

Changement climatique : comprendre et agir

Christian de PERTHUIS

LES CARNETS DE L'INSTITUT DIDEROT

Changement climatique : comprendre et agir

Christian de PERTHUIS

OCTOBRE 2022

Sommaire

Avant-propos

Jean-Claude Seys

p. 5

Changement climatique : comprendre et agir

Christian de Perthuis

p. 11

Questions de la salle

p. 35

Les publications de l'Institut Diderot

p. 57

Avant-propos

La période préindustrielle a été caractérisée par la pauvreté, le manque, la maladie, une forte mortalité infantile et, conséquence de ces aléas, la brièveté de la vie humaine. La science et la technologie ont permis la révolution industrielle. Pendant trois siècles, une multitude d'évolutions, grandes et petites, ont fait reculer tous ces maux. Mais alors qu'une bonne partie de l'humanité – devenue numériquement très importante – n'a pas encore bénéficié de tous ces bienfaits, on découvre que la fête est finie et que ce qui a été bâti par tant d'efforts sur tout ce temps doit être remis en cause en quelques décennies pour éviter les conséquences d'un changement brutal du climat auquel il serait impossible de s'adapter.

L'ambition de stabiliser la situation au niveau actuel est déjà hors de portée car l'augmentation des températures dépend du stock de gaz à effet de serre, qui ne se résorbe pas spontanément de manière significative, mais s'accroît au contraire des nouvelles émissions que l'on ne peut arrêter brutalement.

On ne peut s'attendre à une aide de la nature. La phase de réchauffement climatique, qui a commencé il y a 10 000 ans, n'est pas achevée et seules des éruptions volcaniques de grande ampleur, à condition toutefois qu'elles restent moindres que celles qui ont déclenché la troisième grande extinction au cours du permien, pourraient provisoirement en renverser la tendance.

Il semble, néanmoins, encore possible de limiter l'augmentation de la température à un niveau compatible avec la vie, sous réserve d'une action forte, universelle et coordonnée. Cette action coûtera très cher et certains pays ne pourront la conduire sans aide.

Antonio Guterres, Secrétaire général des Nations Unies, a ouvert les travaux de la COP 27 réunie récemment à Sharm El Cheikh, en invitant les pays riches à réagir dans ce sens et a résumé la situation en affirmant qu'il fallait choisir entre « coopérer ou périr ».

Pour autant, les difficultés à surmonter apparaissent colossales. La civilisation que nous avons construite repose sur l'abondance et le faible coût de l'énergie. Les situations qui paraissent en dépendre le moins, comme la partie de pétanque du retraité ou la réflexion du penseur dans sa bibliothèque, ne sont possibles que grâce à la productivité de ceux qui travaillent en y recourant massivement.

L'humanité accède à la conscience de sa responsabilité dans son destin collectif et s'en effraie légitimement, compte tenu de la nouveauté, de l'ampleur des tâches à

accomplir et du besoin de se mettre tous d'accord pour relever le défi. Tous, cela veut dire des concurrents, voire des ennemis. Mais agir est une nécessité et non un choix.

Il faut agir, c'est-à-dire :

- Modérer le recours aux énergies fossiles sans provoquer une régression trop douloureuse des agréments de la vie moderne et l'arrêt du progrès dans les pays pauvres. C'est donc revoir totalement nos modèles de production et de consommation.
- Promouvoir des énergies nouvelles avec des technologies connues mais aussi multiplier les recherches pour en découvrir d'autres mieux adaptées.
- Aider les pays pauvres à financer ces efforts, car le climat ne respecte pas les frontières.

Mais comment des pays qui ne respectent pas aujourd'hui leur engagement d'aider modestement ces pays, parviendront-ils à le faire plus largement demain alors qu'ils vont devoir simultanément mettre leur appareil de production au rebut, faire face à la diminution et au vieillissement de leur population et que, *in fine*, ceux qu'il aura fallu aider seront les puissants de demain ?

Rien n'est sûr, sauf qu'il n'est pas possible de revenir en arrière, de retrouver un paradis perdu qui pourvoirait à tous nos besoins : sans engrais, sans pesticide et sans tracteur, la terre produirait 10 fois moins pour une population augmentée et seuls les plus forts survivraient.

La civilisation a créé un rapport artificiel de l'homme à la nature et ce n'est qu'en assumant cet héritage et en l'amplifiant grâce à la connaissance que la survie pourra être assurée.

Jean-Claude Seys
Président de l'Institut Diderot

Changement climatique : comprendre et agir

CLIMAT : L'ACCÉLÉRATION, QUELQUES MOTS CLEFS

L'accélération dont il est question n'est pas celle du réchauffement climatique, mais de sa prise de conscience. La question du climat, autrefois affaire de spécialistes, d'économistes un peu marginaux, s'est imposée au cœur des débats publics. Elle est particulièrement portée par la jeune génération. Nous nous arrêterons d'abord sur le mot « climat », particulièrement bien documenté par le dernier rapport du GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat). Je parlerai ensuite de la « transition énergétique » qui implique, en réalité, un bouleversement absolument inédit du système énergétique. La section suivante sera consacrée à la deuxième grande jambe de la transition climatique : la « transition agroécologique ». J'évoquerai également la question de l'océan, un sujet trop peu abordé en matière de transition climatique, avant de finir par quelques mots sur le changement de paradigme que la question du climat impose à l'économiste.

