

Réussir la transition énergétique : enjeux et solutions

7 septembre 2023

Les auteurs de ce document tiennent à remercier Monsieur Bernard-Michel Carnoy pour ses éclairages sur les enjeux industriels et sur les solutions envisagées pour la réussite de la transition énergétique.

Le changement climatique, avec les menaces qui pèsent sur la biodiversité, représente le plus grand défi sociétal, scientifique et économique du 21^e siècle. La baisse des émissions de CO₂ pendant la pandémie de COVID-19 correspond, du pic au creux, à peu près au taux annuel nécessaire pour atteindre la neutralité carbone à l'échelle mondiale au cours des 30 prochaines années. Ce phénomène avait fait espérer un renversement de tendance définitif. Malheureusement, le rebond de l'économie mondiale après la pandémie a complètement éliminé cette baisse. L'Agence internationale de l'énergie estime même qu'après le rebond de 2021, les émissions mondiales de CO₂ liées à l'énergie ont encore augmenté de 0,9 % en 2022, pour atteindre un nouveau record de 36,8 Gt.

Mais rien n'est perdu ! D'abord, la volonté de passer d'une énergie fossile à une énergie verte et de transformer de manière structurelle la mobilité, le logement et l'industrie fait aujourd'hui consensus. Notons aussi que la croissance des émissions de CO₂ en 2022 a été nettement inférieure à la croissance du PIB mondial, qui s'élevait à 3,2 %. A lui seul, phénomène témoin d'un revirement.

Ce document est consacré aux enjeux et aux solutions de la transition énergétique. Tout d'abord, nous passons brièvement en revue certaines connaissances scientifiques clés sur le changement climatique. Bien qu'il soit difficile d'estimer l'évolution future des émissions et de l'augmentation de la température, nous essayons de déterminer le scénario le plus probable. Nous décrivons ensuite les étapes cruciales de la transition et expliquons que la mise en œuvre pratique s'accompagne de défis socioéconomiques majeurs. La question de savoir si une réduction drastique des émissions est compatible avec la croissance économique est très actuelle et nécessite une explication. Enfin, nous terminons par un chapitre expliquant comment notre stratégie d'investissement participe activement à la transition.

1. Quelques notions scientifiques de base

Les changements climatiques¹ ne sont pas des phénomènes nouveaux. Les fluctuations de concentration de gaz à effet de serre ont, depuis l'origine, occasionné des variations de température qui ont influencé le climat. Il y a 100 millions d'années par exemple, la température moyenne de la Terre était de 8 à 10°C plus chaude que la température actuelle. Mais le réchauffement actuel a deux caractéristiques particulières : sa vitesse d'une part et son lien évident avec la consommation de combustibles fossiles par l'homme d'autre part. Il existe un large consensus scientifique sur le fait que le changement climatique actuel n'est pas dû à des modifications de l'activité solaire ou de l'orbite de la Terre, mais presque entièrement aux émissions de gaz à effet de serre provenant des activités humaines. La combustion de combustibles fossiles (charbon, pétrole et gaz), la déforestation et

¹ Selon la définition proposée par les Nations Unies, les changements climatiques désignent les variations à long terme de la température et des modèles météorologiques.

l'agriculture émettent du dioxyde de carbone (CO₂), du méthane (CH₄) et du protoxyde d'azote (N₂O). En conséquence, les températures mondiales se réchauffent, atteignant entre-temps plus de 1°C par rapport aux niveaux préindustriels. Il s'agit d'une moyenne mondiale ; dans certaines régions, l'augmentation de la température est plus importante, dans d'autres moins.

Le changement climatique s'accompagne de nombreuses conséquences indésirables, telles que des phénomènes météorologiques plus extrêmes, l'élévation du niveau de la mer, la perte de biodiversité, les pertes de récoltes et les effets sur la santé. Sans politique de transition énergétique, cela entraînerait des implications socioéconomiques et (géo)politiques à grande échelle. L'objectif de l'Accord de Paris est de limiter le réchauffement climatique bien en dessous de 2°C (avec un objectif de 1,5°C). Si le réchauffement dépasse les 2°C, la probabilité que le changement climatique s'auto-renforce augmente considérablement, entraînant des effets de rétroaction de type domino sur les masses de glace, les flux de circulation et les écosystèmes.

L'activité humaine devrait continuer à générer des émissions de CO₂ dans l'atmosphère pendant un temps, même si ces émissions devraient commencer à baisser bientôt. Le CO₂ disparaît naturellement de l'atmosphère très lentement, contrairement au méthane, qui s'oxyde en moyenne au bout d'une dizaine d'années (mais par tonne de gaz à effet de serre émise, le CH₄ est plus puissant que le CO₂). En raison de sa longue persistance (des centaines d'années), le CO₂ s'accumule dans l'atmosphère et sa concentration augmente. La mesure la plus récente, en juin 2022, a enregistré un niveau record de 417 parties par million (ppm), bien plus élevé que les niveaux préindustriels (environ 280 ppm).

Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), un organisme scientifique créé par les Nations unies en 1989, a pour objectif principal de rendre compte de l'état de notre climat et de faire des projections à ce sujet. L'institution identifie en outre les possibilités pour ralentir le changement climatique et étudie comment s'y adapter. Les rapports du GIEC ne contiennent que des informations publiées dans des revues scientifiques évaluées par des pairs. Il s'agit – à ce stade – des meilleures connaissances dont nous disposons. Le GIEC a publié son [sixième rapport](#) en mars de cette année. Sous une forme extrêmement condensée, les conclusions sont les suivantes : (1) l'impact de l'homme sur le climat actuel est tout à fait évident ; (2) plus nous perturbons le climat, plus la probabilité d'effets graves et irréversibles augmente ; (3) à condition de réagir rapidement, il est encore possible de limiter les effets négatifs du changement climatique.

2. Une projection réaliste des émissions futures et de l'augmentation des températures

► Croissance économique et émissions

Une question importante est de savoir comment évoluera la demande d'énergie au cours des prochaines décennies et quelles seront les émissions de CO₂ qui en résulteront. L'équation dite de Kaya montre clairement que les émissions totales de CO₂ sont déterminées par quatre facteurs fondamentaux, comme indiqué ci-dessous :

$$\text{Émissions totales de CO}_2 = \text{population} * \frac{\text{PIB}}{\text{population}} * \frac{\text{énergie}}{\text{PIB}} * \frac{\text{CO}_2}{\text{énergie}} .$$

