

CHRISTIAN DE PERTHUIS

Carbone fossile, carbone vivant

**Vers une nouvelle
économie du climat**

nrf
GALLIMARD

Introduction

ABONDANCE, RARETÉ, ÉQUITÉ

20 août 2018. Greta Thunberg est dans sa seizième année. Elle décide de ne plus aller à l'école jusqu'aux prochaines élections législatives qui doivent se tenir le 9 septembre en Suède. Au lieu de prendre le chemin du lycée, elle s'installe aux portes du Parlement avec un bout de carton portant la mention « *Skolstrejk för klimatet* » (« Grève scolaire pour le climat »). Elle y campera jusqu'au jour du scrutin.

Une lycéenne qui sèche pendant deux semaines la rentrée des classes : un non-événement qui aurait pu être vite oublié une fois les élections passées ! Mais Greta décide alors de ne reprendre les cours que quatre jours par semaine. Elle maintient son mot d'ordre de grève le vendredi, en appelant tous les lycéens du monde à la rejoindre. Le mouvement « *Fridays for Future* » est lancé. Greta Thunberg va bientôt devenir une icône incontournable en matière d'action climatique.

Le mouvement des lycéens pour le climat a pris une ampleur certaine. Des cortèges parfois imposants de jeunes ont battu le pavé des villes, surtout en Europe. Cette mobilisation n'y a cependant guère perturbé le système scolaire

et n'a pas eu l'impact escompté sur les politiques climatiques. D'autres formes de désobéissance civile fortement médiatisées ont pris le relais : interruption de manifestations sportives ; blocages de centres commerciaux ou de voies de communication ; jets de liquides pour occulter des tableaux célèbres dans les musées...

Les images de jeunes qui se collent au bitume des autoroutes urbaines ou aux murs de musées choquent l'opinion publique. C'est une constante de ce type d'actions. Le philosophe américain David Thoreau en fit une véritable doctrine dans son livre de 1847 inspiré de sa lutte contre l'esclavagisme¹. Un peu plus de cent ans avant les activistes du climat, la suffragette Mary Richardson s'introduisait déjà dans la National Gallery pour y lacérer la *Vénus* de Vélasquez au nom de la cause du droit de vote des femmes.

Abolition de l'esclavage, droit de vote des femmes, action en faveur du climat... Des causes justes qui poussent la société civile à multiplier les formes de désapprobation. La déferlante des contestations au titre des politiques climatiques n'est pas près de faiblir. Ses protagonistes la justifient par la passivité des responsables politiques face au réchauffement planétaire. Pour la majorité des observateurs, ces contestations reflètent, sinon le désengagement sur la question climatique, du moins la désespérante lenteur de l'action.

Inactif face au climat, le Parlement de Stockholm ? C'est pourtant le premier à avoir introduit une taxation du carbone au début des années 1990, puis un arsenal législatif et réglementaire sans pareil pour réduire les émissions de gaz à effet de serre. Si bien qu'aujourd'hui le pays de Greta Thunberg présente l'empreinte carbone par habitant la plus basse de tous les pays industrialisés. Comment alors expliquer que l'activisme climatique prenne sa source là où l'action face au

réchauffement semble avoir quelques longueurs d'avance ? Simple hasard ?

Au démarrage de ce livre, posons une hypothèse qui inverse la représentation habituelle. La montée des contestations sur le climat reflète avant tout les tensions qui apparaissent sitôt que les sociétés commencent à se mobiliser face au réchauffement global. Elle nous dit que la transition climatique a déjà commencé, mais exprime simultanément une sorte de sidération face à l'ampleur des transformations que la crise climatique va nous contraindre à opérer.

Ayant eu la chance de rencontrer des climatologues au début des années 2000, j'ai été moi-même saisi par une telle sidération. Depuis, je tente d'intégrer le climat dans mes recherches, avec l'idée que les bons instruments économiques seront utiles à l'action collective.