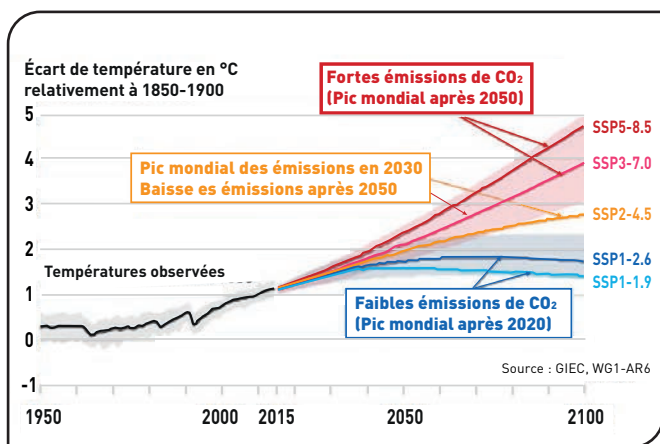
I. CLIMATS D'AUJOURD'HUI ET DE DEMAIN

Le climat d'aujourd'hui est de plus en plus affecté par des événements extrêmes liés au réchauffement de la planète. Il suffit pour s'en convaincre de rappeler quelques épisodes récents.

- Les vagues d'incendie en Gironde ont fait l'actualité en août. Les incendies, évidemment, ne constituent pas un phénomène climatique. Ils existaient bien avant le réchauffement actuel. Mais leur intensité de cet été a été accrue par la coexistence de deux variables climatiques affectées par le réchauffement planétaire : les vagues de chaleur et le déficit des précipitations.
- Les cyclones, à l'image du cyclone Ian qui a récemment ravagé la Floride, sont des événements climatiques. Ils n'ont pas été créés par le réchauffement climatique. En revanche – tous les experts climatiques nous le disent – leur intensité va croissante, notamment en Atlantique Nord. La fréquence des cyclones n'est pas modifiée, mais l'intensité des événements extrêmes augmente avec le réchauffement.
- Troisième exemple, moins traité par nos médias : les inondations d'une intensité inédite qui ont dévasté le Pakistan. Trois phénomènes se sont conjugués : l'intensification de la mousson, dont le réchauffement climatique accentue l'intensité ; la fonte des glaciers à l'amont des rivières qui augmente le débit des fleuves ; la hausse du niveau de la mer à l'aval.

Voilà où nous en sommes. Qu'en sera-t-il demain ?

Le réchauffement est dû au stock de gaz à effet de serre qui s'accumule dans l'atmosphère. Ce point est essentiel : c'est un phénomène de stock, pas de flux. Or, agir sur un stock est toujours plus compliqué qu'agir sur un flux, du fait des inerties propres au stock. Rénover un stock de logements (35 millions en France) est bien plus problématique que produire chaque année les 450 000 logements neufs conformes aux normes thermiques. Pour le climat, c'est pareil. Le GIEC l'explique parfaitement dans son 6^e rapport. Pour l'essentiel, le climat que nous allons connaître dans les trois prochaines décennies est largement tributaire du stock de gaz à effet de serre déjà accumulé au-dessus de nos têtes. Ce que nous jouons dans les prochaines décennies, ce sont les trajectoires divergentes sur le climat pour la fin du siècle, que le GIEC a regroupées en trois familles de scénarios (cf graphique ci-dessous).



En rouge, apparaissent les scénarios de débauche d'émissions de CO₂ durant les prochaines décennies. Ils ne permettent pas d'atteindre le pic des émissions mondiales avant la toute fin du siècle et conduisent à un réchauffement de l'ordre de 4-5 °C par rapport à la période préindustrielle. Le stock de gaz à effet de serre n'étant pas stabilisé à la fin du siècle, le réchauffement se poursuit au siècle prochain.

En bleu, les scénarios figurés résultent d'une rupture majeure dans le rythme des émissions mondiales de gaz à effet de serre, avec un pic des émissions atteint dès la décennie 2020, suivi d'une forte baisse permettant de stabiliser le stock de gaz à effet de serre entre 2050 ou 2070. Seuls ces scénarios permettent de limiter le réchauffement en dessous de 2 °C à la fin du siècle, et de viser l'objectif 1,5 °C dans le meilleur des cas.

Enfin, intermédiaire entre le rouge et le bleu, un scénario intermédiaire nous conduit vers la fin du siècle à un réchauffement compris entre 2,5 °C et 3 °C, avec un climat qui est proche de la stabilisation.

Actuellement, nous ne sommes pas vraiment sur un scénario rouge, qui impliquerait des hypothèses assez irréalistes sur la quantité d'extraction d'énergie fossile. Nous sommes éloignés des scénarios bleus. Nous sommes plutôt sur le scénario intermédiaire, si nous remplissons les objectifs de toutes les contributions nationales déposées aux Nations Unies depuis l'accord de Paris. Tout l'enjeu est de passer de ce scénario intermé-

diaire aux scénarios bas carbone. Il faut se rendre compte qu'un demi-degré de plus ou de moins, c'est considérable pour les conditions climatiques que connaîtront les prochaines générations. L'image à retenir est celle de la température corporelle : si vous passez de 41 à 42 °C, c'est grave. Franchir la barre de 42,5 °C peut être léthal. Il en va de même pour la température moyenne de notre planète.

Le temps qu'il nous reste pour rester dans un scénario à 1,5-2 °C est très court. Le 6^{ème} rapport du GIEC nous rappelle le « Tic-tac de l'horloge climatique ».

