

# INDICATEURS ENVIRONNEMENTAUX : CARACTÉRISTIQUES D'UNE MESURE AGRÉGÉE PERTINENTE

JEAN-GUILLAUME PÉLADAN\*

JULIE RAYNAUD\*\*

PETER TANKOV\*\*\*

OLIVIER DAVID ZERBIB\*\*\*\*

Les multiples indicateurs environnementaux utilisés en finance donnent une information sur l'impact environnemental ou le risque environnemental d'une entreprise, d'une institution ou d'un État qui émet un titre financier. Ces derniers permettent aux investisseurs de (1) mesurer les risques financiers liés à l'environnement (Battiston *et al.*, 2017), (2) mesurer l'impact environnemental de leurs investissements (Oehmke et Opp, 2019 ; de Angelis *et al.*, 2020 ; Landier et Lovo, 2020 ; Pastor *et al.*, 2020) et (3) rendre compte (*reporting*). Cependant, la partialité de l'information que de nombreux indicateurs environnementaux véhiculent ainsi que leur imparfaite utilisation peut conduire à des choix d'allocation sous-optimaux, voire préjudiciables, tant en matière d'impact environnemental que de risque financier. Dès lors, quelles sont les limites des principaux indicateurs disponibles ? Quelles sont les conditions d'une mesure plus efficace ? Comment agréger des indicateurs environnementaux entre eux ? Telles sont les questions auxquelles cet article propose de répondre.

177

---

\* Directeur de la Stratégie environnement, Sycomore Asset Management ; membre du Conseil d'administration, Forum pour l'investissement responsable (FIR).

Contact : jean-guillaume.peladan@polytechnique.org.

\*\* Experte indépendante en finance durable ; membre du réseau, Institut Louis Bachelier.

Contact : julie.raynaud@mail.mcgill.ca.

\*\*\* Professeur, CREST-ENSAE, Institut Polytechnique de Paris. Contact : peter.tankov@ensae.fr.

\*\*\*\* Doctorant, Tilburg University, ISFA, CREST. Contact : o.d.a.zerbib@tilburguniversity.edu.

Nous remercions Aurélie de Barochez, Valéry Lucas-Leclin, Lionel Melin, Benoît Mercereau, Christian Robert et Antoine de Salins pour leurs commentaires.

## LES GRANDS INDICATEURS DISPONIBLES ET LEURS LIMITES

Un nombre croissant d'indicateurs ont été développés au cours des deux dernières décennies. Ces métriques constituent une ébauche de comptabilisation environnementale appliquée à la finance qui s'est développée de manière foisonnante et peu coordonnée, en réponse à des besoins très hétérogènes. Le tableau 1 classe ainsi les métriques existantes instantanées ou prospectives selon le type d'unité utilisé.

**Tableau 1**  
**Classification des indicateurs environnementaux**

| Mesures sans unité :<br>scores et notes  | Mesures d'empreinte, positive<br>ou négative, exprimées en unités<br>non financières  | Mesures monétaires  |
|--|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>– Score : comparaison à des <i>benchmarks</i> ou recommandations</li> <li>– Mesure d'alignement ou de contribution</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Mesure d'empreinte absolue</li> <li>– Mesure d'intensité (carbone, eau, biodiversité, etc.)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>– <i>Value at risk</i></li> <li>– <i>Stress tests</i> climatiques</li> <li>– Valeur des externalités positives et négatives</li> </ul> |

Source : d'après les auteurs.

178

Si elle offre un panorama utile, cette catégorisation n'est cependant pas étanche ; par exemple, des mesures d'impact ou d'empreinte peuvent alimenter des mesures monétaires aussi bien que des mesures sans unité.

### *Les indicateurs d'empreinte « négative »*

Les indicateurs d'empreinte négative, tels que l'empreinte carbone ou la « part brune », reflètent l'impact négatif d'une activité économique sur l'environnement.

L'empreinte carbone, qui exprime la quantité de gaz à effet de serre (GES) en équivalent carbone émise par une activité économique rapportée au poids de cette activité, est souvent utilisée comme proxy pour capturer le risque de transition. En effet, une augmentation du prix de l'équivalent CO<sub>2</sub> peut se traduire en pertes financières proportionnelles aux émissions de GES de l'entreprise. L'empreinte carbone est citée à la fois dans l'article 173 de la loi relative à la Transition énergétique pour la croissance verte (TECV) et le rapport de la Task Force on Climate-related Financial Disclosures (TCFD) et, bien qu'elle ne soit pas obligatoire, un grand nombre d'investisseurs la publient.