Dans un premier temps, je l'ai fait en utilisant les outils des économistes « orthodoxes » qui traitent le climat comme une « externalité environnementale », autrement dit comme une nuisance dont les coûts pour la société ne sont pas pris en compte par les marchés. Le rôle de l'économiste consiste dès lors à aider la puissance publique à corriger cette défaillance du marché grâce à la tarification carbone. J'ai beaucoup appris à la lecture de l'essai de référence² de Nicolas Stern publié en 2006. Peu après, nous avons analysé avec Denny Ellerman et Franck Convery le fonctionnement du système européen d'échange de quotas de CO₂ dans un ouvrage commun³.

Ces approches sont d'une grande utilité, mais n'épuisent pas le sujet. La question climatique ne peut se réduire à un problème d'externalité. Les lectures de l'ouvrage de Nicholas Georgescu-Roegen sur l'entropie⁴ et de l'essai plus récent de Kate Raworth sur « l'économie du donut⁵ » m'ont renforcé

dans cette idée. Elles m'ont convaincu que l'économie que j'avais apprise puis enseignée à l'université devait être revisitée. C'est ce que je me propose de faire dans ce livre à partir de trois notions clefs autour desquelles s'est forgée notre discipline : l'abondance, la rareté, l'équité.

Dans l'approche économique traditionnelle, l'abondance des biens est la finalité de l'activité. La rareté prend la forme d'un ensemble de limites que l'économiste aide à repousser par une allocation efficace des ressources assurant la croissance. L'équité concerne les conditions d'accès aux biens produits qui peuvent être livrés par le marché (biens privés) ou fournis par la collectivité (biens collectifs).

La crise climatique nous contraint à quitter ce paradigme. Elle ne provient pas de la rareté des matières premières mais de leur trop grande abondance. Trop de charbon, trop de pétrole, trop de gaz d'origine fossile conduisent à l'accumulation de gaz à effet de serre dans l'atmosphère et au dérèglement climatique. Le rôle de l'économiste consiste dès lors à chercher la bonne façon d'introduire de la rareté pour limiter l'abondance des biens qui est à la source du trop-plein de gaz à effet de serre dans l'atmosphère. L'équité porte sur la façon dont ce rationnement peut s'opérer tout en répondant à la demande en biens et services essentiels au bien-être de la population.

Ce nouveau paradigme conduit à changer notre représentation du capital naturel. Dans l'approche classique, la nature est pensée comme un stock dans lequel on puise des matières premières. D'où la crainte récurrente de buter sur le mur de la rareté : pas assez de terre (Malthus), pas assez de biens agricoles (Ricardo), pas assez de charbon (Jevons), pas assez d'énergie fossile (club de Rome)... Face au spectre de la rareté, les économistes les plus libéraux postulent que

le marché permet de trouver des substituts aux ressources qui, devenant rares, voient leurs prix relatifs augmenter. Ils imaginent la possibilité d'une « croissance infinie dans un monde fini ».

L'économiste du climat ne peut se satisfaire de cette figure réductrice du capital naturel. Il découvre que ce capital assure avant tout un ensemble de fonctions régulatrices auxquelles nous ne savons pas trouver de substituts. Il n'y a pas de « Planète B ». Le climat est l'une de ces fonctions régulatrices. Une autre est la biodiversité, autrement dit l'abondance du vivant, qui joue un rôle crucial dans la reproduction de la vie. Son érosion est accélérée par le réchauffement de la planète. Notre abondance matérielle s'opère au détriment de celle du vivant. Nous verrons à mesure de la progression du livre combien les enjeux relatifs au climat et à la biodiversité sont intrinsèquement liés.

Les deux premiers chapitres affinent nos représentations de l'abondance et de la rareté. Le premier rappelle l'ampleur du basculement de la rareté vers l'abondance résultant d'un siècle et demi de croissance économique basée sur l'énergie fossile. Une bascule sans précédent historique qui nous met aux prises avec des crises planétaires d'un nouveau type : destruction de la couche d'ozone, réchauffement climatique, érosion de la biodiversité. Occupés qu'ils étaient à étudier comment repousser les limites imposées par la rareté des matières premières, les économistes n'ont pas vu venir ces crises de l'abondance, quand ils ne les ont pas occultées.