Pour un réchauffement de 2 °C, la neutralité climatique doit être atteinte en 2070 et il ne nous reste que 25 ans d'émissions au rythme de 2021.

Pour un réchauffement de 1,5 °C, et ce demi-degré rendra les choses considérablement moins compliquées à gérer, il faut atteindre la neutralité climatique monde dès 2050 et la quantité de CO₂ qu'on peut encore émettre correspond à un peu moins de dix ans des émissions au rythme de 2021.

« Neutralité climat » = Stabilisation du stock de GES (article 4 de l'Accord de Paris)

CIBLE DE 2° C

- Budget carbone résiduel : < 25 ans
- Neutralité climatique vers 2070



CIBLE DE 1,5° C

- Budget carbone résiduel : < 10 ans
- Neutralité climatique vers 2050

Pour réaliser ce défi, il faut faire marcher les deux jambes de la transition bas carbone

Source : IPCC (2018 and 2021)

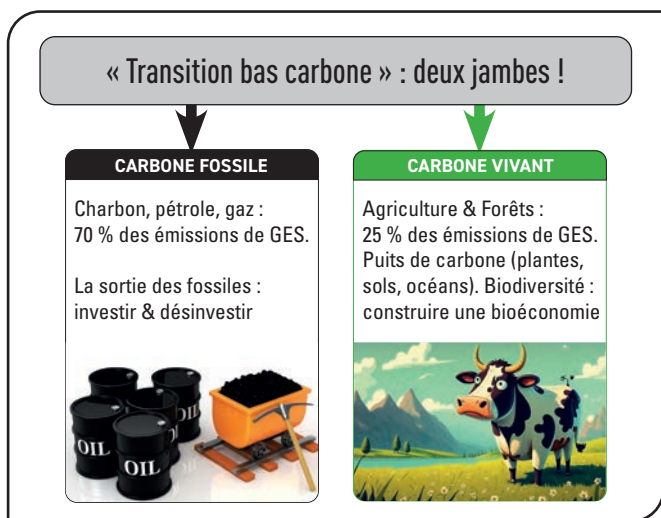
II. LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE

La transition climatique repose sur deux jambes : le carbone fossile et le carbone vivant.

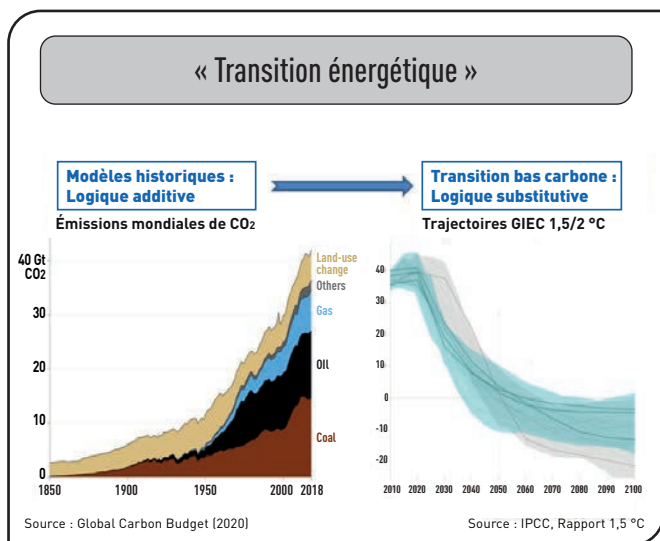
La première jambe est relativement bien connue, c'est la transition énergétique. Il s'agit d'abandonner trois produits – le charbon, le pétrole, le gaz – qui constituent 80 %, de l'énergie que nous utilisons dans le monde. Ce carbone fossile est à l'origine de 70 % des émissions mondiales de gaz à effet de serre, et même un peu plus dans les pays développés comme les nôtres. Nous n'avons aucune chance de maîtriser la température et de retrouver un équilibre climatique si nous n'opérons pas, très rapidement, une transition majeure consistant à s'affranchir de cette dépendance aux énergies fossiles.

Imaginons, toutefois, que nous ayons supprimé les trois sources d'énergie fossile de notre système énergétique : aurons-nous nécessairement atteint la neutralité climatique ?

Tout dépend de ce qui se passe sur la seconde jambe : non plus le carbone fossile, mais le carbone vivant. Le carbone fossile a été vivant il y a très très longtemps. C'est de la matière organique qui s'est fossilisée dans le sous-sol, constituant ainsi un énorme concentré d'énergie. Le carbone vivant, c'est celui présent dans les forêts, l'agriculture et l'élevage, l'océan. Ce carbone vivant est à l'origine d'environ un quart des émissions mondiales de gaz à effet de serre. Comme on le verra plus en détail dans un instant, cette deuxième jambe de l'action, un peu sous-estimée, est essentielle pour viser la neutralité climatique.



Revenons à la transition énergétique. Le graphique suivant montre l'incroyable bouleversement que représente la transition énergétique, terme trompeur car une transition désigne, en général, une somme d'ajustements incrémentaux, pas un changement de système.



Le graphique de gauche représente l'évolution des émissions mondiales de CO₂ liées à l'énergie et à la biomasse. Depuis 1850, le monde ne cesse d'opérer des transitions énergétiques qui ont toutes consisté à additionner le nouveau à l'ancien. On empile les sources d'énergie les unes sur les autres. Au début, il n'y avait pratiquement que la biomasse, soit directement utilisée via la combustion, soit nourrissant les animaux de trait pour les travaux agricoles et le transport. Puis s'est ajouté le

charbon, ensuite le pétrole et enfin le gaz, venant s'ajouter aux sources existantes. Cet empilement a permis de multiplier par 7 la quantité d'énergie par habitant entre 1900 et 2020. Du jamais vu dans l'histoire humaine. Mais au prix du dérèglement climatique.