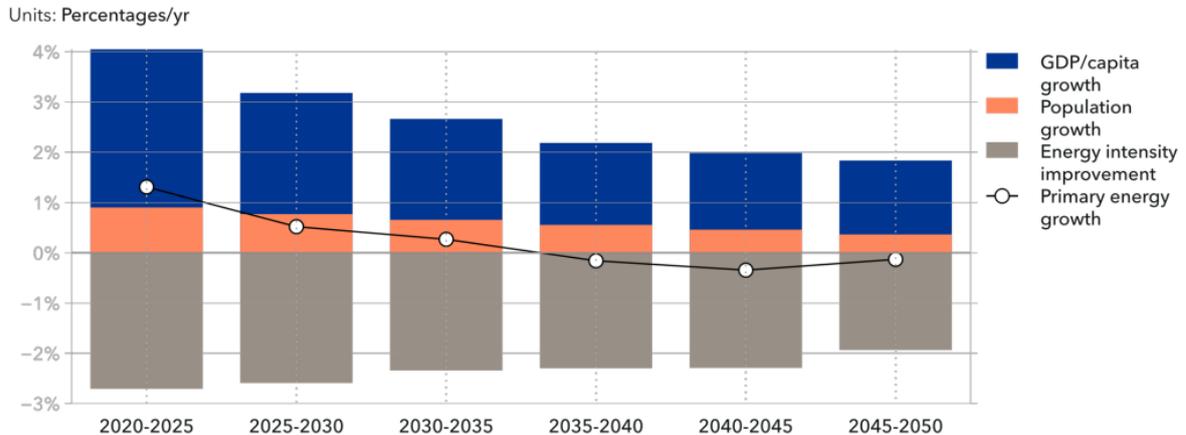
La **population** mondiale est l'un des principaux moteurs de la demande d'énergie. On estime que la terre comptera 9,4 milliards d'habitants d'ici 2050 (contre 8 milliards aujourd'hui). Le **niveau de vie** moyen (PIB par habitant) est un deuxième facteur important. L'**intensité énergétique**, c'est-à-dire la consommation d'énergie par unité de PIB, dépend de l'efficacité énergétique du système économique. Enfin, l'**intensité en carbone** est la quantité de CO₂ libérée lors de la production d'énergie.

Les trois premiers facteurs déterminent la demande mondiale d'énergie primaire². L'augmentation de la **population** combinée à l'amélioration du **niveau de vie** entraîne inévitablement une augmentation de la demande d'énergie. Cette augmentation doit être freinée (voire annulée) par une baisse de l'**intensité énergétique**. Les pertes de conversion d'énergie primaire en énergie finale représentent à elles seules plus de 15 % de l'énergie

² Une source d'énergie primaire est une forme d'énergie disponible dans la nature avant toute transformation. L'uranium, le charbon, les hydrocarbures, les cours et les chutes d'eau, la force de la mer, le rayonnement du soleil, la force du vent, le pétrole sont des sources d'énergie primaires.

primaire aujourd'hui. Améliorer l'efficacité de la chaîne énergétique (et notamment dans la production d'électricité) représente donc un des enjeux majeurs de la réussite de la transition énergétique. L'autre façon de faire baisser l'intensité énergétique est d'améliorer l'efficacité de notre consommation d'énergie finale. L'électrification des transports (les véhicules électriques sont trois à quatre fois plus efficaces que les véhicules à moteur à combustion interne), l'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments et les changements de comportement font partie des autres solutions envisagées.

World energy intensity and annual reduction rate



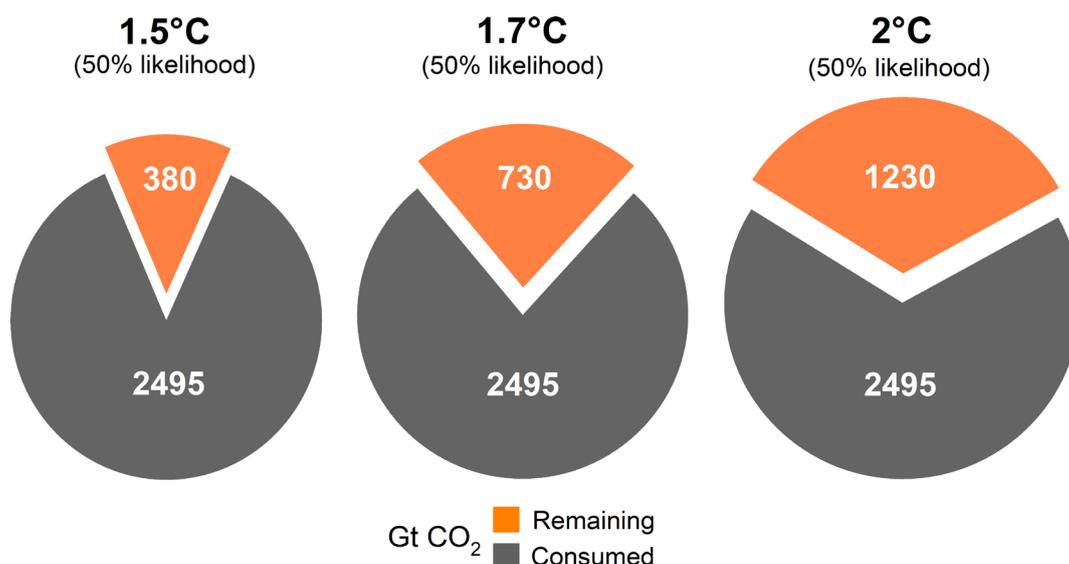
Source : DNV, Energy Transition Outlook 2022

Le graphique ci-dessus montre les projections de croissance de la population, du niveau de vie et de l'intensité énergétique jusqu'en 2050. Après 2035, la baisse de l'intensité énergétique du PIB compense la croissance combinée de la population et du PIB par habitant. Sans les gains d'efficacité attendus dans les transports, les bâtiments et l'industrie, la demande d'énergie en 2050 serait supérieure de 65 % à celle du scénario projeté. En Europe et dans certains autres pays industriels (Japon, Australie, etc.), la demande d'énergie a déjà atteint un pic. Elle continue cependant à croître dans la plupart des pays émergents. En Chine (le plus grand consommateur mondial d'énergie), le pic devrait être atteint au cours de la prochaine décennie. La demande d'énergie dans le sous-continent indien devrait plus que doubler d'ici 2050 et la région dépassera l'Amérique du Nord en tant que deuxième plus grand consommateur d'énergie d'ici 2040 environ.

Le quatrième facteur, **l'intensité en CO₂**, dépend de la combinaison des sources d'énergie utilisées pour répondre à la demande énergétique. La croissance économique nécessitera toujours beaucoup d'énergie. Il est essentiel de réduire radicalement l'intensité en CO₂ pour atteindre les ambitions climatiques. Historiquement, l'augmentation de la consommation d'énergie a inévitablement entraîné une hausse des émissions de CO₂ en raison de la forte dépendance aux combustibles fossiles. Au cours de la dernière décennie, un découplage clair entre la croissance économique et les émissions de CO₂ est déjà visible dans certains pays. Cette évolution est attribuée à des changements dans les activités industrielles, à l'efficacité et au passage à des sources d'énergie renouvelables. Nous reviendrons plus loin sur la relation entre croissance économique et émissions de CO₂.