Le deuxième chapitre examine comment notre utilisation de l'énergie fossile et celle du carbone vivant dans le milieu naturel provoquent le débordement du stock de gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Enrayer le réchauffement implique de stabiliser ce stock. Pour y parvenir, il faut viser la neu-

tralité climat en agissant sur deux axes : la transition énergétique qui vise à rationner le carbone fossile ; la transition agroclimatique qui remet en cause notre usage du carbone vivant pour les approvisionnements alimentaires au détriment de la biodiversité.

La transition énergétique fait l'objet des deux chapitres suivants. Le chapitre 3 examine sa dynamique d'ensemble, consistant à investir dans de nouvelles sources décarbonées en désinvestissant de l'énergie fossile. La baisse historique du coût des énergies convertissant des flux naturels (soleil, vents) est un puissant stimulant de l'investissement. Pour désinvestir des énergies fossiles, il faut simultanément donner un grand coup de frein à la demande d'énergie. Pour limiter cette demande de façon équitable, il convient de s'attaquer aux inégalités énergétiques en redistribuant les consommations superflues des nantis au profit des besoins essentiels qui sont loin d'être couverts.

Les impacts de la transition énergétique sur les régimes de croissance sont passés en revue au chapitre 4. L'investissement est facteur de croissance. Le désinvestissement qui affaiblit la capacité productive joue en sens inverse. La transition énergétique est un levier d'accélération de la croissance dans les pays moins avancés dont les économies ne sont pas encombrées d'actifs liés aux énergies fossiles. Les pays rentiers dépendant des énergies fossiles se trouvent à l'autre extrémité du spectre. L'Europe est dans une situation intermédiaire. L'impact de la transition énergétique sur son régime de croissance dépendra de sa capacité à reconvertir ses actifs économiques liés à l'usage des énergies fossiles. Les actifs financiers, bien sûr, mais surtout les actifs physiques et le capital humain.

À quelles conditions un monde sans émissions de carbone fossile conduit-il à la neutralité climatique ? C'est le

fil conducteur des deux derniers chapitres, consacrés à la transition agroclimatique.

Le chapitre 5 analyse la logique d'ensemble de cette transition. Côté demande, elle implique une modification des régimes alimentaires afin de limiter les produits issus des élevages de ruminants, principale source des émissions spécifiques de l'agriculture. Côté offre, cela conduira à réorganiser les systèmes agricoles en utilisant la diversité du vivant pour produire mieux, et souvent plus, à l'hectare. L'agroécologie est la prochaine révolution agricole. Son déploiement va s'accélérer au détriment des schémas productivistes qui ont artificiellement optimisé les rendements, mais se révèlent peu résilients face à la crise climatique. La sécurité alimentaire en sortira renforcée.

Le chapitre 6 se focalise sur la protection des puits de carbone naturels : les océans et la biosphère. L'atteinte de la neutralité climat est tributaire de cette protection, bien plus que du déploiement de techniques artificielles. Les océans doivent cesser d'être un angle mort des politiques climatiques. Certaines pratiques renforcent le puits de carbone océanique quand d'autres l'altèrent. Sur terre, la protection des puits de carbone n'est pas acquise. L'arrêt de la déforestation tropicale en zone humide et la lutte contre la désertification en zone sèche sont subordonnés aux changements de pratiques agricoles. La protection du puits de carbone forestier doit contrarier les impacts du réchauffement, qui menace la santé et la croissance des arbres.

En conclusion, je vous propose de revenir sur la notion de justice climatique et ses liens avec la résilience. À long terme, la question de la résilience renvoie à celle de la démographie. À plus court terme elle soulève la question de la démocratie. Face à l'urgence climatique, les méthodes de l'autoritarisme

peuvent séduire. Comme dans le cas des famines dans le monde examiné par Amartya Sen⁶, l'analyse des expériences réelles est sans ambiguïté. La performance des démocraties l'emporte sur celle des dictatures. C'est plutôt rassurant : « *Skolstrejk för klimatet* » !

NE COMPTEZ PAS SUR LE *PEAK OIL*

La nature met des millions d'années à transformer le carbone vivant en carbone fossile. Chaque fois qu'une tonne est brûlée, elle disparaît pour de bon des ressources exploitables. La rareté du stock en terre n'est-elle pas un facteur qui va contraindre les réductions d'émissions ? En particulier pour le pétrole, dont les émissions ont constitué un peu moins d'un tiers des rejets de carbone fossile dans l'atmosphère en 2021.