Ce qu'exige la transition énergétique, comme le montre le graphique de droite qui figure les trajectoires d'émission compatibles avec un réchauffement inférieur à 2 °C, c'est de basculer de cette logique d'empilement vers une logique de substitution. Il ne suffit pas d'ajouter des sources renouvelables, décarbonées, selon la logique antérieure d'empilement. Il faut rapidement soustraire du système énergétique les sources fossiles qui représentent aujourd'hui 80 % de l'énergie consommée dans le monde.

Au plan économique, cela exige un double mouvement d'investissement et de désinvestissement.

Du côté de l'investissement, le panorama est en train de rapidement changer. La transition énergétique s'est timidement amorcée au-début des années 2000. Le coût des énergies décarbonées n'était alors pas compétitif. Par exemple le Kwh d'origine photovoltaïque était de 7 à 10 fois plus coûteux que celui produit à partir du gaz (en Europe) ou du charbon (en Asie).

La situation s'est inversée depuis. Durant les deux dernières décennies, les coûts des « nouvelles » énergies renouvelables (éolien et solaire avec l'aide prochaine du vecteur hydrogène) sont graduellement passés en dessous

de ceux des énergies fossiles. Ce réalignement historique concerne également le stockage de l'électricité et la gestion intelligente des réseaux avec l'aide du numérique.

Nos sociétés savent investir. Elles ont déjà réagi au réalignement historique des coûts de production par une accélération très forte des investissements sur le renouvelable. Sur la dernière décennie, environ trois-quarts des installations additionnelles de moyens de production électrique dans le monde ont été d'origine renouvelable. Si les politiques climatiques envoient les bonnes incitations, le mouvement pourrait s'élargir à l'ensemble des énergies. C'est l'enjeu de la tarification carbone qui renchérit l'usage des énergies fossiles et favorise l'accélération de la transition en détournant les flux économiques des énergies fossiles.

Ce que nos sociétés ne savent pas du tout faire, c'est désinvestir. Retirer du stock de capital existant un certain nombre d'actifs productifs liés à la production, au transport ou à l'utilisation des énergies fossiles.

Prenons un exemple : l'industrie automobile qui est en train de basculer du moteur thermique vers la traction électrique. Nous avons pris du retard par rapport aux Chinois, mais nous allons être capables de construire des batteries en Europe, même s'il y a quelques problèmes sur les métaux. Le réel problème, c'est que nous avons plus de 50 fonderies en France qui travaillent à 80 % pour fabriquer des moteurs thermiques. Que fait-on de ce capital ? Le capital physique et le capital humain ?

La transition énergétique nous oblige à opérer un immense transfert de capital physique, humain et financier. Là est selon moi le vrai coût de la transition énergétique, bien plus que dans les milliards à investir. Ce qu'on ne sait pas faire, c'est reconvertir le capital installé, lié au fossile, pour le retirer rapidement du système productif. Car les fossiles font de la résistance, tout simplement parce qu'il y a beaucoup d'infrastructures, beaucoup d'actifs productifs, liés aux fossiles dans le stock total de capital.

On s'imagine que le charbon est l'énergie du XIX^e siècle. Le charbon a pourtant été la première source d'énergie dans le monde jusqu'en 1960. Entre 2000 et 2010, c'est l'accroissement de l'utilisation du charbon qui a été le premier facteur d'accroissement de l'énergie disponible dans le monde, avec l'envolée de son utilisation en Asie et en Chine.

Le pétrole reste une énergie extraordinairement abondante, avec énormément d'infrastructures récentes destinées à l'extraire, le transformer et l'utiliser.

Il y a, enfin depuis 30 ans, une redistribution des investissements vers le gaz. En 2018, Equinor a installé en mer de Norvège la plus grande plate-forme gazière au monde. Un tel investissement se compte en milliards de dollars. On n'investit pas de telles sommes pour arrêter l'exploitation au bout de 10 ou 20 ans.

La finance commence à intégrer cet incroyable défi du désinvestissement. Jusqu'à présent, soyons clair, la finance n'a pas beaucoup contribué au financement des transitions bas carbone. Elle a essentiellement fabriqué des labels qu'elle s'autoattribue : des *green bonds*, des *climate bonds*, un peu risibles quand on y regarde de plus près. Mais c'est en train de changer, sous l'influence des régulateurs. En 2015, Mark Carney, alors Gouverneur de la Banque d'Angleterre, s'exprime à l'assemblée annuelle du Lloyd's, le temple de la gestion du risque. Il lance un pavé dans la mare en expliquant que les financiers n'ont pas intégré le risque climatique. Autrement dit, qu'une partie des valeurs dans les portefeuilles d'actifs ou de crédits est totalement surévaluée si on intègre la variable climatique. Des investissements, des infrastructures, que l'on construit aujourd'hui pour cinquante à cent ans, sont très vulnérables au réchauffement et aux choix qui seront faits pour accomplir la transition climatique.