L'empreinte carbone présente cependant plusieurs limites. Seules les émissions des scopes 1 et 2 sont relativement disponibles, tandis que les émissions du scope 3 ne le sont que très partiellement<sup>1</sup>. De plus, son utilisation directe peut conduire à une réallocation sectorielle préjudi-

cialable, où des secteurs émetteurs de GES, pourtant clés dans la transition environnementale (tels que le recyclage, l'assainissement ou la fabrication d'isolants, de trains ou d'équipements pour les énergies renouvelables), seraient moins financés que des secteurs faiblement émetteurs, mais ne contribuant pas à la transition environnementale (de nombreux services, par exemple).

L'article 173 fait mention de thématiques liées aux ressources naturelles et à la transition écologique, mais ne précise pas les métriques à utiliser. Le label *Greenfin* et la TCFD mentionnent des indicateurs de performance environnementale plus spécifiques, tels que la consommation d'eau ou de ressources naturelles. Enfin, de plus en plus de politiques d'exclusion utilisent des parts brunes, par opposition aux parts vertes, avec des seuils et des définitions encore très variables d'un acteur à l'autre.

Portés par les alertes répétées des communautés internationale et scientifique sur le déclin de la biodiversité, ainsi que par les travaux méthodologiques de nombreux organismes tels la CDC Biodiversité, le Centre de surveillance de la conservation de la nature (UNEP WCMC) et le Natural Capital Protocol, de plus en plus d'acteurs financiers explorent des approches d'empreinte biodiversité, à l'instar de la consultation conjointe sur ce sujet lancée par quatre gestionnaires d'actifs français<sup>2</sup> en 2020.

179

Les mesures d'empreinte peuvent être exprimées dans l'absolu (tonnes de GES émises par an, volume d'eau ou surface de terres utilisées) ainsi que par leur intensité économique (*idem* par unité de chiffre d'affaires ou de valeur d'entreprise) ou physique (*idem* par unité produite, par exemple, par kWh, kg ou km.passager). L'utilisation des mesures d'intensité peut être périlleuse en conduisant à des contresens : en divisant une unité physique (tonnes de carbone émises) par une unité financière (le chiffre d'affaires ou la valeur économique), un biais financier est introduit dans l'analyse environnementale. Ainsi, la production d'une petite voiture peu chère et modérément polluante peut avoir une intensité carbone plus élevée qu'une grosse voiture de luxe très polluante, mais dont le prix élevé contrebalance ses importantes émissions de GES. Le recours à des intensités physiques permet d'éviter cet écueil.

### *Les indicateurs d'empreinte « positive »*

Les indicateurs d'empreinte positive reflètent la contribution positive absolue ou nette d'une activité économique sur l'environnement. Ils regroupent plusieurs types de métriques telles que (1) les métriques d'exposition d'une entité aux activités dites « vertes », ou « part verte »<sup>3</sup>, (2) les émissions de GES évitées, parfois appelées « scope 4 », et expri-

mées par rapport à des références, ou encore (3) les métriques de contribution à des thématiques environnementales. Elles permettent notamment de palier l'une des limites de l'empreinte carbone en quantifiant la contribution positive d'une activité à la transition énergétique et écologique. Cependant, ces métriques reposent sur une définition du périmètre des activités vertes ainsi que sur des scénarios de comparaison dans le cas des émissions évitées. L'absence de consensus sur ces définitions requiert de la prudence dans l'utilisation et l'interprétation de ces métriques. De plus, toute taxonomie, en tant que classification binaire, introduit par construction de forts effets de seuil.

### *Les notes et les scores environnementaux*

Les notes et les scores environnementaux appréhendent des enjeux multidimensionnels, souvent exprimés dans des unités différentes, et les agrègent sous la forme d'une valeur unique. Un score peut donc être compris comme une agrégation d'empreintes, mais intègre souvent des données plus qualitatives qui peuvent, par exemple, refléter la qualité de la gestion de l'impact environnemental par une entreprise.

Cependant, les divers enjeux environnementaux embrassés par les nombreux scores proposés ainsi que la variabilité de leurs méthodes de construction, révèlent les limites de ce type de métriques : une absence de définition consensuelle et, partant, une faible comparabilité (Chatterji *et al.*, 2016). De fait, Gibson *et al.* (2020) montrent que la corrélation entre les scores environnementaux de six grands fournisseurs de données est de 42,9 % entre 2013 et 2017. Ainsi, les notes et les scores environnementaux ont une fonction normative, en tant qu'ils constituent une mesure par rapport à un cadre donné, et n'ont pas de vocation prédictive sur le plan financier. De plus, en agrégeant des informations diverses, ces scores sont souvent critiqués car ils appauvrissent l'information disponible (Chatterji *et al.*, 2009).