► Budget CO₂ et augmentation des températures

La concentration de CO₂ donne une indication directe de l'augmentation de la température mondiale à long terme. Comme il s'agit d'une relation de cause à effet, l'augmentation attendue des températures peut être calculée à partir de la quantité globale de CO₂ cumulée dans l'atmosphère. Inversement, il est possible d'estimer la quantité d'émissions de CO₂ à ne pas dépasser si l'on veut limiter l'augmentations des températures. Cette dernière approche est appelée « budget carbone » (budget CO₂). Ces estimations s'accompagnent évidemment d'incertitudes, non seulement sur l'estimation des émissions de CO₂ dans le futur, mais aussi sur la relation entre émissions et augmentation des températures (effets de rétroaction ou décalage possible entre les émissions et l'augmentation de la température). La relation entre les émissions de carbone et la température globale est complexe et influencée par de nombreux facteurs. Néanmoins, le budget CO₂ fournit une approche méthodique utile pour indiquer l'impact sur les températures de différents scénarios d'émissions de CO₂.



Source : GCP, Global Carbon Budget 2022

Les calculs du GIEC démontrent que, pour rester en dessous de l'objectif de hausse de température de 1,5°C, les émissions cumulées doivent être limitées à 380 GtCO₂ à partir de 2022, et à 1 230 GtCO₂ pour rester en dessous de 2,0°C. Avec les émissions de CO₂ estimées ci-dessus sur la base des projections de la demande mondiale d'énergie primaire et de l'évolution de l'intensité en CO₂ (source : DNV), le budget CO₂ sera épuisé en 2029 pour limiter la hausse des températures à 1,5°C et en 2056 pour limiter la hausse à 2°C. Atteindre les objectifs de 1,5 °C et de 2 °C sans dépasser temporairement le budget de CO₂ est donc déjà hors de portée selon les projections actuelles. Les émissions de CO₂ issues des activités liées à la production d'énergie, des processus industriels et de l'utilisation des sols resteront importantes après 2050 et continueront à l'être pendant de nombreuses années. La question se pose donc de savoir quelle augmentation de température peut être envisagée selon un scénario réaliste.

Une extrapolation de la tendance à la baisse des émissions de CO₂ après 2050 conduit à l'hypothèse d'émissions mondiales nettes nulles d'ici la fin du siècle. Cela implique un excédent estimé à 300 GtCO₂ par rapport au budget de 2,0°C et aboutirait à un réchauffement de 2,2°C par rapport aux niveaux préindustriels d'ici 2100.

3. Les principaux axes de politique économique et industrielle permettant de mener à bien la transition énergétique et la réduction des émissions

Même si les objectifs les plus ambitieux risquent de ne pas être atteints, il n'en reste pas moins que tous les efforts possibles doivent être déployés pour réduire les émissions de CO₂. Après tout, chaque dixième de degré Celsius compte. Les axes principaux de politique économique et industrielle qui permettront de mener à bien la transition énergétique et la réduction des émissions sont : la production d'électricité à partir de sources d'énergie renouvelables, la tarification du carbone, l'investissement public (ainsi que les subventions), les incitants à l'innovation et enfin, les encouragements à une meilleure utilisation des terres agricoles. Même si cette politique est menée, il est presque certain que la transition vers un monde sans émissions à l'échelle mondiale ne sera pas réalisée suffisamment tôt pour que nous puissions éviter les risques liés à un réchauffement supérieur à 1,5 °C. Une politique économique et industrielle sage doit donc nous préparer aux conséquences d'un réchauffement des températures supérieur.

► La production d'électricité à partir de sources d'énergie renouvelables

La transition énergétique repose en grande partie sur la production d'électricité à partir de sources d'énergie primaire renouvelables. D'ici 2050, non seulement la quantité d'électricité produite sera plus de deux fois supérieure à celle d'aujourd'hui, mais la production sera également plus verte. Les sources non fossiles devraient représenter 70 % de la production d'électricité en 2050, contre 11 % aujourd'hui. Les sources fossiles continueront à être utilisées de manière limitée pour la production d'électricité (environ 10 %), afin d'assurer la flexibilité et l'appoint du système électrique. Toutefois, dans des régions comme l'Inde, elles resteront importantes pour la production d'électricité (20%). Les sources renouvelables comprennent principalement l'énergie solaire et l'énergie éolienne, dont la capacité d'ici 2050 devra être multipliée respectivement par 22 et 9 selon le scénario proposé. Les autres sources renouvelables devraient connaître une croissance plus modérée. L'hydroélectricité produisait 16 % de l'électricité mondiale en 2020. La production d'hydroélectricité a doublé au cours des 20 dernières années et la croissance se poursuivra « seulement » à un rythme similaire dans les décennies à venir, car l'exploitation dépend de l'existence d'emplacements appropriés. L'essentiel de la croissance aura donc lieu en Chine, dans le sous-continent indien et en Asie du Sud-Est.

La production d'électricité nucléaire est un cas particulier. Il n'y a pas d'émissions de CO₂, mais il y a des risques liés à l'exploitation et à la question des déchets. La moitié de la capacité nucléaire installée dans le monde a plus de 30 ans et de nombreux réacteurs approchent de la fin de leur durée de vie initialement prévue. Il est peu probable que la capacité nucléaire augmente en Europe, au Royaume-Uni et aux États-Unis, à moins d'un changement majeur de politique. Bien que de nouvelles centrales puissent être construites pour remplacer les existantes, une croissance nette de la capacité dans ces régions semble très improbable. Même en cas de changement de politique, il faudrait au moins 15 ans pour que les nouvelles capacités deviennent opérationnelles. À l'échelle mondiale, on estime que la capacité nucléaire n'augmentera que modérément et que son importance relative diminuera. Une grande partie de cette croissance viendra de la Chine, où le nucléaire représente actuellement 5 % de la production d'électricité. La Chine est en train de construire presque autant de capacité de production nucléaire que le reste du monde. Au cours des prochaines décennies, la capacité et la production nucléaires chinoises vont presque doubler, tout en conservant la même part dans le mix électrique. Néanmoins, l'énergie nucléaire restera une source d'énergie modeste en Chine.

► La tarification du carbone

L'établissement d'un prix explicite pour les émissions de carbone est un levier politique essentiel pour réaliser un changement structurel vers des sources à faibles émissions. Les économistes soulignent l'importance et la nécessité d'internaliser, par le biais d'un prix, les externalités, c'est-à-dire les effets secondaires négatifs indirects des activités économiques. Le principe de la tarification du carbone consiste à faire payer aux émetteurs de carbone tout ou partie des coûts qu'ils imposent à la société. Cela oblige ces émetteurs à rendre ces coûts visibles dans les bilans et les résultats des entreprises. En outre, la fixation d'un prix pour les émissions de carbone rend les investissements moins risqués dans les technologies à faible teneur en carbone.

La tarification du carbone peut se faire soit par le biais d'un système d'une taxe carbone (par exemple, un droit d'accise sur les combustibles fossiles), soit par le biais d'un système d'échange de quotas d'émission. L'UE est un précurseur avec son système d'échange de quotas d'émission (Emissions Trading System), qui est entré en vigueur dès 2005. Ce système fixe des plafonds d'émissions de CO₂ pour certains secteurs et permet aux grandes entreprises d'acheter ou de vendre des droits d'émission. Il est également appelé système de plafonnement et d'échange (*cap and trade*). Par cet outil, c'est le marché qui détermine donc le prix des émissions de CO₂. À mesure que les émissions maximales autorisées sont réduites et que les quotas deviennent plus chers, le prix « persuade » les grands émetteurs à réduire leurs émissions. En avril 2023, l'UE a adopté un ensemble de mesures plus strictes, notamment une réduction accélérée des quotas d'émission, l'extension du champ d'application au transport maritime et un système d'échange de quotas distinct pour les bâtiments, le transport routier et d'autres secteurs.

