

Introduction

Pas de mots, pas de chiffres, pas de graphes compliqués... juste une série de barres verticales colorées, montrant le réchauffement progressif de notre planète dans une seule image saisissante¹ (figure 0.1). Elles montrent clairement et de manière vivante comment les températures moyennes mondiales ont augmenté sur près de deux siècles. Chaque bande représente la température moyenne sur une seule année, par rapport à la température moyenne sur l'ensemble de la période. Les nuances de bleu indiquent des années plus froides que la moyenne, tandis que le rouge indique des années plus chaudes que la moyenne. La bande de rayures rouge foncé sur le côté droit du graphique montre le réchauffement rapide de notre planète au cours des dernières décennies. On dit que le climat se réchauffe.

Mais quelle est la définition précise du climat ? Le climat décrit la météo qu'il fait sur une longue période de temps dans une zone spécifique. Différentes régions peuvent avoir des climats différents. Pour décrire le climat d'un lieu, on peut dire quelles sont les températures au cours des différentes saisons, la quantité de pluie ou de neige qui tombe généralement, etc. Lorsque l'on parle de climat, on examine souvent les moyennes de précipitations, de température, d'humidité, d'ensoleillement, de vent et d'autres mesures météorologiques qui se produisent sur 30 ans. Pourquoi 30 ans ? Comme nous le voyons, la couleur des barres verticales varie d'une année à l'autre. Et ça n'a rien d'exceptionnel, c'est ce que l'on appelle la variabilité naturelle du climat. Une période de 30 ans est, selon les normes établies par l'Organisation météorologique mondiale,

¹ Les bandes climatiques ont été créées par le professeur Ed Hawkins de l'université de Reading en 2018.

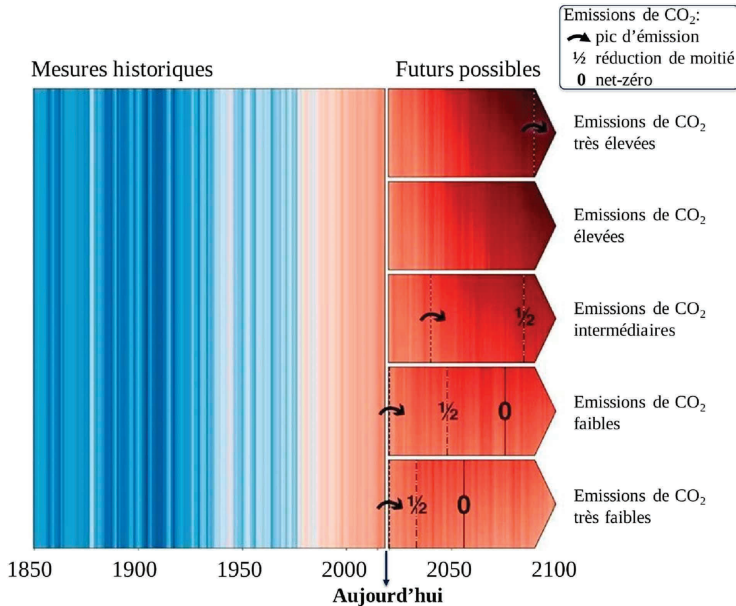


FIGURE 0.1. « Warming stripes » montrant le réchauffement progressif observé de la Terre et les futurs possibles selon les cinq derniers scénarios d'émission de gaz à effet de serre du GIEC, de 1850 à 2100 à l'aide de bandes de couleurs représentant la température moyenne globale sur une année, par rapport à la température moyenne sur l'ensemble de la période. Les nuances de bleu indiquent des années plus froides que la moyenne, tandis que le rouge indique des années plus chaudes que la moyenne. Source : GIEC (2021).

suffisamment longue pour atténuer les variations et anomalies météorologiques à court terme, telles que des étés inhabituellement chauds ou des hivers froids, qui peuvent fausser la compréhension des tendances climatiques².