Enfin, une dernière génération d'indicateurs se situe au croisement des scores et des empreintes positives et négatives : les métriques d'alignement, de « température » et de « contribution nette » permettent d'exprimer des valeurs nettes ou des scores à base d'empreinte ou d'impact. La « température de portefeuille » est une métrique, exprimée en degrés Celsius, qui mesure la compatibilité d'un portefeuille d'activités économiques avec un ou plusieurs scénarios de référence d'augmentation de la température mondiale. Ainsi, une entreprise ayant une stratégie alignée à une hausse de 3,2 °C émettra plus de GES que si elle modifiait sa stratégie pour être alignée sur une trajectoire de 2 °C. Cependant, en l'absence d'une définition communément acceptée d'une telle métrique, les méthodes de calcul manquent de transparence et divergent entre les fournisseurs de données, notamment

concernant le périmètre des coûts de réforme à engager par une entreprise, le traitement de l'absence d'information sur la stratégie future d'une entreprise en matière environnementale, le scénario de référence, l'horizon temporel, et les modalités d'estimation de l'impact d'une stratégie économique sur le climat.

### *Les indicateurs monétaires*

Enfin, certains indicateurs ont pour objectif d'attribuer une valeur monétaire au risque financier lié à l'environnement. Ces indicateurs incluent la *value at risk* (VaR) ou les pertes potentielles dans des scénarios de *stress tests* (Battiston *et al.*, 2017). Ce type de pilotage est également souvent mis en œuvre pour estimer les pertes probables liées au risque physique. Ces mesures sont inspirées par celles utilisées par les régulateurs pour l'estimation du capital réglementaire, mais leur calcul est rendu plus complexe par les incertitudes plus grandes et l'horizon de temps plus éloigné du risque climatique.

Bien que moins fréquents, ces indicateurs peuvent également être utilisés pour quantifier en mesure monétaire l'impact environnemental d'une activité économique, par exemple à travers le coût de « réparation » de l'environnement à la suite de sa dégradation par une activité économique. Si la monétarisation des externalités peut être un moyen pratique d'agrégation des impacts physiques de natures différentes ou de pondération des externalités le long des chaînes de valeur (Kepler Chevreux, 2018 ; Serafeim *et al.*, 2020), elle soulève cependant un problème éthique, en particulier car elle crée des substituabilités simplistes entre les biens de consommation et les écosystèmes (Svartzman *et al.*, 2019).

181

### *DES INDICATEURS ENVIRONNEMENTAUX PERTINENTS*

Compte tenu de la multiplicité et de la complexité des enjeux environnementaux, construire des indicateurs pertinents est-il une utopie ? Nous pensons que ce n'est pas le cas pour au moins deux raisons. D'une part, comme l'illustre le travail d'inventaire réalisé par la *Life Cycle Initiative* (UN Environment Programme)<sup>4</sup>, il existe une multitude d'informations de bonne qualité sur les activités économiques et les impacts et performances environnementales des produits, services et technologies. D'autre part, d'autres champs de recherche font l'objet d'études scientifiques s'appuyant sur des indicateurs pertinents : l'impact des activités humaines peut ainsi être appréhendé à travers le prisme des limites planétaires, de l'empreinte écologique du Global Footprint Network ou de l'indicateur Planète Vivante du WWF.

Nous appréhendons les caractéristiques d'un indicateur pertinent selon trois axes : scientifique, pratique et de gouvernance.

### *Le caractère scientifique*

Un indicateur environnemental agrégé simplifie une réalité complexe en un seul nombre. C'est donc un modèle mathématique et, dans la mesure où il peut servir de base à des décisions financières, ce modèle doit faire l'objet d'une validation. Selon la célèbre ligne de conduite 11-7 de la Federal Reserve (Fed, 2011), l'objet de la validation d'un modèle est de vérifier que sa performance est en adéquation avec les objectifs pour lesquels il a été conçu.

Quelles doivent donc être les propriétés d'un indicateur environnemental pour qu'il puisse être validé ? Tout d'abord, un indicateur validable doit répondre à une question de recherche claire et précise : s'agit-il d'évaluer l'impact environnemental d'une activité polluante ? De quantifier le risque de transition d'une entreprise en termes financiers ou extra-financiers ? Ou bien d'informer les investisseurs sur la compatibilité de leur portefeuille à un *benchmark* climatique donné ? La question posée doit être scientifiquement pertinente, au sens où l'on doit pouvoir y apporter une réponse, au moins partielle, dans l'état actuel des connaissances scientifiques. Par exemple, il n'est pas réaliste de vouloir calculer la VaR climatique au niveau de confiance de 99 % à horizon de trente ans, parce que les modèles actuels ne permettent pas de quantifier les queues de distribution des pertes avec un tel niveau de précision.

