

Préface

Depuis plus de 30 ans, la communauté scientifique tente d'alerter les décideurs politiques et le grand public sur le dérèglement du climat et toutes les conséquences potentielles qui iraient de pair. Mais le sujet est vaste, complexe, et surtout doit nous amener à reconsidérer en profondeur le modèle de développement économique qui a façonné nos sociétés depuis 150 ans. Comment concilier, de manière durable, des questions généralement perçues comme antagonistes : maintenir une croissance en valeur de la richesse des pays et des individus tout en diminuant de manière très importante (division par 4 et plus) la consommation de ressources naturelles en général, et des ressources énergétiques fossiles en particulier, le tout sans envisager de solutions radicales telles qu'une division par 2 ou 3 de la population mondiale, et/ou une réduction drastique de la richesse matérielle individuelle et donc de son pouvoir d'achat ?

Car l'enjeu central est là. Tout, absolument tout ce qui caractérise nos sociétés actuelles a été possible grâce au pétrole, au charbon et au gaz, fantastiques concentrés d'énergie, faciles à exploiter et donc d'un coût totalement insignifiant au regard des services qu'ils nous rendent. Quoi de plus « normal » aujourd'hui que de pouvoir traverser un océan en quelques heures, acheter à peu près tout avec un clic de souris, se déplacer à 130 km/h en appuyant sur un bouton tout en écoutant sa musique préférée ou encore pouvoir vivre plus longtemps et mieux grâce aux progrès de la recherche médicale. Et comme nous sommes tous « tombés dedans quand on était petit », qui a conscience de ce que le confort et le mode de vie dont nous bénéficions tous les jours est possible grâce à d'innombrables machines qui travaillent à notre place en « mangeant » des énergies fossiles ? Qui se rend compte que l'énergie totale contenue dans un seul litre de pétrole, équivaut à ce qu'un individu en bonne santé serait capable de « produire » avec ses bras en déplaçant, avec une pelle, 6 m³ de terre par jour pendant 200 jours ? Résultat des courses, aujourd'hui, chaque jour dans le monde, la consommation de pétrole (environ 100 millions de barils) est l'équivalent, en volume,

d'une tour ayant une base carrée de 100 m de côté et une hauteur de 1 km. Chaque jour. C'est absolument sans précédent dans l'histoire de l'humanité.

Indépendamment du fait que, compte tenu de la caractéristique intrinsèquement non renouvelable de ces ressources fossiles, un tel niveau de consommation ne pourra durer encore que quelques décennies tout au plus, l'autre conséquence est qu'en faisant brûler la quasi-totalité de ces fossiles, nous rajoutons de manière massive du CO₂ dans l'atmosphère, renforçant ainsi l'effet de serre, et de manière excessivement rapide, ayant pour conséquence, dès à présent et pour encore plusieurs siècles, un dérèglement général du système climatique. Si pour la planète, dont l'échelle de temps est le million d'années, ce dérèglement est un « non-sujet », pour l'*Homo sapiens* que nous sommes, avec un horizon temporel de quelques décennies, cette question doit être en haut de la liste de nos « choses à faire ».

Cela étant, compte tenu de l'urgence et de l'ampleur des moyens à mobiliser, il est essentiel de ne pas se tromper de priorité. Et pour agir de manière efficace et pertinente, la première chose est de pouvoir disposer d'un état des lieux à la fois complet et précis de nos émissions de gaz à effet de serre (GES). Aujourd'hui, parmi celles qui veulent agir, beaucoup trop de personnes et d'organisations veulent passer directement au plan d'action sans diagnostic initial, ou à partir d'un diagnostic très sommaire. Il ne vous viendrait certainement pas à l'idée d'aller voir votre médecin et de lui demander une prescription sans qu'il puisse vous ausculter ou avoir des analyses. Comment pourrait-il savoir si votre problème c'est le cœur, les reins ou l'estomac ? En matière de gaz à effet de serre, la situation est semblable, car les sources d'émissions les plus importantes à l'échelle d'une personne ou d'une organisation sont celles qu'on ne « voit » pas. Qui sait que son smartphone favori, qui tient dans sa poche pour un poids de quelques dizaines de grammes, « pèse » en réalité entre 30 et 50 kg de CO₂ ? Il est donc indispensable de comprendre la « logique d'ensemble » tout en ne passant pas à côté de quelques subtilités, d'avoir une vision globale des choses à partir d'une analyse initiale objective.

Mais en la matière, très nombreux sont les individus et les organisations qui ont besoin de « monter en compétence » sur cette question de la quantification des émissions de gaz à effet de serre. Or, rares sont les établissements d'enseignement supérieur ou les cursus de formation continue qui intègrent ces questions dans leurs programmes.