Il s'agit d'un outil politique qui reste largement inutilisé au niveau mondial : seulement 23 % des émissions sont couvertes par un système de tarification du carbone (2022). À l'heure actuelle, il n'existe toujours pas de prix efficace, transparent, appliqué de manière cohérente et, surtout, reconnu globalement pour les émissions. On estime qu'en 2030, le prix du carbone devrait se situer entre 50 et 100 USD par tonne de CO₂ pour atteindre les objectifs climatiques. Selon les prévisions, seule l'Europe se situera dans cette fourchette de prix (c'est déjà le cas aujourd'hui). Entre 70 et 120 dollars, il devient financièrement intéressant pour des secteurs comme l'acier et le

ciment d'investir dans des techniques de production à base d'hydrogène vert et dans le piégeage du carbone³. À un prix supérieur à 120 dollars, toute une série de technologies à émissions négatives deviennent financièrement intéressantes.

Des mécanismes d'ajustement carbone aux frontières peuvent assurer la convergence entre les régions leaders et les autres. Les efforts des leaders en matière de neutralité climatique ne doivent pas se faire au détriment de leur compétitivité. En effet, celle-ci pourrait être compromise par des objectifs moins ambitieux dans d'autres pays ou chez des partenaires commerciaux. Pour éviter cela, l'UE a créé le « mécanisme d'ajustement carbone aux frontières » (MACF). Celui-ci vise à contrer ce risque en imposant un prix carbone sur les importations de certains biens en provenance de l'extérieur de l'UE. Il vise également à décourager les entreprises européennes de délocaliser leur production dans des pays moins stricts en matière d'émissions. C'est ce qu'on appelle les fuites de carbone. Dans ce cas, les émissions mondiales ne diminueraient pas.

Cependant, la tarification du carbone peut également comporter certains pièges. L'une des principales préoccupations est qu'elle pourrait entraîner une hausse des prix de l'énergie pour les consommateurs et les entreprises. Pour les entreprises, cela pourrait signifier que de nombreuses centrales fossiles, en particulier dans les marchés émergents, devraient fermer avant la fin de leur durée de vie économique.

► **L'investissement public (ainsi que les subventions)**

Le rôle d'orientation des autorités paraît inévitable, sachant que, ce faisant, les objectifs à long terme de la transition énergétique sont parfois contrecarrés par des considérations à court terme. Récemment, la guerre en Ukraine a attiré l'attention sur la sécurité et l'indépendance énergétiques, ce qui a nécessité une action gouvernementale qui n'était pas nécessairement cohérente avec les objectifs à long terme. Les gouvernements peuvent soutenir la transition énergétique de plusieurs manières :

- En investissant eux-mêmes dans les infrastructures publiques, par exemple les transports publics, les réseaux électriques, etc. ;
- En créant un environnement qui encourage le développement d'infrastructures vertes, comme des subventions à l'investissement et à la production ou encore, des subventions pour la recherche et le développement ;
- En influençant le comportement des consommateurs pour qu'ils fassent le choix de l'écologie, par le biais de réglementations (par exemple, interdiction des voitures dans les centres-villes), de taxes (par exemple, tarification routière, tarification du carbone), de réglementations (normes de produits, normes d'émission, taxonomie, etc.) ou de subventions (panneaux solaires, voitures électriques, etc.).

L'Europe (Green Deal) et les États-Unis (Inflation Reduction Act) ont élaboré des plans de grande envergure pour créer une « économie verte ». Ils visent à créer une offre de produits et de services qui soutiennent la transition énergétique et à s'assurer d'une demande pour ces produits et services.

► **Les incitants à l'innovation**

On l'a vu, la production d'électricité à partir de sources d'énergie renouvelables est essentielle dans la transition énergétique. Mais la transition énergétique ne peut pas reposer uniquement sur cette solution. D'une part, un réseau électrique largement alimenté par le solaire et l'éolien repose sur des sources difficilement contrôlables. Même lorsque le soleil ne brille pas ou que le vent ne souffle pas, la demande d'énergie doit pouvoir être satisfaite. En outre, le réseau doit être en mesure de faire face aux pics de demande. Enfin, tous les secteurs et toutes les régions ne pourront pas être neutres en CO₂ d'ici 2050. D'autres solutions, reposant sur une série d'innovations technologiques sont donc nécessaires. Toute politique économique visant à stimuler ces innovations est la bienvenue.

- L'aspect incontrôlable des énergies renouvelables peut être compensé par des sources d'énergie contrôlables et sans carbone telles que l'hydroélectricité, l'énergie nucléaire et les sources fossiles (gaz) avec piégeage du carbone. Et lorsque la demande d'énergie est inférieure à l'offre des sources non flexibles (éolienne et solaire),

³ La séquestration du dioxyde de carbone, aussi appelée piégeage du carbone ou séquestration du carbone est le stockage à long terme du dioxyde de carbone hors de l'atmosphère. Elle est réalisée de manière naturelle par des processus biologiques et géologiques.

l'énergie excédentaire peut être stockée dans des batteries et dans de l'hydrogène. En ce qui concerne l'énergie nucléaire, ce ne sont pas tant les réacteurs conventionnels que les petits réacteurs modulaires (SMR) qui offrent une opportunité. Les petits réacteurs modulaires présentent l'avantage de pouvoir être produits plus rapidement et à moindre coût qu'une centrale nucléaire classique. En Europe, le Royaume-Uni et la France s'intéressent particulièrement à cette technologie. Ils investissent dans la recherche et le développement et pourraient réaliser leurs premiers projets au cours de la première moitié de la prochaine décennie. À plus long terme, les réacteurs à sels fondus (MSR, Molten Salt Reactor) pourraient constituer une innovation technologique supplémentaire. L'un de leurs avantages serait de pouvoir recycler les déchets nucléaires des centrales existantes et de les utiliser comme combustible. Mais cette technologie n'est pas encore mature.

- L'hydrogène vert pourrait représenter environ 5 % du bouquet énergétique mondial d'ici 2050, ce qui signifie qu'il mettra du temps à s'imposer en tant que source d'énergie. La production d'hydrogène (par électrolyse) et sa liquéfaction (par réfrigération) pour le transport sur de longues distances nécessitent beaucoup d'énergie. Dans le contexte de la transition énergétique, il n'a de sens que s'il peut être produit à partir d'énergies renouvelables. Par ailleurs, l'hydrogène présente un certain nombre d'inconvénients techniques qui freinent son application, notamment :
 - Sa densité énergétique en termes de volume est assez faible, par exemple seulement un quart de celle de l'essence,
 - L'hydrogène est hautement inflammable, ce qui compromet la sécurité de son transport,
 - Afin de permettre son transport sur de longues distances (entre continents), il doit être transformé en ammoniac.