182

Une fois la question identifiée, il faut vérifier dans quelle mesure la méthodologie proposée permet d'y apporter une réponse ; pour cela, elle doit, avant tout, être reproductible, c'est-à-dire, ouverte et basée sur les données disponibles publiquement. De plus, les hypothèses sous-jacentes doivent être claires, naturelles et peu discutables. Les incertitudes provenant de ces hypothèses et du choix des données doivent être clairement identifiées et, si possible, quantifiées : un indicateur d'alignement présenté sous la forme d'un intervalle (par exemple, 2,5 °C +/- 0,5 °C) inspire plus de confiance qu'une valeur exacte dont on ignore la précision. Enfin, comme pour tout modèle, le cadre de validité d'un indicateur doit être clairement défini, y compris en termes quantitatifs, et les utilisateurs doivent être informés de ses limites d'applicabilité. Selon les mots de Derman et Wilmott (2009), « je ne donnerai pas à ceux qui utilisent mon modèle un faux confort quant à sa précision. Bien au contraire, je vais expliciter ses hypothèses et ses oublis ».

La plupart des référentiels d'étude d'impact sont multi-enjeux, tels que les travaux de l'évaluation des écosystèmes pour le millénaire<sup>5</sup>, les travaux sur les limites planétaires<sup>6</sup>, les données d'analyses de cycle de vie encadrées par les normes ISO<sup>7</sup> ou les six objectifs environnementaux de

la taxonomie européenne. Il apparaît donc incontournable de comptabiliser les impacts sur plusieurs des enjeux environnementaux clés (climat, biodiversité, eau, etc.) ainsi que sur le périmètre le plus large possible du cycle de vie, car les impacts importants d'une activité se trouvent aussi bien en amont (agriculture, pêche, extraction, etc.) qu'en aval lors de l'usage (véhicule thermique, chauffage par carburant, etc.) ou de la fin de vie (emballages, déchets, etc.). Il est préférable que l'analyse soit menée par produit, usage et solution, et rapportée aux usages finals ou aux fonctions desservies (par exemple, le kWh d'énergie fourni, le km parcouru ou la tonne produite).

De plus, les pollutions n'ont pas le même impact systémique si elles sont engendrées par des solutions à la transition écologique et climatique (souvent appelées activités vertes), comme les isolants des bâtiments, ou par des obstructions à la transition (souvent appelées activités brunes), comme les énergies fossiles ou de nombreuses formes de consommation de masse (*fast fashion*, transport aérien, élevage intensif, etc.). Intégrer l'usage final des externalités environnementales engendrées est donc essentiel pour ne pas commettre de contre-sens.

Par ailleurs, il est souhaitable que l'analyse adopte une approche physique quantifiée tenant compte aussi bien des flux de pollution causés que des flux évités. Enfin, il convient d'adopter une approche mondiale, car les problèmes environnementaux sont mondiaux, de même que les objets étudiés qui fonctionnent grâce à des chaînes de valeur mondiales.

Plusieurs indicateurs cochent ces cases, tels que la *Net Environmental Contribution* (portée par la NEC Initiative)<sup>8</sup>, le *Green Weighting Factor* (Natixis) ou les méthodes d'empreinte à la fois positive et négative, sur l'ensemble de la chaîne de valeur et exprimée en intensité physique.

### *Le caractère pratique*

De nombreux cadres institutionnels, diplomatiques, économiques et financiers, intégrant l'environnement, ont émergé depuis les années 2010. En 2015, l'Organisation des Nations unies (ONU) a adopté dix-sept Objectifs de développement durable (ODD). Neuf de ces objectifs sont associés à des enjeux environnementaux : le n° 6 concerne l'eau, le n° 13 le climat, les n° 2, 14 et 15 les écosystèmes et l'alimentation durable qui en dépend, tandis que les objectifs n° 7, 9, 10 et 11 couvrent la consommation, la production et les systèmes énergétiques, industriels et urbains. Aussi, les indicateurs doivent être le plus possible modulables par enjeu et interfaçables avec les référentiels en place (labels, taxonomies, *soft law* et *hard law*) pour être intégrables aux approches d'agrégation multi-enjeux. S'agissant plus spécifiquement d'une mesure de risque environnemental, la compatibilité avec les

outils existants de gestion des risques et de *stress test* est un critère important.

De plus, les formes de financement (actions cotées et non cotées, obligations, dettes, *crowd funding*, etc.) et les récipiendaires de financements (entreprises, projets, infrastructures, associations, collectivités, États, etc.) sont très divers. Si chaque type d'actifs et chaque type de financement reposent sur ses propres indicateurs indépendamment des autres, la consolidation d'une mesure à l'échelle d'un portefeuille d'investissement peut être complexe à réaliser. Le caractère de transversalité sur les différentes classes d'actifs (*cross-assets*) est donc aussi un critère souhaitable.

Par ailleurs, il est essentiel d'être vigilant face à l'excès de complexité rendant tout indicateur incalculable ou inexploitable et, *in fine*, inutilisable. Par souci d'efficacité, le pragmatisme pousse à rechercher un compromis entre exhaustivité et hypersimplification en se focalisant sur les principaux impacts significatifs d'une activité économique. Ainsi, bien qu'il semble difficile d'analyser une activité économique sur les neuf dimensions des limites planétaires ou à travers toutes les dimensions d'une analyse de cycle de vie, il semble en revanche délicat de faire l'impasse sur l'une des quatre limites planétaires dépassées que sont l'érosion de la biodiversité, les cycles de l'azote et du phosphore et le changement climatique. Les ordres de grandeur des impacts physiques les plus critiques constituent un guide indispensable pour distinguer ce qui doit être absolument modélisé de ce qui est plus marginal.