Le climat s'est donc réchauffé. La dernière décennie a été la plus chaude jamais enregistrée depuis l'ère préindustrielle, entre 1850 et 1900 (GIEC, 2021). L'évolution future du climat dépend de la manière dont nous agissons pour lutter contre le réchauffement climatique. Plusieurs scénarios explorent des futurs possibles. Les scénarios d'émissions de dioxyde de carbone (CO₂) intermédiaires à très élevées prolongent le réchauffement climatique au-delà de 2100. Seuls les scénarios d'émissions faibles et très faibles permettent de stabiliser le niveau de réchauffement pour le faire décroître par la suite (figure 0.1).

² Parfois, des périodes plus courtes, par exemple 20 ans, sont utilisées dans l'évaluation de changements ou de tendances plus récentes du climat. Cependant, la période de 30 ans reste la norme pour définir et analyser le climat.

La création du GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) en 1988 et la mise en place de la CCNUCC (Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques) en 1992, ont permis d'aboutir au protocole de Kyoto en 1997, premier accord international destiné à lutter contre le changement climatique par la réduction des émissions de gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Ce protocole a été remplacé par l'accord de Paris, entré en vigueur en 2016. L'objectif ultime de l'accord de Paris est de maintenir « l'augmentation de la température moyenne mondiale bien en dessous de 2 °C au-dessus des niveaux préindustriels » et de poursuivre les efforts « pour limiter l'augmentation de la température à 1,5 °C au-dessus des niveaux préindustriels ». Cet objectif impose non seulement le calendrier mais également la vitesse à laquelle la communauté mondiale doit réduire ses émissions de gaz à effet de serre.

Actuellement, la production d'énergie représente environ 35 % des émissions de gaz à effet de serre. Respecter l'accord de Paris nécessite de réduire de 55 % à 65 % le contenu carbone de l'énergie d'ici 2050 et d'avoir d'ici 2100, 90 % d'énergies décarbonées dans la consommation d'énergie primaire (GIEC, 2014). Pour atteindre ces objectifs ambitieux, il est impératif d'électrifier certains usages tels que le chauffage et la mobilité. Cela implique une transformation rapide de la production énergétique actuelle, majoritairement basée sur les combustibles fossiles, vers des technologies à faible émission de carbone. Parmi ces technologies, les énergies renouvelables occupent une place centrale.

Or la variabilité météorologique ne rend pas forcément service à cette transformation. Les événements météorologiques extrêmes comme les sécheresses, les canicules, les tempêtes, les inondations ou les feux de forêts, dont la fréquence et l'intensité augmentent avec le changement climatique, constituent un risque physique croissant pour les infrastructures du système électrique. Mais cette variabilité entraîne surtout une production d'énergie renouvelable fluctuante, principalement issue de sources éoliennes et solaires, qui est difficile à intégrer dans le réseau électrique. Néanmoins, de nombreuses solutions existent pour favoriser l'intégration des énergies renouvelables variables dans le réseau électrique, ce qui est crucial pour la décarbonation du secteur de l'énergie. Il s'agit notamment de cartographier précisément les ressources avant l'installation de dispositifs de production et de fournir des prévisions du potentiel solaire et éolien afin de mieux gérer l'équilibre entre l'offre et la demande.

Dans ce contexte, parler de transition énergétique revient à s'attaquer à un problème complexe visant à minimiser la variabilité tout en maximisant la pénétration des énergies renouvelables. L'enjeu n'est pas simple, et il est essentiel de trouver un équilibre délicat entre l'urgence climatique et les défis sociotechniques associés. En effet, la transition énergétique ne se limite pas à un simple changement technologique. Elle implique également des adaptations

sociétales, économiques et politiques. Les infrastructures doivent être adaptées, les politiques publiques doivent soutenir l'innovation et les investissements dans les technologies vertes, et la sensibilisation du public doit être renforcée pour encourager les comportements écoresponsables. En comprenant les multiples dimensions de cette transition, nous pouvons mieux appréhender les efforts nécessaires pour construire un avenir énergétique durable et résilient.

Ce livre invite donc à explorer une des nombreuses facettes de la transition énergétique, et permettra, je l'espère, de mieux comprendre les défis de l'intégration des énergies renouvelables dans le bouquet énergétique de demain.