Pour ces raisons, nous pensons que l'hydrogène sera principalement utilisé dans les secteurs où il est difficile de décarboniser par d'autres moyens, tels que les transports lourds, la navigation et les applications industrielles (en particulier lorsque des températures élevées font partie du processus de production). L'hydrogène peut également servir de solution au problème du stockage d'énergie renouvelable excédentaire. L'électricité produite par des éoliennes ou le solaire aux heures de pointe peut être utilisé pour fabriquer de l'hydrogène vert à travers l'électrolyse.

- Pour compenser le dépassement du budget CO2 dans certaines régions et certains secteurs, la quantité de CO2 excédentaire peut être retirée de l'atmosphère par la suite. Les techniques disponibles sont le captage du carbone à la source et l'élimination du carbone déjà présent dans l'atmosphère. Cette dernière peut se faire naturellement par le biais de la reforestation ou par le biais de la technologie (Direct Air Capture, DAC). Le captage direct de l'air n'en est qu'à ses débuts et ne devrait apporter une contribution significative qu'après 2050.

Le captage de carbone est surtout utilisé pour l'extraction de pétrole, et seule une partie négligeable (26 Mt de CO2 par an) est capturée. Mais d'autres industries⁴ développent des projets de captage de carbone innovants et nous nous attendons à ce que les sources particulièrement importantes d'émissions de CO2 dans le secteur de l'électricité et les processus de fabrication capturent davantage de carbone. Mais la rentabilité de cette technologie dépend du prix du carbone. Ce n'est que lorsque le prix du carbone s'approchera du coût du captage que le déploiement à grande échelle pourra commencer.

La plupart des capacités de captage devraient se trouver en Europe, en Chine et en Amérique du Nord. L'Europe est la seule région où le prix du carbone est suffisamment élevé pour que son captage soit économiquement viable avant 2040. Dans les autres régions, les prix du carbone resteront relativement modérés.

► **Les encouragements à une meilleure utilisation des terres**

Les émissions de CO2 provenant de l'utilisation des terres (agriculture, sylviculture et autres utilisations des terres) ne sont pas négligeables. Elles représentaient 3,2 Gt en 2020, soit à peu près la même quantité que les émissions de l'Europe. Les émissions liées à l'utilisation des terres ont augmenté lentement au cours des 20 dernières années mais on estime qu'elles devraient diminuer lentement grâce notamment au changement d'affectation des terres pour atteindre 2 Gt d'ici 2050, soit près de 40 % de moins que les niveaux annuels actuels.

La consommation de viande et de produits laitiers contribue de manière significative aux émissions de CO2 dues à cette source. Des habitudes alimentaires différentes (consommer moins de viande et de produits laitiers, en

⁴ Les projets de captage de carbone **Go4zero** de la cimenterie d'Holcim à Obourg (stockage) et **Colombus** de Carmeuse (réutilisation) sont des exemples belges notables. Ces projets bénéficient de financements européens.

particulier dans les pays à revenu élevé, et les remplacer par de la viande ou des substituts de viande à faible impact) et des méthodes de production différentes devraient jouer un rôle à cet égard. L'amélioration des rendements agricoles (cultiver durablement plus de nourriture sur moins de terres) et la réduction du gaspillage alimentaire (environ un tiers des émissions alimentaires proviennent de la nourriture perdue dans les chaînes d'approvisionnement ou gaspillée par les consommateurs) font également partie des solutions.

► **Se préparer aux conséquences du réchauffement en compensant les pays les plus touchés et en s'adaptant aux nouvelles conditions**

Nous l'avons vu au chapitre précédent, il semble improbable que la transition vers un monde sans émissions à l'échelle mondiale soit réalisée suffisamment à temps pour que nous puissions éviter les risques liés à un réchauffement supérieur à 1,5 °C. Nous devons donc nous préparer dès aujourd'hui à vivre avec les conséquences d'un réchauffement plus élevé. Les pays développés disposent d'un fonds pour le climat destiné à aider les pays émergents à opérer la transition énergétique, d'une part, et à réparer les dommages causés par le changement climatique ou à s'y adapter, d'autre part. Ces pays - dont beaucoup souffrent davantage des effets du réchauffement climatique que les pays de l'OCDE - sont censés recevoir 100 milliards de dollars par an. Ce montant n'est pas atteint dans la réalité.

Trop peu d'attention est accordé à l'adaptation et à l'anticipation des risques liés au changement climatique. Les risques physiques les plus graves ne devant se manifester qu'après 2050, ils sont difficiles à quantifier et – à travers les analyses coût-bénéfices traditionnelles - la valeur actuelle des bénéfices futurs ne compense pas les investissements à réaliser aujourd'hui. Nous pensons que cette situation changera à mesure que les impacts deviendront plus clairs et que le besoin de technologies permettant de les atténuer augmentera, comme les investissements dans des infrastructures capables de résister à des phénomènes météorologiques extrêmes, les investissements dans des systèmes d'information sur le climat qui surveillent et prévoient, les investissements dans la recherche et le développement de nouvelles technologies et de stratégies d'adaptation.

4. Défis importants

Les solutions théoriques à la transition énergétique existent largement. Cependant, le grand défi réside dans sa mise en œuvre. L'une des raisons évidentes est ce que l'on appelle le problème du « passager clandestin » (ou du resquillage) : chacun souhaite que le problème soit résolu, mais s'attend à ce que ce soit l'autre qui fasse les efforts nécessaires. Cette attitude s'applique non seulement aux individus, mais aussi aux pays. Elle explique en partie pourquoi la coopération est difficile et pourquoi la question climatique ne peut être abordée qu'au niveau international. Au-delà du problème de resquillage, d'autres défis se posent. Nous soulignons ci-dessous les questions épineuses de l'accessibilité financière, de la sécurité énergétique et de l'(in)dépendance énergétique. Nous examinons également la relation entre le changement climatique, d'une part, et les inégalités sociales et les migrations, d'autre part.

► **Accessibilité : éviter que le coût de l'électricité ne devienne un obstacle à la transition énergétique**

Pour que l'électrification soit un succès, le prix de l'électricité doit rester abordable. Sur la base de quels critères détermine-t-on le prix de l'électricité ?

L'électricité est produite à partir de différentes sources, chacune ayant des coûts marginaux de production différents. L'énergie éolienne, par exemple, a un faible coût de production car la matière première (le vent) est gratuite. Si l'hydroélectricité et la production nucléaire ont des coûts plus élevés, ce sont les centrales au gaz ou au charbon qui ont les coûts les plus élevés.

Sur le marché de l'électricité, la méthode du « Merit order » est utilisée. Cela signifie que les générateurs dont les coûts marginaux de production sont les plus bas sont déployés en premier, suivis par ceux dont les coûts d'exploitation sont plus élevés, jusqu'à ce que la demande totale d'électricité soit satisfaite. Le prix final du marché est déterminé par les coûts de production du dernier producteur déployé, et donc le plus cher. En d'autres termes, le « Merit order » est basé sur le coût marginal de la production d'électricité.