184

### *La gouvernance*

Enfin, si la finance veut jouer un rôle dans la transition écologique, un indicateur environnemental doit être facilement compréhensible par les épargnants et les investisseurs, construit de manière transparente et neutre, et être suffisamment stable dans le temps. Comme souligné précédemment pour les critères scientifiques, la transparence sur les hypothèses, les principes et les sources est indispensable pour permettre la compréhension, la traçabilité et la comparabilité. Ce critère exclut *de facto* de nombreuses notations environnementales issues de modèles propriétaires que l'opacité protège. L'appropriation de la métrique par ses utilisateurs repose aussi sur la lisibilité, la pédagogie et l'opérabilité. La stabilité ou la pérennité dans le temps est évidemment nécessaire pour pouvoir être un objet d'étude et être déployé à grande échelle. De plus, toute suspicion de biais, influence ou soumission à des intérêts privés, sectoriels, catégoriels ou régionaux, doit être écartée par une neutralité absolue, garantie par une gouvernance ouverte et une surveillance organisée.



Enfin, il existe un critère pragmatique qui concerne la pratique et la gouvernance au sens large : l'urgence. Nous n'avons pas le temps d'attendre que tous les objets financés et toutes les entreprises publient des informations précises selon des référentiels privés et publics, nationaux et internationaux, existants ou émergents, qui abondent. La principale limite commune à toutes les métriques est la disponibilité de l'information entrante. Il est donc utile de considérer les métriques qui utilisent des données déjà largement accessibles mondialement.

Dans une approche holistique, le tableau 2 synthétise les caractéristiques souhaitées d'un indicateur environnemental pertinent.

**Tableau 2**  
**Caractéristiques des indicateurs environnementaux**

| Critère                                  | Scientifique | Pratique | Gouvernance |
|--|--------------|----------|-------------|
| Multi-enjeux                             | •            | •        |             |
| Complétude du cycle de vie               | •            | •        |             |
| Complétude des impacts (vert/brun)       | •            | •        |             |
| Mesure physique et quantifiée            | •            |          |             |
| Référentiel mondial                      | •            | •        |             |
| Transversalité ( <i>cross-assets</i> )   |              | •        |             |
| Modularité                               |              | •        |             |
| Acceptabilité (opérabilité + lisibilité) |              | •        | •           |
| Neutralité                               | •            |          | •           |
| Transparence ( <i>open-source</i> )      | •            | •        | •           |
| Stabilité                                |              |          | •           |
| Urgence (informations existantes)        |              | •        | •           |

Source : d'après les auteurs.

185

## L'AGRÉGATION D'INDICATEURS ENVIRONNEMENTAUX

Plusieurs des critères ci-dessus nécessitent une réflexion plus poussée sur la question de l'agrégation : le critère de modularité, en premier lieu, mais également les critères « multi-enjeux », « complétude du cycle de vie » et « complétude des impacts ».

Le recours à l'agrégation, s'il est souvent (et justement) critiqué, apparaît incontournable pour plusieurs raisons :

- les indicateurs environnementaux ont pour vocation de capturer des enjeux multiples exprimés avec des unités différentes ;
- la finance gère des types d'objets très différents, les compare et les rassemble jusqu'aux méga-agrégats que sont les indices ou les ETF ;
- les indicateurs sont tous issus de plusieurs couches d'agrégation permettant de passer des actifs financiers ayant de multiples impacts

passés, présents et futurs à l'échelle d'une entreprise ou d'un projet financé à un instant donné, puis au niveau des maisons mères et des portefeuilles. Les agrégations temporelles, physiques et financières sont donc inévitables.

La question de l'agrégation des indicateurs se pose donc à plusieurs niveaux. Notamment (1) pour plusieurs entreprises au sein d'un portefeuille, comment agréger un même indicateur pour obtenir un indicateur moyen ? Le calcul de l'intensité carbone moyenne d'un portefeuille en est un exemple ; (2) pour une même entreprise, peut-on agréger différents indicateurs et comment s'y prendre ? Par exemple, cela peut concerner l'agrégation d'une note climat et d'une note biodiversité pour une entreprise agroalimentaire.