C'est la thèse des tenants du pic pétrolier, ou *peak oil*, qui anticipent un prochain manque de pétrole dans le monde⁸. Leur assertion prend racine dans la méthode mise au point par le géophysicien King Hubbert dans les années 1960. Hubbert édicte alors une loi qui porte son nom : quand la moitié des « réserves prouvées » d'un champ a été extraite, le pic d'exploitation est atteint et le déclin est inéluctable. Appliquant sa méthode à l'ensemble des champs exploités à l'époque aux États-Unis, l'ingénieur anticipe correctement le pic de production pétrolière apparu aux États-Unis en 1970.

Un bon point pour Hubbert. Mais l'ingénieur n'a pas vu venir les nouvelles techniques d'exploration permettant d'aller chercher bien plus de pétrole et de gaz grâce à la fracturation hydraulique et aux forages horizontaux. Ces techniques ont déclenché, après le dépassement du premier pic, un nouveau boom de la production de pétrole et de gaz. D'importateurs nets, les États-Unis sont redevenus exportateurs au début des années 2020, en dépit du niveau déraisonnable de leur consommation intérieure. La crise énergétique provoquée par la guerre en Ukraine l'a montré avec éclat : c'est de la côte est des États-Unis que sont arrivés les plus gros volumes de GNL à la suite de l'interruption des livraisons

de gaz russe. Ils ont parfois été chargés dans des terminaux portuaires initialement conçus pour importer du gaz depuis le Proche-Orient !

Les travaux de Matthieu Auzanneau, auteur d'un ouvrage sans pareil sur l'histoire de l'or noir⁹, permettent d'éclairer la question. Avec Hortense Chauvin, Auzanneau s'est penché sur les statistiques pétrolières à l'échelle du monde¹⁰. Ces deux auteurs nous mettent en garde contre les biais susceptibles d'entacher les chiffres portant sur les réserves publiés par des acteurs du jeu géopolitique. C'est le cas des pays de l'Opep, qui utilisent ces chiffres pour négocier leurs quotas de production comme des majors pétroliers dont le montant des réserves est scruté de près par les analystes financiers. Donc, prudence sur les chiffres portant sur les réserves, surtout quand ils concernent le pétrole.

Si l'on ne retient que les pétroles conventionnels, les réserves mondiales commencent à décliner dès le milieu des années 1980, ce qui a permis à certains experts d'anticiper correctement le déclin de la production mondiale effectivement observé à partir de 2008. Les Terriens ont donc probablement achevé dans cette décennie la phase la plus facile de la récupération du concentré d'énergie reposant dans le sous-sol sous forme de pétrole. Il y a consensus sur ce point.

Du fait de l'épuisement du stock de pétrole conventionnel, il faut plus de moyens pour aller chercher les pétroles dits non conventionnels : les pétroles extralourds très abondants au Venezuela, ceux extraits des sables bitumineux au Canada ou ceux qu'on va chercher dans des conditions extrêmes dans l'Arctique ou dans des gisements offshore profonds. Combien y en a-t-il de réellement exploitables avec les moyens techniques connus ? Il y a là un débat d'experts. D'après Auzanneau et Chauvin, la diminution des réserves pétrolières

augmentées des pétroles conventionnels n'est que décalée dans le temps. Elle reprend clairement à partir de 2010, vingt-cinq ans après celle observée sur les pétroles conventionnels, et devrait se poursuivre. D'après l'AIE, les réserves incluant les pétroles non conventionnels continuent d'augmenter, quoique à un rythme ralenti, jusqu'en 2021.

Nous ne disposons pas d'éléments pour arbitrer entre ces deux visions. Les deux sont compatibles avec ce qu'indique l'évolution des cours mondiaux de l'or noir sur longue période. Exprimés en pouvoir d'achat, ces cours diminuent durant toute la période où les hommes tirent au maximum sur les gisements les plus faciles à exploiter. Ils prélèvent alors les fruits prêts à être cueillis au bas de l'arbre, suivant la formule consacrée. À partir de 1970, il leur faut commencer à grimper dans l'arbre pour continuer à remplir leur panier de fruits. Économiquement, cela a un coût. D'où le changement de tendance des prix réels du pétrole, qui cessent de baisser à partir de 1970, pour connaître les oscillations chaotiques et peu prévisibles qu'on leur connaît depuis.