D'où la crainte de ce qu'on appelle les « actifs échoués » : des actifs qu'il faut retirer de son portefeuille avant qu'ils n'arrivent à expiration. Si les institutions financières ne transfèrent pas assez rapidement leurs actifs carbonés vers les actifs non carbonés, elles risquent l'échouage. Mais pour la société dans son ensemble, il ne suffit pas de s'en débarrasser en les passant au voisin, comme au jeu du mistigri. Il s'agit de les reconverter. Le coût de cette reconversion n'est pas provisionné. C'est l'un des grands angles morts de la transition énergétique.

III. LE CARBONE VIVANT ET LA TRANSITION AGROÉCOLOGIQUE

L'action sur le carbone vivant consiste à réinvestir dans la diversité du vivant, pour préserver les « puits de carbone » qui stockent le CO₂ de l'atmosphère et réduire les émissions de méthane et de protoxyde d'azote. L'action sur le climat rejoint ici celle en faveur de la biodiversité qui concerne aussi bien les océans que les terres émergées.

Sur les terres émergées, l'agriculture est le maillon essentiel de la transition en matière de carbone vivant pour deux raisons principales :

- les pratiques d'agriculture et d'élevage sont directement à l'origine d'un peu moins de 15 % des émissions mondiales : le méthane principalement rejeté par l'élevage des ruminants, la riziculture et la gestion des déchets agricoles ; le protoxyde d'azote résultant de la fertilisation azotée (d'origine chimique ou organique : le bio ne résout pas automatiquement le problème). Si on intègre les émissions de CO₂ résultant de l'énergie fossile utilisée par les agriculteurs, c'est nettement plus, mais on retombe sur la problématique de la transition énergétique ;
- la façon dont on utilise les terres (protéger les forêts ou défricher, labourer le sol ou le protéger ..) et les océans permet de capturer et stocker du CO₂, on parle alors de « puits de carbone », ou de le déstocker. On estime

aujourd'hui que l'usage des terres, principalement via la déforestation tropicale, est à l'origine d'environ 12 % des émissions mondiales de gaz à effet de serre. Or, la première cause de la déforestation est l'extension de l'usage des terres pour la culture et l'élevage.

Enfin, le changement des pratiques agricoles pourrait permettre à l'agriculture de devenir un véritable puits de carbone supplémentaire en stockant le CO₂ dans les sols agricoles.

Les historiens nous décrivent la lutte du paysan français contre la forêt dès le XI^e siècle. Le dernier grand front de déforestation sur les forêts tempérées, c'est l'Amérique du Nord : jusqu'en 1950, les premières sources de déforestation dans le monde sont, de très loin, les États-Unis et le Canada, avec la « conquête de l'ouest » (les ranchs et la culture des céréales).

Depuis 1950, les grands fronts de déforestation se sont déplacés vers les massifs tropicaux : l'Amazonie, le bassin du Congo et l'arc Asie-Pacifique. On n'y arrêtera pas la déforestation en mettant des gardes forestiers ou en édictant des réglementations. Le seul moyen d'y parvenir est de changer les pratiques agricoles à l'origine du défrichage. Pour être pérennes, ces changements de pratique doivent s'inscrire dans des modèles économiques intensifs qui assurent une plus grande disponibilité alimentaire et des revenus suffisants aux producteurs agricoles sans étendre leurs surfaces.

La transition agro-écologique est bien plus complexe à conduire que la transition énergétique car elle touche au vivant et à ses multiples interactions. Elle consiste à basculer de systèmes de production qui affaiblissent la biodiversité vers des méthodes agroécologiques utilisant la diversité du vivant pour produire de façon intensive, non émettrice et résiliente face au réchauffement.

L'agriculture est le secteur le plus impacté par le changement des variables climatiques : température, précipitations, vents, etc. Le réchauffement affecte les moyennes et la distribution de ces variables qui sont des repères incontournables pour les producteurs agricoles.

La transition agroécologique doit donc permettre un renforcement de la résilience des systèmes agricoles pour les adapter aux impacts croissants du réchauffement climatique. Sans rentrer dans les détails, les systèmes de mono-activité, de spécialisation, de recours massifs aux intrants sont souvent très vulnérables.

La transition agroécologique ne consiste pas à produire moins, mais à produire différemment en utilisant la diversité du vivant pour produire plus à l'hectare et de façon plus pérenne. L'opposition pertinente ici n'est pas intensif/extensif, mais spécialisé/diversifié, en fonction du nombre d'activités sur une exploitation, des types de semences et du matériel vivant.

Un exemple des problèmes posés par la monoculture : au Canada, l'année dernière, avec une canicule de prati-

quement 50 °C au bas des Rocheuses, la récolte de blé a baissé de 40 %. La perte de récolte de blé du Canada en 2021 équivaut à un an d'exportation de grains de l'Ukraine (blé, maïs, orge confondus). On parle beaucoup, et c'est normal, du problème ukrainien et du marché international des céréales, mais un choc climatique au Canada a un impact aussi important. Et on sait que ces chocs se multiplieront pendant plusieurs décennies.

