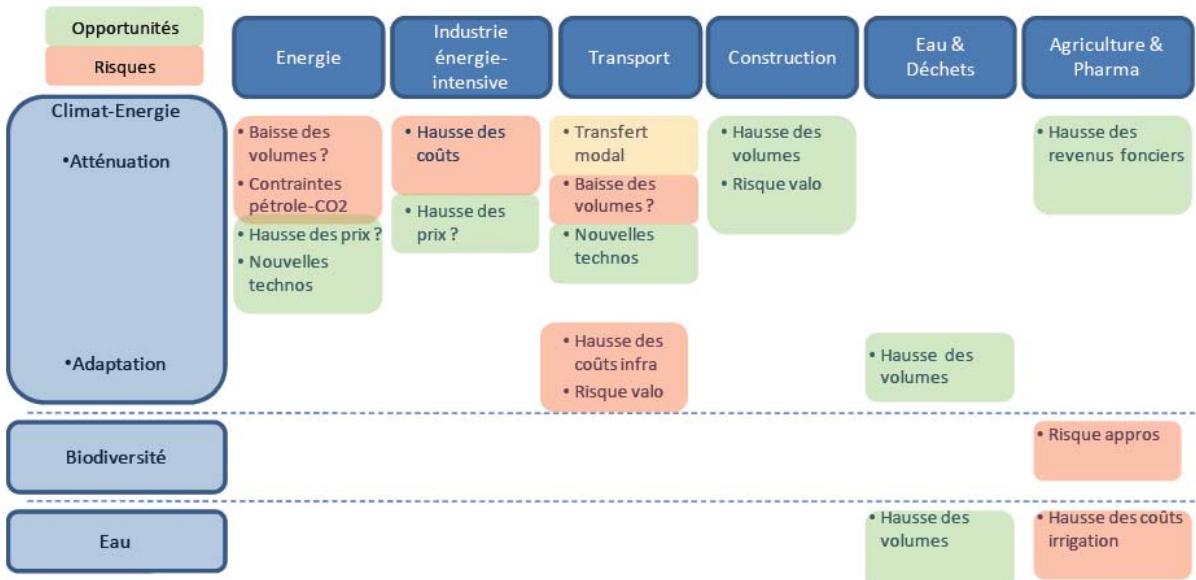
Un investisseur qui souhaite prendre en compte les problématiques environnementales au sein d'une allocation stratégique donnée doit disposer d'une grille d'analyse qui puisse s'appliquer aux différentes classes d'actifs.

#### a) Une grille d'analyse

Les impacts des problématiques environnementales sur l'économie se retrouvent principalement sur deux dimensions – les dynamiques intersectorielles et le développement de nouvelles technologies – qui doivent faire l'objet d'approches spécifiques par un investisseur.

Sur la première dimension, une synthèse de travaux sur les impacts sectoriels (risques/opportunités) permet d'établir une cartographie qui illustre l'impact des problématiques retenues sur la dynamique des secteurs et qui offre ainsi une première grille d'analyse pour l'investisseur :

**Illustration 3 : panorama des risques et opportunités par secteur**



Source : I Care Environnement

Sur la seconde dimension, si les nouvelles technologies environnementales (« Clean Tech ») présentent de nombreuses opportunités d'investissement, il est nécessaire d'évaluer les également avec précision les risques et opportunités qu'elles comportent, notamment à l'aide des critères suivants :

- **la pérennité environnementale** : une technologie environnementale présente elle-même des impacts environnementaux qu'il est nécessaire d'évaluer. Il est fréquent que dans une première phase, les avantages environnementaux soit surévalués et les « effets secondaires » sous-évalués. En conséquence, il apparaît prudent de recourir à des méthodologies environnementales rigoureuses (basées sur les principes d'analyse de cycle de vie) pour éviter des investissements dans des technologies qui se révèlent à moyen terme décevantes sur le plan environnemental (par exemple, le bioéthanol européen).
- **la relation énergétique** : les technologies d'énergie propre ou d'efficacité énergétique ont une rentabilité économique qui est directement liée aux économies d'énergie ou de combustibles fossiles qu'elles permettent de réaliser. En conséquence, il est indispensable de connaître précisément la structure de coût (notamment la part énergie) de la technologie propre, ainsi que de la technologie « énergivore » à laquelle elle se substitue. Ceci permet de mettre à jour la relation entre la rentabilité de la technologie et le prix du pétrole ou de l'énergie.
- **la dépendance réglementaire** : en raison de coûts initiaux élevés (courbe d'expérience ou effets d'échelle), de nombreux Etats mettent en place des aides pour développer des filières de technologies propres. Ces aides (tarifs garantis d'achat pour l'électricité...) permettent à des technologies d'être rentables, mais cette rentabilité est partiellement d'origine réglementaire : il existe un risque qu'elle soit remise en cause en fonction des orientations de politiques, ce qui nécessite un suivi multinational complexe.
- **la proximité du point-mort commercial** : le « point-mort commercial » est le niveau de développement de la technologie qui permet à cette dernière de se passer du support réglementaire évoqué précédemment. La connaissance du calendrier de ce point-mort commercial (lié à la baisse du coût de la technologie) est clé pour la valorisation de la technologie, puisque le franchissement de ce palier permet de s'affranchir du risque évoqué

plus haut et est souvent déclencheur d'une accélération de la diffusion de la technologie. Ce point-mort commercial est fortement dépendant du prix de l'énergie.