Si vous lisez ces lignes, c'est qu'*a priori* le sujet vous intéresse, ou au moins vous interroge. Que vous soyez en cours de formation initiale, ou que celle-ci fasse partie du passé, le livre de Jean-Yves Rossignol constitue une très bonne entrée en matière. Son contenu à la fois complet, dense, précis et abordable vous permet d'acquérir un

solide socle de connaissances méthodologiques et pratiques. Par ailleurs, les exercices et études de cas proposés tout au long de l'ouvrage vous permettent de passer de la théorie à la pratique immédiatement, et contribuent ainsi à consolider efficacement ces connaissances nouvellement acquises.

En résumé, un ouvrage de référence pour toutes celles et ceux qui souhaitent vraiment ajouter cette corde à leur arc, et contribuer ainsi à répondre efficacement aux enjeux du changement climatique.

François KORNMANN
Président de l'Institut de formation carbone

Avant-propos

« Si nous attendons que le climat soit trop inhospitalier pour agir contre les causes de ce dérèglement, la seule garantie que nous aurons alors sera que l'avenir sera pire. »

Jean-Marc Jancovici, Alain Grandjean
C'est maintenant ! 3 ans pour sauver le monde

Le présent ouvrage vise l'autonomie intellectuelle dans l'examen de l'impact climatique des activités, à l'intention, notamment, des étudiants et des responsables des petites et moyennes organisations.

En France, une méthode institutionnelle pour établir un bilan d'émissions de gaz à effet de serre, le Bilan Carbone®, est disponible. Elle propose des outils sophistiqués et une documentation méthodologique fournie et extrêmement détaillée. Le projet était donc d'offrir un autre éclairage, particulier, synthétique, mais compatible, évidemment, avec la méthode Bilan Carbone®.

Depuis 2006, j'ai dispensé, à l'Université et dans diverses écoles d'ingénieurs, un enseignement sur les bilans d'émissions de gaz à effet de serre, ainsi que sur le Bilan Carbone® lui-même pour le compte de l'Institut de formation carbone. À la lueur des questions posées et des difficultés rencontrées par les étudiants, il semblait utile de focaliser sur certains aspects théoriques et méthodologiques pour contribuer à consolider la validité des analyses et des calculs dans l'établissement d'un bilan. Les éléments généraux de cet ouvrage préparent à l'appréhension et à l'exploitation de la documentation et de la base de données de la plateforme Bilan GES mise à disposition en ligne par l'Ademe, ainsi qu'aux informations délivrées par l'Association bilan carbone chargée du développement et de la promotion de la méthode Bilan Carbone®. Tous

ces moyens, et en particulier la Base Carbone® de l'Ademe [ADE 18a, 18b], peuvent permettre de réaliser soi-même un bilan d'émissions de gaz à effet de serre. Cependant, pour disposer d'outils de calculs sophistiqués et ergonomiques, ainsi que pour revendiquer l'appellation Bilan Carbone®, il est strictement indispensable de posséder un agrément qui s'obtient avec une formation auprès de l'Institut de formation carbone.

AVERTISSEMENT. Pour satisfaire la curiosité des lecteurs scientifiques, des développements mathématiques sont parfois présentés dans cet ouvrage. Ils ne sont en rien indispensables à la compréhension méthodologique d'un bilan ni nécessaires au calcul pratique des émissions. Vous pouvez purement et simplement ignorer les passages mathématiques qui vous sembleront ardues.

Pour une économie physique

Les économies nationales se réfèrent au produit intérieur brut (PIB) pour évaluer leur performance. Cet indicateur représente la somme des valeurs ajoutées, c'est-à-dire la contrepartie de l'énergie apportée tout au long des chaînes de processus. Le PIB exprime donc un flux annuel. L'objectif prioritaire des États est son accroissement. Cependant, un flux suppose une différence de potentiel ou, dit de manière plus prosaïque, des « réservoirs » en amont et en aval du flux. Pour l'économie, ces réservoirs sont, en amont, les sources d'énergies, de matières premières, de biomasse, et en aval, les biomes récepteurs des déchets de l'activité. Les premiers se vident lorsque les ressources exploitées ne sont pas renouvelables ou lorsque la pression anthropique excède la capacité de la biosphère à renouveler les ressources. Les seconds se remplissent lorsque le flux de déchets est supérieur à la capacité de résorption des matières par les milieux naturels. Par exemple, le pétrole se raréfie dans l'écorce terrestre et le dioxyde de carbone qui résulte de son utilisation s'accumule dans l'atmosphère.