La logique de cette méthode est double : elle vise d'un part à garantir que l'on fasse appel aux producteurs les moins chers en premier (et donc à maintenir un prix de marché bas) et à déployer les énergies renouvelables (dont

le coût de production est faible), avant les producteurs de combustibles fossiles (dont le coût de production est plus élevé) ; elle vise d'autre part à garantir la sécurité de l'approvisionnement en énergie (puisque même le producteur le plus cher continuera à produire à un prix intéressant pour lui).

La crise énergétique de 2022 a montré les faiblesses de cette méthode. La hausse exponentielle du prix du gaz a entraîné celle du prix de l'électricité. Afin d'éviter qu'une électricité chère ne devienne un obstacle à la transition énergétique, la Commission Européenne (CE) travaille actuellement sur une réforme du fonctionnement du marché de l'électricité. En apparence, cette réforme ne sera pas fondamentale puisqu'elle ne modifie pas le système du « Merit order ». En revanche, la CE vise à remédier à la volatilité des prix, en protégeant les consommateurs contre les prix volatils à court terme, et à renforcer le rôle de contrats plus stables à long terme.

► **Sécurité énergétique : les investissements dans les combustibles fossiles, un mal nécessaire pour l'instant**

Jusqu'à présent, le déploiement des capacités renouvelables n'a pas entraîné de réduction de la demande de combustibles fossiles. La raison en est que la demande d'électricité augmente à un rythme plus rapide que la croissance de la capacité renouvelable. En d'autres termes, l'augmentation de la demande d'électricité nécessaire pour s'éloigner des combustibles fossiles est en partie soutenue aujourd'hui par... les combustibles fossiles (principalement le gaz dans les pays développés, le charbon dans les pays émergents). Globalement, on constate que la moitié de l'augmentation de la production d'électricité au cours des dernières années est satisfaite par des combustibles fossiles.

Alors que dans les pays industrialisés classiques, la demande de sources d'énergie fossile pour la production d'énergie supplémentaire diminuera rapidement, ce n'est pas encore le cas dans les pays émergents. Dans le scénario le plus probable, l'utilisation du pétrole devrait atteindre son maximum dans la seconde moitié de cette décennie, et celle du gaz naturel au milieu de la prochaine décennie. Pour répondre à cette demande, l'offre doit suivre. Les puits de pétrole ont la particularité de devenir moins productifs au fil du temps et de s'épuiser. Ce déclin naturel est d'environ 5 % par an. Si nous ne voulons pas assister à un déséquilibre entre l'offre et la demande de combustibles fossiles, entraînant une hausse des prix, nous devons investir dans de nouvelles sources d'énergie fossile pendant un certain temps encore.

Le manque d'investissement n'est pas imaginaire. Il est notamment à l'origine de la hausse du prix du gaz en 2021, avant le déclenchement de la guerre en Ukraine. Le boom du pétrole et du gaz de schiste depuis le début des années 2010 a inondé les marchés et fait baisser les prix (divisés par deux entre 2014 et 2016). Cette chute des prix s'est ensuite traduite par un manque d'investissement dans l'exploration et la production. Les nouveaux gisements n'ont plus été développés. Cette tendance a été renforcée par un climat d'investissement incertain en raison d'une réglementation accrue et d'un financement plus difficile (à leur tour renforcée par les préoccupations environnementales). Dans le même temps, la demande a continué d'augmenter, notamment pour répondre aux besoins croissants en électricité. Il en a résulté un déséquilibre entre l'offre et la demande, qui a conduit à une multiplication par cinq des prix du gaz dès 2021, avant même l'invasion russe et la crise énergétique qui s'en est suivie.

► **Nouvelles dépendances**

La guerre en Ukraine a douloureusement démontré la dépendance aux énergies fossiles de certaines régions du monde, et notamment de l'Europe. La transition énergétique risque de créer de nouvelles dépendances. Le déploiement des batteries dans le secteur de l'électricité et, parallèlement, le passage des transports aux véhicules électriques à batterie signifient que la transition énergétique dépendra fortement d'un approvisionnement en métaux tels que le cuivre, le lithium et le cobalt. Les quantités de métaux nécessaires à la production d'une voiture électrique sont nettement supérieures à celles d'une voiture à carburant fossile. Par exemple, une batterie de voiture électrique peut contenir jusqu'à 80 kg de cuivre, alors qu'une voiture conventionnelle n'en contient qu'environ 20 kg. Les éoliennes, par exemple, utilisent des quantités importantes d'acier et de cuivre, ainsi que des terres rares tels que le néodyme et le dysprosium, qui sont des composants des aimants puissants qui améliorent la performance de leurs générateurs. Les panneaux solaires nécessitent également de l'argent, du cuivre et de l'indium, entre autres. À plus long terme, il est possible que des goulets d'étranglement dans l'approvisionnement en matières premières et des facteurs géopolitiques fassent grimper les prix des terres rares. Combiné à la concentration des chaînes d'approvisionnement pour certaines technologies vertes (par exemple,

les panneaux solaires en Chine), cela pourrait mettre fin à la tendance à la baisse des coûts de production des énergies renouvelables.

▶ « Not in my backyard »

L'augmentation de la capacité de production d'énergie solaire et éolienne réduira considérablement l'empreinte carbone de la production d'électricité. Cependant, l'utilisation des sols augmentera. La production d'énergie solaire et éolienne nécessite au moins 10 fois plus de terres (surface au sol) par unité d'énergie produite que la production d'énergie fossile. En outre, alors que la production d'électricité à partir d'énergie fossile se fait généralement à proximité de la demande, l'énergie solaire et éolienne doit être produite là où les conditions sont les meilleures, ce qui nécessite davantage d'infrastructures de transport. Le besoin total en terres pour l'énergie solaire et éolienne terrestre passerait à environ 400 millions d'hectares (15 fois plus que la superficie actuelle), soit 3 % de la superficie terrestre mondiale, d'ici à 2050. En outre, le besoin de ressources nécessitera de nouvelles mines qui posent des problèmes environnementaux. L'utilisation des sols nécessitera l'obtention de permis et pourrait susciter des résistances du type « not in my backyard » (« surtout pas chez moi »), entraînant à leur tour des hausses de prix et des retards de développement. Pour atténuer ce risque, des études sont en cours sur des matériaux alternatifs ou des méthodes de production d'énergie renouvelable moins dépendantes de ces métaux.

▶ Transition énergétique et inégalités

Le changement climatique et la transition énergétique risquent d'accentuer les inégalités au niveau mondial. Un pays peut être considéré comme vulnérable en raison de son exposition aux effets physiques du changement climatique, de la composition sectorielle de son économie ou de sa capacité d'adaptation. Ce sont souvent les pays les plus pauvres et les plus vulnérables qui subissent les conséquences du changement climatique, alors que ce sont eux qui contribuent le moins à la crise. À mesure que les effets du changement climatique s'accroissent, des millions de personnes vulnérables sont confrontées à des défis disproportionnés en termes de phénomènes météorologiques extrêmes, d'effets sur la santé, de sécurité alimentaire, d'eau et de moyens de subsistance, de migrations et de déplacements forcés.