Au dernier pointage de l'AIE, réalisé en octobre 2022, les réserves de carbone fossile représentent environ cinquante ans d'exploitation pour le pétrole et le gaz et cent quarante ans pour le charbon¹¹. Ces « réserves prouvées » concernent les volumes identifiés dans des gisements connus et économiquement exploitables avec les technologies actuelles. La ressource totale en terre serait plus de dix fois supérieure, d'après l'AIE.

Imaginez que l'intégralité de ces réserves soit extraite du sous-sol. En utilisant les facteurs d'émission moyens précédemment cités, cela conduirait à relâcher dans l'atmosphère environ 3,5 billions (milliers de milliards) de tonnes de CO₂, provenant presque aux trois quarts de la combustion du charbon. Les billions de tonnes ne vous parlent pas beau-

coup ? Rapportons-les aux émissions réelles. Depuis 1920, les Terriens ont rejeté dans l'atmosphère environ 1,6 billion de tonnes de CO₂. S'ils vidaient en plus tous les gisements aujourd'hui identifiés, cela conduirait à en ajouter un peu plus du double dans l'atmosphère. En combien de temps ? En 2021, les émissions de carbone fossile ont atteint 37 Gt de CO₂. Cela prendrait donc quatre-vingt-quinze ans au rythme des émissions actuelles.

Une conclusion s'impose : ne comptez pas sur le pic pétrolier ou sur la rareté du charbon et du gaz pour l'atténuation du réchauffement climatique !

Avons-nous bien tout compté ? Pas tout à fait. L'extraction et le transport de gaz, surtout quand ils sont réalisés dans de mauvaises conditions, génèrent des fuites de méthane, un autre gaz à effet de serre. C'est aussi le cas des mines de charbon, où ces fuites peuvent provoquer des explosions. Cette partie des émissions du système énergétique est plus difficile à évaluer que celle résultant de la combustion d'énergie. En ajoutant ces rejets de méthane, on alourdit la balance d'au moins 3 Gt d'équivalent CO₂ qui s'échappent dans l'atmosphère sans apporter le moindre service énergétique. Au total, les émissions résultant de l'utilisation d'énergie fossile dépassent 40 Gt d'équivalent CO₂ pour représenter environ 70 % des émissions mondiales de gaz à effet de serre.

LE CARBONE VIVANT,
DEUXIÈME CONTRIBUTEUR
AU RÉCHAUFFEMENT

En utilisant massivement les concentrés d'énergie fossile que la nature a mis des millions d'années à produire, l'homme

CHRISTIAN DE PERTHUIS

Carbone fossile, carbone vivant

Vers une nouvelle économie du climat

Dans l'approche économique traditionnelle fondée sur la croissance, la nature est pensée comme un stock dans lequel on puise des matières premières. La crise climatique nous contraint à changer de paradigme : elle ne provient pas de la rareté des matières premières mais de leur trop grande abondance. Trop de charbon, trop de pétrole, trop de gaz d'origine fossile conduisent à l'accumulation de gaz à effet de serre dans l'atmosphère.

L'économiste figurait le capital naturel comme un stock de ressources. Il découvre que ce capital assure un ensemble de fonctions régulatrices, comme le climat ou la biodiversité, auxquelles nous n'avons pas de substitut. Vidant le sous-sol de son concentré d'énergie fossile, nos sociétés ont déclenché le réchauffement de la planète. Elles perturbent le cycle du carbone vivant, qui permet la reproduction des espèces. En se penchant sur l'interdépendance entre carbone fossile et carbone vivant, Christian de Perthuis révolutionne notre façon d'aborder la question climatique en la liant à la biodiversité. Il nous entraîne vers une nouvelle économie où l'exigence d'équité conduit à repenser l'abondance et la rareté.

Christian de Perthuis a dirigé la Mission climat de la Caisse des dépôts et a fondé en 2010 la chaire « Économie du climat » de l'université Dauphine-PSL.