- **le consensus de marché** : enfin, au-delà de l'analyse des fondamentaux de la valorisation d'une technologie, l'existence d'un consensus du marché financier sur les risques et opportunités d'une technologie amène à une valorisation de celle-ci à un prix du marché qui annule les opportunités de surperformance (réintégration du thème par le marché). Ainsi, le marché des équipementiers de technologie éolienne est considéré aujourd'hui comme relativement mature et bien maîtrisé par les investisseurs, ce qui diminue l'intérêt pour un investisseur de rentrer sur cette technologie. A contrario, l'existence d'opinions très différentes sur le potentiel d'une technologie est synonyme de risque et donc d'opportunité de rendement pour un investisseur mieux informé que ses pairs ou plus à même de supporter certains types de risques.

#### b) Une déclinaison au sein des classes d'actifs

Si l'analyse sectorielle et la grille d'évaluation des technologies propres sont d'application générale, les problématiques environnementales touchent les principales classes d'actifs avec des intensités et des caractéristiques très différentes :

- **le private equity** (capital investissement) est logiquement la classe d'actif la plus directement impactée par le développement des nouvelles technologies car c'est ce mode de financement que de nombreuses nouvelles entreprises technologiques utilisent pour leur développement.
- **les infrastructures et l'immobilier** sont deux classes d'actifs qui correspondent aux principaux axes des politiques climat-énergie mais aussi des politiques de maîtrise de la ressource en eau, à savoir le développement de nouvelles infrastructures énergétiques, d'infrastructures de transport propres, d'infrastructures de traitement et de distribution d'eau ainsi que la transformation du parc immobilier en un parc peu consommateur d'énergie. Par ailleurs, ces deux classes d'actifs sont particulièrement exposées au risque environnemental direct (catastrophes naturels, réchauffement...). A ce titre, l'adoption du prisme environnemental paraît particulièrement importante pour les stratégies d'investissement dans ces deux classes d'actifs.
- **les actions** sont concernées de manière très différente suivant le secteur d'activité (secteurs de l'univers environnement vs. autre secteurs) et suivant la nature des entreprises cotées ( « pure players » ou sociétés diversifiées). Mais si les marchés sont suffisamment efficaces, les risques et opportunités sont intégrées convenablement dans les prix de marché et ne justifient pas nécessairement une approche thématique spécifique.

### 4) La prise en compte au niveau du choix des valeurs

**Ex ante**, dans le cadre d'une gestion déléguée, la prise en compte des aspects environnementaux peut s'effectuer **au niveau des mandats de gestion** ; elle s'inscrit alors naturellement dans une stratégie d'investissement responsable qui prévoit la prise en compte de critères extra-financiers dans la recherche, la construction et la gestion des portefeuilles. Un accent plus particulier peut être mis sur des aspects environnementaux tels que :

- la prévention des risques de pollution notamment accidentelle et des atteintes à la biodiversité ;

- le développement constant de l'éco-efficience des processus de fabrication et les efforts mis en œuvre pour favoriser et développer des technologies respectueuses de l'environnement et le recours aux énergies renouvelables ;
- la politique de réduction des émissions de CO2 et autres gaz à effet de serre, du volume et de la toxicité des déchets rejetés et de la consommation d'eau.

**De manière plus spécifique**, et au-delà des aspects sectoriels précédemment évoqués, la **méthodologie de sélection des valeurs** que ce soit pour le capital investissement, l'immobilier, les infrastructures ou les actions, doit plus particulièrement prendre en compte les éléments suivants :