En outre, certaines études suggèrent que les pays à faible revenu et producteurs de combustibles fossiles doivent dépenser davantage par rapport à leur PIB afin de construire une économie à faibles émissions. Les pays dont le PIB par habitant est plus faible sont généralement les plus touchés financièrement par la transition énergétique parce qu'une part relativement plus importante de leurs emplois, de leur PIB et de leurs actifs se trouve dans des secteurs plus exposés à la transition, tels que les industries à forte intensité d'émissions, l'agriculture et la production d'électricité à partir de combustibles fossiles, tandis qu'une part plus faible de leur économie se trouve dans les secteurs des services, qui sont relativement moins touchés par la transition énergétique.

Pour éviter que le changement climatique et la transition énergétique n'augmentent les risques d'accroissement des inégalités sociales, des mesures d'accompagnement sont nécessaires. Celles-ci devraient garantir la solidarité climatique entre les différents groupes de revenus au sein d'un même pays et entre les pays riches et les pays moins riches afin de prévenir l'augmentation des migrations climatiques.

5. Baisse des émissions et croissance, est-ce possible ?

La question de savoir si la réduction des émissions de CO₂ peut aller de pair avec la croissance économique est intéressante - et quelque peu controversée. Historiquement, les émissions de CO₂ ont été fortement corrélées à la prospérité économique. Ces dernières années, de nombreux pays ont réussi à atteindre une **croissance** économique tout en **réduisant** leurs émissions. Il s'agit principalement de pays développés (États-Unis, zone euro). Cela est dû à un certain nombre de facteurs : d'une part la réduction ou la stabilisation de la consommation d'énergie grâce à des gains d'efficacité et à l'externalisation des industries à forte consommation d'énergie vers les pays émergents, et d'autre part la réduction de l'intensité en carbone grâce au déploiement des énergies renouvelables. Même en tenant compte de la production délocalisée, on observe toujours pour ces pays une croissance économique et une baisse des émissions de carbone. C'est ce que l'on appelle le découplage absolu.

Dans les économies émergentes, nous n'observons pas encore cette tendance. La croissance de la consommation d'énergie due à l'augmentation du PIB par habitant est encore trop forte et l'utilisation des sources renouvelables n'est pas suffisante pour répondre à la demande d'énergie. Toutefois, une tendance au découplage relatif est

visible ici : les émissions continuent d'augmenter, mais dans une mesure bien moindre que la croissance économique.

Les partisans de la « décroissance » souhaitent accorder une plus grande priorité à une forte rationalisation des comportements de consommation afin de réduire les émissions de CO2. Ils affirment que consommer moins est la seule façon de parvenir à une réduction durable de la consommation d'énergie au fil du temps. De plus, cela s'inscrit dans l'objectif d'avoir un impact moindre sur la planète pour la consommation de toutes sortes de ressources (matières premières, utilisation des sols, etc.).

Les partisans de la « croissance », au contraire, considèrent que la poursuite du développement économique est une condition préalable pour aborder la transition énergétique. En effet, une prospérité accrue devrait permettre aux pays d'investir dans l'innovation et les technologies à faible émission de carbone.

Selon nous, la décroissance ne semble pas être la bonne voie pour parvenir aux réductions requises des émissions de CO2. La crise du Covid - l'exemple type d'une période de décroissance - n'a permis de réduire les émissions de CO2 que de 5 % sur l'ensemble de l'année 2020. En outre, nous pensons que le soutien de l'opinion publique risque de s'effriter si la population doit sacrifier des richesses pour des raisons climatiques. D'ailleurs, le plus gros problème ne se situe pas dans les pays riches, mais dans les pays émergents. Il ne serait pas responsable de priver ces pays de leur développement économique et de renoncer à accroître leur prospérité pour résoudre le problème climatique mondial.

La conviction que la croissance peut aller de pair avec la lutte contre les problèmes climatiques n'implique pas un plaidoyer en faveur d'une croissance débridée. La consommation d'énergie peut augmenter si sa source est renouvelable. L'économie peut croître si cette croissance est durable. Plusieurs pays montrent que la croissance économique n'est pas incompatible avec la réduction des émissions, mais le découplage doit se faire beaucoup plus rapidement qu'aujourd'hui.

6. Réflexions finales

L'évolution des émissions de carbone et le budget carbone restant montrent que les mesures climatiques doivent être mises en œuvre d'urgence et que des actions supplémentaires sont nécessaires si l'on veut éviter de dépasser les objectifs d'augmentation des températures. Les sceptiques de la transition énergétique font remarquer que les nombreux investissements qui doivent être réalisés aujourd'hui afin de la réaliser n'entraîneront pas de gains de productivité. Ce n'est selon nous pas une raison suffisante pour ne pas les faire. Le coût de l'inaction (en termes de dommages climatiques et de coût d'adaptation) est supérieur au coût de la transition énergétique.

Il est donc nécessaire d'agir, mais les mises en garde suivantes doivent être prises en compte :

- Les ambitions climatiques doivent être prises en compte en même temps que la sécurité énergétique et l'accessibilité financière. S'il est possible de construire un système avec une part très élevée d'énergie renouvelable, une transition complète réalisée rapidement - dans les décennies à venir - n'est pas possible. Afin d'être en mesure de répondre à la demande d'énergie à un prix abordable, des sources d'énergie autres que les énergies renouvelables sont encore nécessaires dans le bouquet énergétique.
- Plus que toute autre région, les marchés émergents seront déterminants pour la réussite de la transition énergétique. Ce que les marchés émergents feront de leur système énergétique dans les années à venir soutiendra l'action des pays développés... ou l'éclipsera. À titre d'exemple, si les émissions par habitant en Inde devaient atteindre le niveau actuel des émissions par habitant en Chine, cela annulerait en grande partie les activités de décarbonisation réalisées par l'Europe et l'Amérique du Nord entre aujourd'hui et 2050.
- La transition énergétique pourrait entraîner une augmentation des pressions inflationnistes par le biais de trois canaux. Le premier est la fréquence accrue des catastrophes naturelles (« inflation climatique ») qui pourrait entraîner une hausse des coûts ou, par exemple, de mauvaises récoltes. Le deuxième est la hausse des prix des combustibles fossiles (« inflation fossile ») pendant la phase de transition (lorsque la production de combustibles fossiles diminue plus rapidement que l'introduction d'alternatives renouvelables), causée par les taxes sur les émissions de carbone et la baisse des investissements dans le secteur des combustibles fossiles. Enfin, le passage aux énergies renouvelables entraîne une augmentation de la demande de certains métaux

et minéraux (« inflation verte »). La transition doit donc s'opérer sous l'œil vigilant des banques centrales sur les autres facteurs qui influencent l'inflation.

- Les importations de combustibles fossiles ne doivent pas être remplacées par d'autres importations (de technologies et de matières premières). Afin d'éviter de nouvelles dépendances, la transition énergétique doit s'accompagner d'une production locale, c'est-à-dire d'une réindustrialisation de l'Europe.