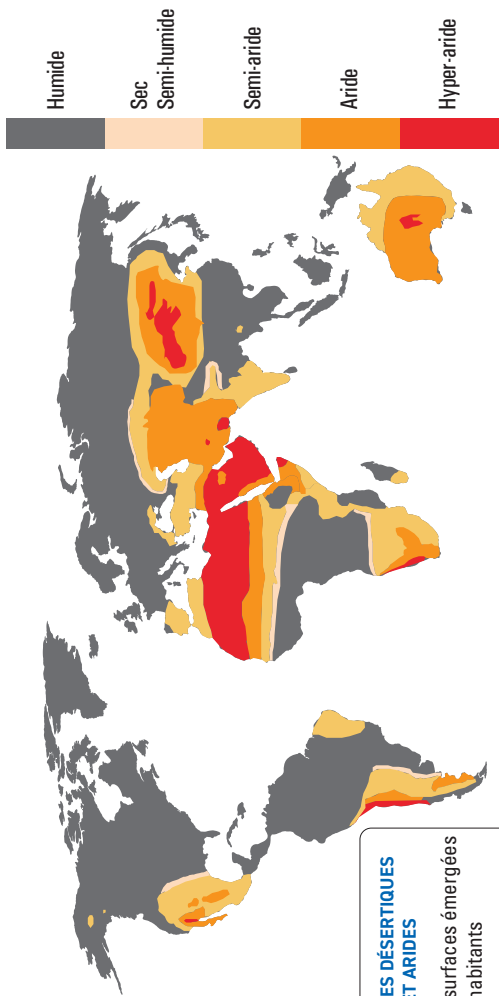
La priorité pour les systèmes agricoles, c'est de réfléchir à la façon de les rendre plus résilients, autrement dit, de faire de l'adaptation au réchauffement climatique. La bonne nouvelle est que les systèmes agricoles les plus résilients sont généralement ceux qui permettent aussi d'atténuer le réchauffement, en réduisant les émissions de méthane ou de protoxyde d'azote.

Un autre volet important concerne la capacité des systèmes agricoles à renforcer la capacité du sol à absorber et stocker le CO₂. Cela s'effectue chaque fois qu'on assure une couverture pérenne du sol, en pratiquant le non labour et des rotations de culture, en rétablissant des haies et en pratiquant l'agroforesterie qui considère l'arbre comme un facteur de production additionnel et non plus comme « l'ennemi du paysan ». Sur l'illustration qui suit, on voit un projet agroforestier à Madagascar, mené par l'ONG Agrisud International. En dessous, le contre-exemple : un incendie volontaire de forêt pour étendre les pâtures, avec du bétail juste devant qui attend que l'herbe repousse au-dessus des cendres !

Il y a un enjeu spécifique aux sols agricoles dans les zones arides ou semi-arides. Si on ne les protège pas, la désertification gagne comme on le voit aussi bien au nord qu'au sud du Sahara. Comment faire? En reconstituant un couvert végétal et donc en réintroduisant des pratiques qui vont permettre de les transformer en puits de carbone. L'agriculture oasienne, par exemple, illustre l'incroyable capacité des systèmes agricoles, quand vous maîtrisez l'eau, à transformer un milieu désertique en un milieu extrêmement productif. A l'inverse, il est terrible de voir combien des pratiques agricoles et d'élevages inadaptés au nord comme au sud du Sahara peuvent, au contraire, stériliser la capacité du sol.

L'enjeu des sols agricoles ne concerne pas que le Sahel et les zones semi-désertiques ou semi-arides. L'illustration suivante montre un exemple de restauration de la capacité de stockage, de la productivité du sol et de la biodiversité dans l'ouest de la France. C'est une réalisation qui s'inscrit dans le projet «Carbocage», géré dans le cadre de l'agriculture conventionnelle par les Chambres d'agriculture. Des expériences importantes d'agroécologie sont menées dans des cadres alternatifs, mais aussi dans l'agriculture conventionnelle.

L'enjeu des sols agricoles



Cet enjeu des sols agricoles va devenir très important, mais il est compliqué à gérer en matière de modèle économique. Lorsque vous changez les pratiques agricoles, surtout si vous êtes dans des petits systèmes vivriers dans des pays en voie de développement, cela aboutit au mieux à stocker chaque année quelques dizaines de tonnes de CO₂ par exploitation. C'est peu comparé à la forêt où, pour un ha, le stockage peut aller jusqu'à plusieurs centaines de tonnes. Il est donc beaucoup plus compliqué de trouver des mécanismes de finance/carbone pour développer ces projets d'agroécologie qui sont pourtant essentiels.

Il a jusqu'ici été question de l'offre. La transition agroécologique se joue aussi du côté de la demande. Tous les modèles alimentaires n'ont pas le même impact sur le climat. Les modèles alimentaires qui sont :

- plus végétalisés ;
- plus favorables aux produits locaux ;
- plus favorables aux produits frais ;
- plus favorables aux produits de saison ;

économisent le plus de ressources et sont les moins émetteurs de gaz à effet de serre. Pour assurer la sécurité alimentaire du monde face à la multiplication des chocs climatiques, il faudra faire muter les régimes alimentaires vers de tels modèles.

Devons-nous alors tous devenir végétarien ? La place de la viande rouge et des produits laitiers dans les régimes alimentaires est une vraie question. Dans les pays riches, elle devra reculer. Mais attention : suivant la façon dont

vous allez produire la viande, vous aurez des impacts très différents. Si vous faites de la viande avec des charge-ments limités sur des bocages et l'aide de la biodiversité, vous ne pouvez certes pas empêcher la vache d'émettre du méthane, mais vous créez un écosystème qui permet, grâce à la biodiversité, de stocker le CO₂ dans les sols et de vous passer d'engrais chimiques.