### *Agrégation d'un même indicateur au sein d'un portefeuille*

Si l'objectif est de mesurer l'impact potentiel d'un portefeuille (en termes d'émissions GES, par exemple), le problème est d'attribuer la quantité d'émissions dont l'investisseur est directement responsable. Il est alors naturel de calculer les émissions du portefeuille  $E^P$  comme la somme des émissions de ses composants pondérées par une mesure d'appartenance :

186

$$E^P = \sum_{k=1}^n p_k E^k$$

où  $p_k$  est la fraction de l'entreprise détenue par l'investisseur. Pour répartir les émissions de manière équitable entre les actionnaires et les créanciers, il est possible de définir  $p_k$  de la manière suivante : pour les actionnaires,  $p_k = f^C (V - D)/V$  et pour les créanciers  $p_k = f^D D/V$ , où  $V$  représente la valeur de l'entreprise,  $D$  sa dette, et  $f^C$  et  $f^D$  sont respectivement la fraction du capital de l'entreprise et la fraction de sa dette détenues par l'investisseur.

Si l'indicateur à agréger est exprimé de manière relative, comme l'intensité en équivalent  $\text{CO}_2$ , on pourra convertir l'intensité en émissions absolues en la multipliant par le chiffre d'affaires (ou par une autre mesure de normalisation), avant de procéder comme ci-dessus pour agréger. Ainsi, l'intensité agrégée vaut :

$$I^P = \frac{\sum_{k=1}^n p_k E^k}{\sum_{k=1}^n p_k \text{No}^k}$$

où  $\text{No}^k$  est la mesure de normalisation (telle que le chiffre d'affaires) annuelle du  $k$ -ième actif.

Si l'objectif est de mesurer le risque auquel un portefeuille est exposé, il est plus naturel d'utiliser les poids de l'actif dans le portefeuille. Par

exemple, si  $L_k$  correspond à la perte maximale de l'actif  $k$  dans un scénario donné rapportée à sa valeur initiale, alors la perte du portefeuille est donnée par :

$$L^P = \sum_{k=1}^n \omega_k L_k,$$

où  $\omega_k$  est le poids de l'actif dans le portefeuille (c'est-à-dire la fraction de la richesse investie en actif  $k$ ).

Une mesure agrégée peut masquer de fortes disparités. Un Z-score mesure la distance de la performance environnementale d'un actif par rapport à la moyenne d'un échantillon, exprimée en nombre d'écart types. Si la performance est mesurée par l'intensité en  $\text{eqCO}_2$ , le Z-score est donc une fonction linéaire de l'intensité, et le Z-score d'un portefeuille sera égal à la somme pondérée des Z-scores de ses composants, en utilisant les mêmes poids que pour l'intensité.

Pour une mesure sans dimension plus générale de type note, la façon d'agréger n'est pas définie de manière unique. Pour une approche systématique, il est recommandé de passer par une mesure physique ou financière et d'appliquer les formules décrites ci-dessus dépendamment du cas d'usage. Parfois, une agrégation directe n'est pas envisageable ; par exemple, dans le cas d'une mesure d'alignement  $2^\circ\text{C}$ , il est difficile d'agréger la note d'un producteur de pétrole avec celle d'une société de services. Dans ce cas, on peut interpréter la note comme une recommandation minimale qui doit être respectée au niveau de chaque secteur, introduire des pondérations spécifiques pour tenir compte de l'importance relative de chaque secteur, ou encore évaluer l'alignement directement au niveau du portefeuille.

Enfin, dans le cas d'une mesure prospective de risque climatique, la complexité additionnelle provient de la nécessité de prendre en compte plusieurs scénarios. Supposons, par exemple, que l'on souhaite évaluer le risque de transition d'un portefeuille à horizon vingt ans. Il est possible d'utiliser plusieurs (par exemple  $m$ ) scénarios et de calculer la perte potentielle  $L_k^j$  de l'actif  $k$  dans le scénario  $j$ . Une mesure conservatrice du risque du portefeuille est alors donnée par :

$$L^P = \max_{j=1,\dots,m} \sum_{k=1}^n \omega_k L_k^j$$

Notons que, du fait de l'utilisation d'une telle mesure prospective avec plusieurs scénarios, le caractère linéaire de l'agrégation disparaît.