7. Stratégie d'investissement

Il y a une dizaine d'années déjà, Degroof Petercam a décidé d'**intégrer les risques** liés au réchauffement climatique au cœur de son analyse menant aux décisions d'investissement prises par la Banque. La démarche est simple : nous sélectionnons les entreprises les mieux préparées à ces risques et, de cette façon, tentons de limiter l'exposition des portefeuilles aux impacts financiers pouvant en découler. Elle peut nous mener à écarter certaines entreprises de notre univers d'investissement mais il ne faut pas y voir une volonté d'exclusion systématiquement de tout émetteur dont l'activité a la moindre exposition aux impacts du réchauffement climatique. Une telle approche limiterait selon nous beaucoup trop la diversification des portefeuilles qui reste un outil de gestion privilégié. En revanche, nous tentons de comprendre comment l'émetteur appréhende ces risques et privilégions toutes choses égales par ailleurs – au sein de chaque secteur – les entreprises qui les gèrent le mieux.

Afin d'illustrer ce que cette démarche implique pratiquement, prenons un exemple : celui de la production de bière pour laquelle l'approvisionnement en eau risque d'être mis à mal par le réchauffement climatique. Intégrer activement ce risque nous incite à être plus attentifs, dans notre sélection, aux producteurs qui investissent dans la qualité de leurs infrastructures, qui sécurisent leur approvisionnement et qui arrivent à limiter les déperditions. Ceux qui font le gros dos ou qui ignorent ce risque afin de préserver leurs flux de trésorerie à court terme (souvent parce qu'ils sont endettés) sont mis de côté. À mesure que les impacts du réchauffement climatique se feront sentir, le coût du capital des entreprises les mieux préparées devrait selon nous baisser par rapport à celui de leurs concurrents, permettant au marché de mieux valoriser leurs flux de trésorerie futurs. Cette approche « best-in-class » n'est en réalité qu'un prolongement logique de notre tradition de gestion, active, analytique et tournée vers la valeur à long terme des entreprises sélectionnées.

Mais notre démarche ne s'arrête pas là : nous voulons aussi faire participer nos clients aux **opportunités d'investissements** multiples offertes par la transition énergétique. Pour ce faire, nous augmentons petit à petit les investissements dans des entreprises dont les activités participent de façon ciblée à l'objectif de réduction des gaz à effet de serre. Dans ce cadre, nous avons considéré la baisse des bourses en 2022, qui s'est fait particulièrement sentir sur certains secteurs considérés comme des valeurs de croissance, comme des opportunités. Voici quelques illustrations de ces secteurs :

- Les producteurs d'énergie renouvelables.
- Les acteurs de l'amélioration de l'efficacité de la chaîne énergétique, et notamment dans la production d'électricité.
- Les producteurs de voitures électriques.
- Les entreprises dont les produits permettent l'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments.
- Les entreprises offrant des solutions de piégeage de carbone.

Notons que la plupart des investissements nécessaires à la décarbonisation de l'économie sont réalisés dans des secteurs à forte intensité carbone. Investir dans la transition énergétique signifie donc aussi investir dans des entreprises à forte intensité carbone mais qui ont des plans de transition crédibles ou qui fournissent les matériaux, les équipements et les services nécessaires à la transition. TotalÉnergies, malgré toutes les controverses dont elle souffre, est pour nous un exemple d'une telle entreprise acteur. Se contenter d'exclure les entreprises les plus polluantes d'un portefeuille n'est donc selon nous pas la façon la plus efficace de participer à la transition énergétique. Et lorsque nous investissons dans des entreprises qui sont actuellement fortement émettrices de carbone, mais qui ont des plans de transition crédibles, nous **mobilisons nos équipes d'analystes** afin qu'ils soient en contact régulier avec leurs dirigeants. Lorsqu'une direction refuse d'entrer en discussion avec nous sur ces sujets, nous en tirons les conséquences.

Terminons cette note par un engagement : notre volonté est de faire baisser progressivement l'impact global sur le réchauffement des portefeuilles que nous conseillons et gérons. Pour ce faire, nous nous obligeons à contrôler

régulièrement l'évolution de deux mesures de pilotage du portefeuille : (1) leur intensité⁵ et (2) leur empreinte⁶ carbone. Dans ce cadre, nous ne voulons pas nécessairement être jugés sur le niveau initial d'émission mais bien sur cet engagement de le faire baisser progressivement. Nous pensons que leur pilotage au niveau du portefeuille (et non au niveau de chaque émetteur) est la façon la plus efficace pour un gestionnaire de fortune de participer à l'objectif de baisse des émissions. Ce l'est, non seulement d'un point de vue de logique financière (nous construisons des portefeuilles diversifiés) mais aussi d'un point de vue sociétal (ou de logique extra-financière) : nos investissements favorisent la baisse des émissions sur toute la chaîne de valeur, pas seulement sur quelques entreprises « propres ». Vous pouvez donc considérer qu'à travers vos investissements, vous aussi vous êtes un acteur de la transition énergétique.

Rédaction : Johan Gallopin, Hans Bevers, Jo Wuytack, Maxime Boccart, Jérôme van der Bruggen

Références

Global Carbon Project : Global Carbon Budget 2022, November 2022

International Energy Agency : CO2 Emissions in 2022, March 2023

DNV : Energy Transition Outlook 2022 - A global and regional forecast to 2050

Intergovernmental Panel on Climate Change : IPCC Sixth Assessment Report (AR6)

Banque Degroof Petercam SA, ayant son siège social Rue de l'Industrie, 44 à 1040 Bruxelles est responsable de la rédaction et de la distribution du présent document. Ce document vous est proposé uniquement à titre informatif. Son contenu ne peut en aucun cas être considéré comme un conseil en investissement et ne relève pas de la catégorie « recherche en investissement » telle que visée par la réglementation MiFID. Les avis exprimés reposent sur des informations publiques soigneusement sélectionnées qui sont valables au moment de l'élaboration du présent document. Elles peuvent être modifiées sans préavis et n'offrent aucune garantie pour l'avenir. Ni Banque Degroof Petercam, ni ses sociétés affiliées, administrateurs, représentants ou employés ne peuvent être tenus responsables d'informations inexactes, incomplètes ou manquantes, ou de dommages, pertes, frais, responsabilités ou autres dépenses directs ou indirects qui découleraient de l'utilisation de ces informations ou de la confiance accordée à celles-ci, sauf en cas de faute intentionnelle ou de négligence grave. Le présent document est la propriété de Degroof Petercam et ne peut en aucun cas faire l'objet, même partiellement, d'une copie, d'une diffusion ou d'une publication, sans l'autorisation préalable expresse de Degroof Petercam. Banque Degroof Petercam est soumise au contrôle prudentiel de la Banque

⁵ L'intensité carbone d'un portefeuille de valeurs mobilières est son niveau d'émission de gaz à effet de serre (exprimé en tCO2e) par million investi.

⁶ L'empreinte carbone d'un portefeuille de valeurs mobilières est son niveau d'émission de gaz à effet de serre (exprimé en tCO2e) par million de chiffre d'affaires.

Nationale de Belgique , Boulevard de Berlaumont 14, 1000 Bruxelles, au contrôle de l'Autorité des services et marchés financiers (FSMA), rue du Congrès 12-14, 1000 Bruxelles en matière de protection des investisseurs et des consommateurs.