Ce dernier exemple montre que la transition agroécologique est beaucoup plus complexe que la transition éner-gétique, parce qu'il s'agit du vivant : dès qu'on impacte un écosystème, on ne sait jamais très bien comment il va réagir. De plus, les réussites ne sont pas toujours répli-cables d'un écosystème à un autre.

IV. L'Océan

L'océan est un sujet assez ignoré des politiques clima-tiques. Il ne figure pas dans les inventaires nationaux de gaz à effet de serre à partir desquels sont formulés les engagements climatiques. Or, les climatologues nous disent qu'à long terme, l'océan est probablement le puits de carbone le plus important. Une forêt, on ne sait ja-mais quel sera son devenir. Le Sahara était verdoyant il n'y a pas très longtemps (7 à 8000 ans). L'océan, lui, a une vertu : une fois qu'il a absorbé et stocké le CO₂, celui-ci se transforme en sédiment, va au fond de l'eau et ne bouge plus. L'océan est le puits de carbone le plus important sur le long terme.

Il est probable que la capacité de stockage de l'océan est affaiblie par la dégradation de la biodiversité marine. C'est mal connu et il n'y a pas d'évaluation globale. Mais l'exemple de la loutre marine suggère que les chiffres sont loin d'être anecdotiques.

La loutre marine est le plus petit mammifère marin. Contrairement à d'autres mammifères, elle a très peu de couche grasseuse pour la protéger du froid. Pour faire face, elle mange à peu près un quart de son poids tous les jours. Son autre défense contre le froid est une densité de poils inégalée dans tous les mammifères. Elle a donc été intensivement chassée pour sa fourrure. Elle est passée proche de l'extinction. Or, que se passe-t-il quand on décime la loutre marine ?

Le principal aliment de la loutre marine, c'est l'oursin, et l'oursin mange des algues. Chasser la loutre marine, c'est faire proliférer les oursins et donc indirectement détruire ce qu'on appelle les *kelps*, des forêts d'algue. Ça a exactement le même impact sur le climat que la déforestation en Amazonie ou dans le bassin du Congo. Mais c'est sous l'eau, donc on ne le voit pas.

En Colombie-Britannique, on a réintroduit avec un certain succès la loutre marine et on estime aujourd'hui que 15 % des émissions de la province liées à l'usage des énergies fossiles sont absorbés et stockés grâce à cette réintroduction, qui fait repousser les algues. La protection de la biodiversité marine doit être incluse dans l'action en faveur de la neutralité climatique.

V. ABONDANCE ET RARETÉ

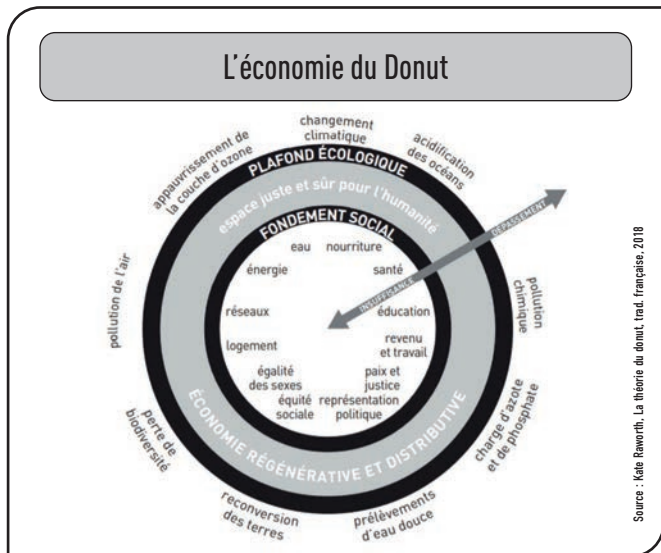
Dans l'approche économique traditionnelle, l'abondance des biens est la finalité de l'activité. La rareté prend la forme d'un ensemble de limites que l'économiste aide à repousser par une allocation efficace des ressources assurant la croissance. L'équité concerne les conditions d'accès aux biens produits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

Dans ce paradigme, 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 ».

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. L'économiste figurait le capital naturel comme un stock où puiser des matières premières. Il découvre que ce capital

assure avant tout un ensemble de fonctions régulatrices comme le climat pour lesquelles nous n'avons pas de substitut. Il n'y a pas de « planète B ».

Ce nouveau paradigme est bien figuré par l'image du « Donut » théorisé par Kate Raworth. L'économie doit se déployer entre deux limites à l'intérieur du donut : le minimum social permet d'assurer les besoins des sociétés, d'avoir des institutions et un système économique capables de produire efficacement au moindre coût pour 8 milliards d'habitants ; le « plafond écologique » est constitué des limites imposées par les systèmes naturels de notre planète dont les deux plus importantes semblent être celles qui régulent la stabilité du climat et le maintien de la diversité du vivant.



Questions de la salle

Didier Martin¹ : *Nous devons faire des efforts très importants dans un laps de temps relativement rapproché, sur 20 ou 30 ans. Ces efforts comprennent des transferts des pays développés vers les pays moins avancés. Il y a fort à craindre que les égoïsmes de court terme l'emportent. Peut-on avoir espoir que ces transferts se feront bien dans les délais envisagés?*

Christian de Perthuis : Cette question est passionnante; je vais essayer d'y répondre en moins de cinq minutes, mais elle mérite une réponse plus longue. Je distingue différents cas de figure.