*Agrégation d'indicateurs distincts*

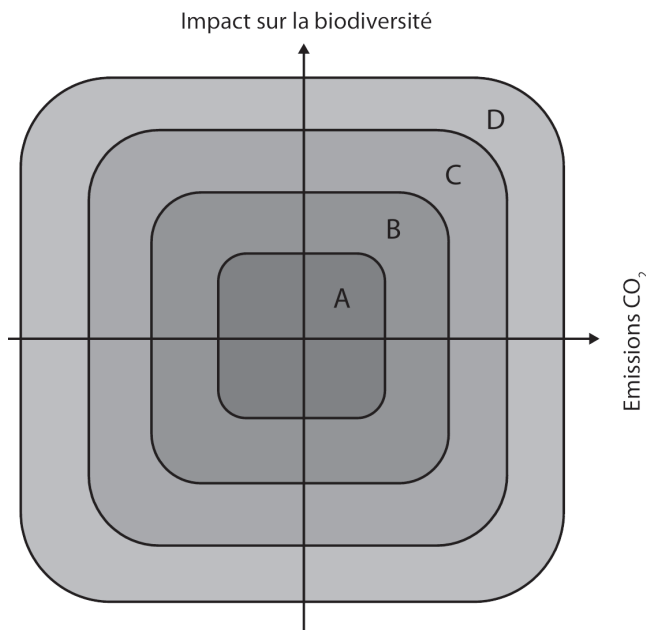
Formellement, l'agrégation de deux indicateurs distincts correspondant à différents impacts environnementaux (par exemple, les émissions de GES et l'impact sur la biodiversité) induit nécessairement une perte d'information, et l'utilisation d'un tel indicateur agrégé est sous-optimale. Pour autant, l'urgence des défis environnementaux couplée au besoin de métriques pratiques et opérationnelles pour les investisseurs pousse à réfléchir aux solutions d'agrégations les moins insatisfaisantes :

- dans le cas d'indicateurs ayant une interprétation physique ou financière, une solution consiste à convertir les différents indicateurs dans une dimension commune : « VaR » pour une vision « risques » ou physique pour une vision « impact » (par exemple, une empreinte biodiversité ou une échelle unique cohérente comme la NEC), et à agréger les quantités obtenues. Il est également possible de traduire la vision impact en valeur des externalités ;

- dans le cas de notes ou de scores sans interprétation physique, l'agrégation sous forme d'une somme pondérée est à déconseiller, car toute agrégation de scores implique une priorisation des indicateurs et une notion de coût relatif. De plus, contrairement au cas précédent, cette priorisation n'est souvent pas transparente ;

188

**Schéma**  
**Illustration de l'agrégation de deux notes**



– dans le cas d'une note mesurant la compatibilité avec une recommandation, la note agrégée peut être définie par la compatibilité avec un ensemble de recommandations pour chaque critère, comme illustré par le schéma *supra* : une bonne note agrégée (« A » dans l'exemple) n'est atteinte que si les deux sous-notes sont bonnes.

## CONCLUSION

Bien qu'utiles pour analyser des enjeux ou des périmètres précis, la majorité des indicateurs environnementaux disponibles pour la finance présentent encore de nombreuses limites et lorsqu'ils ne sont pas utilisés avec clairvoyance, ils peuvent conduire à des allocations d'actifs sous-optimales voire préjudiciables pour l'environnement. Dans une approche holistique, nous proposons une liste de caractéristiques (non exhaustives) d'un indicateur environnemental pertinent et efficace : répondant à une question claire, précise et valide scientifiquement, multi-enjeux environnementaux, analysant le cycle de vie complet, utilisant des mesures physiques, à dimension mondiale, transversal sur les différentes classes d'actifs, modulable, opérationnel, lisible, neutre, transparent, stable dans le temps et utilisant les informations actuellement disponibles compte tenu de l'urgence environnementale. Nous proposons enfin des méthodologies simples d'agrégation d'indicateurs, nécessaires dans ce type d'approche.

Certains récents indicateurs hybrides entre score et empreinte présentent de nombreuses caractéristiques pertinentes pour mesurer l'impact environnemental. Plusieurs indicateurs pertinents ont évidemment vocation à coexister. Le développement de ces derniers pourrait être soutenu par des initiatives publiques, notamment à l'échelle de l'Union européenne. De même, leur utilisation par des entités publiques, des régulateurs, des ONG et les entreprises elles-mêmes, via des rapports d'impacts environnementaux utilisant ces indicateurs pertinents, augmenterait leur portée. Ces dispositions peuvent s'accompagner de la mise en place de *green budgets* incluant ces indicateurs. En outre, les entreprises et les acteurs de la finance pourraient collaborer en mutualisant les moyens nécessaires au développement de ces indicateurs. Enfin, la sensibilisation des citoyens à l'usage de tels indicateurs constituerait un atout supplémentaire.