Malheureusement, la logique économique n'intègre pas la capacité ni l'état des réservoirs. Le cap qu'elle nous fixe est donc déconnecté des contingences physiques et la poursuite de l'accroissement du PIB mondial nous conduit à une impasse [JAN 09]. Cet indicateur simpliste, qui par ailleurs ne rend pas compte du bien-être des gens ni de l'équité de la redistribution des richesses produites, devra être abandonné ou, pour le moins, complexifié, comme l'a suggéré la commission Stiglitz [STI 09a]. Un indicateur physique basé sur l'énergie (voir annexe 1) et une comptabilité patrimoniale, constatant, à l'instar de la dotation aux amortissements, les ressources consommées et la dégradation de la capacité des systèmes naturels à les renouveler, serait bien plus pertinent pour guider l'humanité sur une trajectoire soutenable.

Le cycle naturel du carbone est perturbé par les conséquences de l'activité humaine, notamment à cause du déstockage du carbone fossile vers l'atmosphère, sous forme de

dioxyde de carbone, gaz à effet de serre. Le système climatique s'en trouve déstabilisé et le réchauffement, amorcé au XX^e siècle, pourrait avoir l'ampleur constatée lors d'un changement d'ère climatique, mais à un rythme de l'ordre de cent fois plus élevé. Les systèmes naturels et le système socio-économique pourront en être profondément affectés. L'inertie du système climatique est très importante et le processus de réchauffement n'est pas réversible à moyen terme. Cependant, la volonté collective d'agir pourrait limiter le réchauffement à un seuil supportable. C'est pourquoi les institutions internationales, les États et certains acteurs privés ont conçu et mis en place des instruments destinés à orienter l'économie dans une voie nouvelle qui intègre un indicateur physique, le carbone. Il s'agit d'instaurer une régulation des échanges qui prenne en compte la dégradation du capital que constituent les ressources carbonées peu ou pas renouvelables, ainsi que la capacité des écosystèmes à régénérer les ressources.

Plusieurs grands dispositifs et divers outils, plus ou moins généralisés, sont maintenant en place : le marché européen du carbone initié par le protocole de Kyoto, la taxation des émissions de dioxyde de carbone dans certains pays, la compensation des émissions, et les méthodes d'analyse de l'impact climatique des organisations, à l'instar des bilans d'émissions de gaz à effet de serre.

Le protocole de Kyoto, entré en vigueur en 2005, a imposé aux 38 pays industrialisés qui l'avaient ratifié de réduire de 5,2 % leurs émissions de gaz à effet de serre durant la période de 2008 à 2012, par rapport aux émissions de référence de l'année 1990. Pour la deuxième période d'engagement (2013-2020), 37 pays industrialisés se sont fixé un objectif de réduction d'émissions de 18 % par rapport à 1990. Les États répercutent une partie des engagements sur les principales industries fortement émettrices, qui se voient obligées de réduire leurs émissions chaque année. Le système d'échange des quotas d'émissions (SEQE) constitue un mécanisme de flexibilité qui permet aux entreprises de choisir d'investir dans des procédés moins émetteurs ou bien d'acheter des quotas pour s'acquitter de leur obligation de réduction, quotas offerts à la vente par les entreprises qui ont dépassé leurs objectifs assignés de réduction d'émissions. La loi de l'offre et de la demande est censée optimiser les efforts de réduction sur le plan économique. La théorie du marché du carbone est séduisante, mais la mise en œuvre et l'expérience génèrent des désillusions, voire connaissent quelques dérives [AYK 14, BER 08].

La taxation des émissions, opérée sur le dioxyde de carbone pour en faciliter l'application, dans la mesure où il suffit de taxer à la source l'énergie fossile, est un dispositif complémentaire au marché du carbone. Dans ce cas aussi, un mécanisme de flexibilité, avec le « recyclage » des recettes, permettrait de ne pas pénaliser les acteurs économiquement vulnérables et de réduire d'autres prélèvements pouvant

affecter le dynamisme économique, comme les contributions obligatoires assises sur le travail.

Le marché des quotas et la taxation du carbone sont des dispositifs complémentaires : le premier permet une maîtrise quantitative des objectifs de réduction d'émissions, mais n'offre pas de visibilité sur les coûts, tandis que la taxation a les propriétés inverses.

La compensation carbone consiste à quantifier ses propres émissions, à en calculer l'équivalent monétaire au prix du marché et à confier les fonds correspondants à un organisme qui se charge de financer des projets de réduction d'émissions, sous certaines conditions d'éligibilité. La compensation n'offre de réel intérêt que pour les émissions irréductibles, après amélioration interne de l'empreinte climatique, car si tous les acteurs se bornent à compenser, l'objectif de réduction global ne pourra pas être atteint.

Enfin, des méthodes et des outils sont à la disposition de toutes les organisations pour inventorier et quantifier les émissions dues à l'activité, afin de concevoir et de mettre en place des actions d'amélioration de l'empreinte climatique, puis d'en mesurer l'efficacité. Dans cet objectif, le présent ouvrage présente des bases méthodologiques, selon une approche la moins réductrice possible dans l'appréhension de la problématique de l'impact climatique des activités.