- **le niveau de performance environnementale** : des outils permettent aujourd'hui d'évaluer de manière quantifiée le niveau de performance environnemental d'une entreprise ou d'un actif, notamment sur le volet Carbone/Energie (Bilan Carbone pour les entreprises, Diagnostic de Performance Energétique pour un bâtiment...). Un bon niveau de performance limite l'exposition de la valeur aux augmentations de prix Energie et Carbone. Dans le cas de secteurs ou classes d'actifs où la performance environnementale n'est pas encore valorisée, un investisseur peut ainsi acheter de la performance à faible coût.
- **le potentiel d'amélioration de la performance environnementale** : un niveau moyen ou faible de performance environnementale peut dans certains cas se révéler une source de rentabilité pour un investisseur : certaines actions de « réhabilitation » (mise à niveau) environnementale sont rentables (cf. courbe du coût d'abattement du CO2). Ainsi, dans des secteurs où le niveau de performance est valorisé, investir dans un actif à faible niveau de performance, améliorer ce niveau puis revendre cet actif peut être profitable.
- **la position dans la chaîne de valeur** : les secteurs fortement impactés par les problématiques environnementales comme les secteurs de l'énergie, du transport et du bâtiment sont amenés à reconstruire leur chaîne de valeur. En fonction des problématiques et des secteurs, des positions amont ou aval peuvent se retrouver plus profitables, des concentrations peuvent créer de nouvelles barrières à l'entrée et des positions de marché peuvent être menacées. Ainsi dans la filière solaire en construction, l'accès au silicium de grade solaire, ainsi que l'accès aux cellules deviennent déterminants pour les fabricants de panneaux et de systèmes. Dans le secteur du bâtiment, de nombreux acteurs avec des positions originelles très différentes (fournisseur d'énergie, constructeur d'équipements) essaient de construire une offre de service de rénovation énergétique pour les particuliers. Ces deux exemples illustrent la nécessité de bien comprendre les stratégies de positionnement des entreprises dans ces secteurs à transformation rapide.

**Ex post**, au niveau du portefeuille dans son ensemble, une **empreinte environnementale** réalisée de manière régulière (tous les ans ou tous les deux ans) peut également donner une information utile sur les externalités du portefeuille et, en particulier sur l'exposition du portefeuille au risque carbone ainsi qu'à son évolution. Elle peut par ailleurs servir de base à une **politique de dialogue** avec les gérants et les entreprises sur le thème du réchauffement climatique – complétée par la participation à des initiatives collectives (Carbon Disclosure Project, Institutional Investors Group on Climate Change, par exemple).

## Eléments de conclusion

Au terme de ce travail, quelques éléments de conclusion peuvent être tirés :

- le changement climatique, mais également l'épuisement des ressources naturelles, la raréfaction de l'eau et la perte de biodiversité semblent être les problématiques environnementales les plus pertinentes pour un investisseur de long terme.
- ces différentes problématiques doivent à la fois être considérées sous un angle de risques et d'opportunités, elles-mêmes variables dans le temps et suivant les actions prises par les différents acteurs et en particulier les décideurs politiques. A cet égard, pour être efficace en permettant aux acteurs économiques et notamment aux investisseurs de prendre les bonnes décisions, la politique environnementale doit être stable, prévisible et cohérente dans le temps.
- un investisseur doit tenter d'intégrer les enjeux environnementaux aux différents niveaux de sa politique d'investissement : allocation stratégique, choix au sein des classes d'actifs, mode de gestion, reporting et évaluation. Ces différents niveaux apparaissent complémentaires pour faire face aux défis environnementaux majeurs auxquels nous sommes confrontés. Au-delà de ce travail d'inventaire, une analyse plus approfondie des différentes pistes s'impose.
- de manière novatrice, ce document propose plus spécifiquement des pistes pour l'intégration des problématiques environnementales dans l'allocation stratégique. A partir de scénarios climatiques de long terme, il construit des scénarios économiques et financiers de moyen terme qui permettent de redéfinir les couples rendement/risque des différents actifs stratégiques et ainsi de calculer une allocation stratégique dépendant des évolutions climatiques. Les principaux résultats montrent que la prise en compte du changement climatique dans l'allocation stratégique réduit, dans la plupart des scénarios construits, la part des actifs risqués. Sur cinq scénarios économiques et financiers construits seul celui de la croissance verte permet d'inverser ce résultat.
- Une autre piste explorée consiste à compléter le portefeuille avec des actifs « environnementaux » tels que le carbone ou la forêt, source de protection ou de rendement face aux problématiques environnementales retenues.

Certains des résultats présentés dans ce document sont relativement novateurs et nécessairement fragiles : c'est à ce double titre qu'il nous a semblé intéressant de les partager avec la communauté des investisseurs, mais également avec toute personne intéressée par ces questions. Loin de prétendre apporter des réponses définitives à la question posée, ce document de travail aura atteint son objectif s'il suscite des travaux plus approfondis sur ces sujets d'une importance capitale.

## Eléments de bibliographie

Beinhocker et al. (2008), The carbon productivity challenge : curbing climate change and sustaining economic growth, McKinsey Institute, McKinsey climate change special initiative, Juin 2008, 48 pages.

Chardon, Iankova et Lefeuvre (2008), Rendements des actifs et allocation de long terme, Natixis.

Chevassus-au-Louis B. (2009), Approche économique de la biodiversité et des services liés aux écosystèmes, Contribution à la décision publique, rapport du CAS.