## NOTES

1. Les émissions du scope 1 correspondent aux émissions directes de l'entreprise lors de la production du bien ou du service considéré. Les émissions du scope 2 correspondent à celles induites par l'énergie consommée par l'entreprise considérée. Les émissions du scope 3 correspondent à toutes les autres émissions indirectes en amont (dans toute sa chaîne d'approvisionnement, en commençant par le premier rang de fournisseurs) et en aval (par exemple, par l'usage du bien ou du service considéré). Le scope 3 représente souvent la plus grande part (par exemple, pour les secteurs de l'automobile ou de la finance) et jusqu'à 99 % des émissions induites.
2. Appel à manifestation d'intérêt pour un indicateur d'impact sur la biodiversité lancé en 2020 par AXA IM, BNPP AM, Mirova et Sycomore AM : [https://www.mirova.com/sites/default/files/2020-05/Press%20release\\_european%20investors%20rally%20around%20biodiversity\\_final.pdf](https://www.mirova.com/sites/default/files/2020-05/Press%20release_european%20investors%20rally%20around%20biodiversity_final.pdf).
3. Ces mesures s'appuient sur des listes d'activités telles que les écoactivités du label Greenfin, les activités répertoriées par la *Climate Bond Initiative* ou celles de la taxonomie verte européenne.
4. Voir le site : <https://www.lifecycleinitiative.org/applying-lca/lca-databases-map/>.
5. Il s'agit d'un programme de travail international conçu pour répondre aux besoins des décideurs et du public en matière d'information scientifique relative aux conséquences des changements que subissent les écosystèmes pour le bien-être humain ainsi que pour présenter les possibilités de réagir à ces changements ; voir le site : <http://www.millenniumassessment.org/fr/>.
6. Steffen *et al.* (2015) montrent que plusieurs limites planétaires sont aujourd'hui dépassées, ou sur le point de l'être, telles que le changement climatique, l'érosion de la biodiversité (limite déjà dépassée en 2009), la perturbation du cycle de l'azote (limite déjà atteinte en 2009), la perturbation du cycle du phosphore (limite désormais franchie).
7. Normes ISO14040 : 2006, 14041 à 14044 et 14072 : 2014.
8. Transparente depuis 2019, sa méthodologie, ses hypothèses et ses sources sont disponibles sur le site : <https://nec-initiative.org/>.

## BIBLIOGRAPHIE

- BATTISTON S., MANDEL A., MONASTEROLO I., SCHUTZE F. et VISENTIN G. (2017), « A Climate Stress-Test of the Financial System », *Nature Climate Change*, n° 7, pp. 283-288.
- CHATTERJI A. K., DURAND R., LEVINE D. I. et TOUBOUL S. (2016), « Do Ratings of Firms Converge? Implication for Managers, Investors and Strategy Researchers », *Strategic Management Journal*, n° 37, pp. 1597-1614.
- CHATTERJI A. K., LEVINE D. I. et TOFFEL M. W. (2009), « How Well Do Social Ratings Actually Measure Corporate Social Responsibility? », *Journal of Economics and Management Strategy*, n° 18, pp. 125-169.
- DE ANGELIS T., TANKOV P. et ZERBIB O. D. (2020), « Environmental Impact Investing », *Working Paper*.
- DERMAN E. et WILMOTT P. (2009), *Financial Modeller's Manifesto*, traduction des auteurs.
- FED (Federal Reserve) (2011), SR Letter 11-7 (Supervisory Guidance on Model Risk Management).
- GIBSON R., KRUEGER P., RIAND N. et SCHMIDT P. S. (2020), « ESG Rating Disagreement and Stock Returns », *SSRN, Unpublished Working paper*, juin.
- KEPLER CHEUVREUX (2015), *The Carbon Compass: an Investor Guide to Carbon Footprinting*.
- KEPLER CHEUVREUX (2018), *Bigger than Carbon: a Systemic View*.
- LANDIER A. et LOVO S. (2020), « ESG Investing: How to Optimize Impact? », *Working Paper*.
- OEHMKE M. et OPP M. (2019), « A Theory of Socially Responsible Investment », *Working Paper*.
- PASTOR L., STAMBAUGH R. F. et TAYLOR L. A. (2020), « Sustainable Investing in Equilibrium », NBER, *Working Paper*, décembre.
- PERSSON L. M., RAMANATHAN V., REYERS B. et SÖRLIN S. (2015), « Planetary Boundaries: Guiding Human Development on a Changing Planet », *Science*, vol. 347, n° 6223, pp. 736-747.

- SERAPEIM G., PARK D. G., FREIBERG D. et ZOCHOWSKI T. R. (2020), « Corporate Environmental Impact: Measurement, Data and Information », Harvard Business School, *Working Paper*, n° 20-098.
- STEFFEN W., RICHARDSON K., ROCKSTRÖM J., CORNELL S. E., FETZER I., BENNETT E. M., BIGGS R., CARPENTER S. R., DE VRIES W., DE WIT C. A., FOLKE C., GERTEN D., HEINKE J., MACE G. M., PERSSON L. M., RAMANATHAN V., REYERS B. et SÖRLIN S. (2015), « Planetary Boundaries: Guiding Human Development on a Changing Planet », *Science*, vol. 347, n° 6223, pp. 736-747.
- SVARTZMAN R., DRON D. et ESPAGNE E. (2019), « From Ecological Macroeconomics to a Theory of Endogenous Money for a Finite Planet », *Ecological Economics*, n° 162, pp. 108-120.
- ZERBIB O. D. (2019), « A Sustainable Capital Asset Pricing Model (S-CAPM): Evidence from Green Investing and Sin Stock Exclusion », *Working Paper*.