Celestin-Urbain Joffrey (2008), Conséquences économiques à long terme du changement climatique, Ministère de l'Economie, des Finances et de l'Emploi, Direction générale du Trésor et de la Politique économique, Trésor-Eco, n°30, 8 pages.

COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES (Janvier 2008), IMPACT ASSESSMENT, Document accompanying the Package of Implementation measures for the EU's objectives on climate change and renewable energy for 2020

Cochran I.T et Leguet B. (2007), Fonds d'investissement CO2, essor des capitaux privés, Note d'étude de la Mission Climat de la Caisse des Dépôts.

Convery Franck, Ellerman Denny, De Perthuis Christian (2008), Le marché européen du carbone en action : enseignements de la première phase, Rapport intermédiaire, University College Dublin,Massachusetts Institute of Technology, Mission Climat de la Caisse des Dépôts, Université Paris-Dauphine, Mars 2008, 44 pages.

Deutsche Bank Advisors (2008), Investing in Climate Change 2009, Necessity and opportunity in turbulent times.

Eichholtz P., Kok N., Quigley JM. (2008), « Doing Well by Doing Good? Green Office Buildings»

Evaluation des écosystèmes pour le millénaire (2005), Les écosystèmes et le bien-être de l'homme.

Groupe Intergouvernemental sur le Changement climatique (2007), Climate change 2007 : a synthesis report.

Hallegatte Stéphane et Théry Daniel (2007) Les impacts économiques futurs du changement climatique sont-ils sous-estimés ?, Revue d'Economie Politique, 117(4) : 507-522.

Hourcade Jean-Charles et Hallegatte Stéphane (2007), Le Rapport Stern sur l'économie du changement climatique : de la controverse scientifique aux enjeux pour la décision publique et privée, Institut Véolia Environnement, 22 pages.

Institute for Research and Investment Services (2007), De la rareté en abondance : investir dans les nouvelles pénuries, IRIS Research, 50 pages.

International Energy Agency (2008), Worldwide trends in energy use and efficiency, Energy indicators, 91 pages.

KPMG (2008), Climate Change Risk Report

Kok, Eichholtz et Quigley (2008) "Doing well by building green"

Masanet-Bataller/Pardo (2008), CO2 Price and Portfolio Management, Mission Climat (CDC) et Université de Valencia

Mc Kinsey Global Institute (2008), The carbon productivity challenge: curbing climate change and sustaining economic growth, juin 2008.

McKinsey (2009), Pathway to Low Carbon Economy

Munich Re (2008), Catastrophes naturelles 2007, Analyses – Évaluations – Positions, Collection connaissances, 54 pages.

Point Carbon (2008), Post-2012 is now, rapport annuel, Point Carbone, 60 pages.

Quinet Alain (dir.) (2008), La valeur tutélaire du carbone, Centre d'analyse stratégique, Rapports et documents, 110 pages.

Stern Nicholas (dir.) (2006), The Stern Review Report : the Economics of Climate Change. London, HM Treasury, 30 octobre, 603 p.

Sukhdev Pavan (2008) L'économie des écosystèmes et de la biodiversité, Commission européenne.

Syrota Jean (dir.) (2007), Perspectives énergétiques de la France à l'horizon 2020-2050, rapport d'orientation, Centre d'analyse stratégique, Rapports et documents, 130 pages.

Tol Richard S. J. (2006), The Stern review of the economics of climate change: a comment, Energy & environment, volume 17, n°6 : 976-981.

Tol Richard S.J., Downing Thomas E., Kuik Onno J., Smith Joel B. (2004), Distributional aspects of climate change impacts, Global environmental change 14, 259-272.

World Economic Forum (2009), Green Investing, towards a clean energy infrastructure.

Zinkhan F. C. , Mason G. H., Ebner T. J., Sizemore W. R. (1992), Timberland investments : a portfolio perspective.

## **Auteurs et Remerciements**

Ce document de travail est rédigé par Sophie Barbier (pôle investissement responsable du FRR), avec le concours de Nada Villermain-Lécolier (directrice du pôle investissement responsable) et de Fabrice Montagné (département d'allocation stratégique).

Les auteurs remercient vivement l'ensemble des équipes du FRR qui ont participé au projet environnement.

Le FRR remercie également Guillaume Sainteny (MEDDAT), Olivier Grémont (CDC), Franck Jésus (Ministère des Finances, DGTPE), Benoît Leguet (Mission Climat, CDC), Laurent Piermont (CDC Biodiversité), Stéphane Voisin (Cheuvreux, CA) pour leur participation au comité de pilotage du projet.

Le FRR remercie Boris Bailly et Guillaume Neveu fondateurs de la Société I Care Environnement et Stratégie qui ont fourni au FRR les documents préparatoires à ce rapport.