Vous avez les pays moins avancés, qui, pour l'essentiel, sont situés au sud du Sahara, en Asie du Sud, avec quelques îlots sur le continent américain et dans le Pacifique. Ces pays moins avancés, sauf ceux qui sont

1. Avocat au barreau de Paris.

producteurs et exportateurs de fossiles, n'ont pas cette abondance d'actifs économiques liés à la production et à l'usage des fossiles. Donc, pour eux, la transition énergétique, mais c'est également vrai de la transition agroécologique, est essentiellement un investissement et très peu du désinvestissement.

La question-clé sur ces pays-là, c'est de trouver un chemin de développement sautant partiellement ou totalement l'étape des énergies fossiles. Or, la transition énergétique est susceptible d'accélérer le développement. Considérons l'accès à l'électricité dans les pays d'Afrique au sud du Sahara. Les gains d'accès à l'électricité ont été extraordinairement lents, tant qu'on a voulu reproduire des schémas qui étaient ceux mis en place dans les pays développés, à savoir des systèmes qui impliquent beaucoup d'investissements de réseau. Mais le jour où vous commencez à faire de l'électrification au niveau de village avec des systèmes beaucoup plus modulaires, notamment photovoltaïque, vous accélerez l'accès à l'électricité. On peut faire le parallèle avec la téléphonie, tout en sachant bien qu'un réseau énergétique est autrement plus compliqué. La téléphonie mobile a changé la donne : vous avez la téléphonie partout en Afrique au sud du Sahara.

Le financement de la transition énergétique – on peut faire le même raisonnement pour la transition agroécologique – implique donc plus de financement Nord-Sud au titre de l'atténuation et de l'adaptation au réchauffement. Or, la promesse des 100 milliards de dollars à

financer par le Nord à partir de 2020 n'a pas été honorée. De plus, ces pays demandent des financements au titre du financement des pertes et dommages résultant du réchauffement auquel ils n'ont contribué que marginalement. Cela a été le cœur des discussions à la COP de Charm el-Cheikh.

Mais si on regarde bien les choses, la question ne se limite pas au Nord et au Sud. Il faut positionner deux autres catégories de pays :

- 1) Les pays émergents, qui sont déjà rentrés dans un modèle de croissance qui reproduit l'étape des énergies fossiles. La Chine l'a fait de façon spectaculaire, et l'Inde semble s'y engager également de façon massive. Sur le plan énergétique, ces deux pays investissent maintenant très fortement dans les énergies renouvelables, hydrogène, etc., un peu sur le nucléaire dans le cas de la Chine. Mais ils ont aussi des actifs très importants liés à la production et à la consommation d'énergie fossile dont ils n'ont pas commencé à se débarrasser. Où situer ces pays dans le jeu de la réorientation des flux financiers internationaux ?
- 2) Les pays moins avancés qui sont déjà producteurs et exportateurs d'énergie fossile posent enfin une question spécifique. Sans un accroissement massif des transferts destinés à orienter leur développement vers le bas carbone, on peut être sûr qu'ils vont emprunter la voie des fossiles. Ils l'ont clairement indiqué à Charm el-Cheikh.

Dans tous les cas, d'ailleurs, les pays pour lesquels la transition va être la plus compliquée, quel que soit leur niveau de développement, sont ceux qui ont une structure économique très largement dépendante de la production et de l'exportation des énergies fossiles. Si vous comparez les politiques qui sont menées par exemple au Canada et en Australie, et celles qui sont menées en Europe, vous comprenez tout de suite que le fait d'être sur un tas de charbon ou d'hydrocarbures complique singulièrement l'action, parce que cela veut dire renoncer à exploiter immédiatement les ressources.

Le coût économique de cette transition est considérable pour ces pays-là, donc s'il n'y a pas des transferts financiers importants qui se mettent au niveau international, cela ne se fera pas. Pour aller plus loin, il conviendrait d'instituer une taxe carbone unique dans le monde qui serait redistribuée également en fonction du nombre d'habitants. Un tel système engendrerait des transferts bien plus élevés en faveur des pays moins avancés, et détournerait l'ensemble des capitaux du carbone fossile.

Henri Bies-Péré² : *L'agriculture a bien compris que la transition est nécessaire et c'est en marche, même si, comme vous l'avez bien monté, il s'agit d'un changement systémique, qui sera long et coûteux en investissement. Cette transition demande d'accompagner les agriculteurs quasi individuellement, par petits groupes, car chaque situation, dans chaque région, chaque territoire, est dif-*

2. Agriculteur, vice-président de la FNSEA.

férente. Ce n'est pas toujours bien compris par la société, qui voudrait qu'on aille beaucoup plus vite. Il faut aussi former ceux qui accompagnent les agriculteurs, leur donner les moyens de les accompagner individuellement.

Ma question porte sur la résistance face à la science. Nous comptons beaucoup sur la recherche, les sciences, qui vont trouver des plantes qui nous permettront d'accompagner la transition écologique. Pour la plupart de nos concitoyens, transition écologique signifie revenir à ce qu'on a soi-disant connu avant. Nous pensons, pour notre part, qu'il faut regarder vers l'avenir. La résistance vis-à-vis des nouvelles technologies qui pourraient nous apporter des plantes améliorantes ne risque-t-elle pas de freiner ou de handicaper l'agriculture dans notre pays ?

Christian de Perthuis : C'est une question majeure. L'image qu'on a de la transition agroécologique, quand on ne connaît pas l'agriculture, c'est qu'il faut basculer d'un système d'agriculture intensive vers de l'agriculture extensive et revenir aux pratiques d'autrefois. C'est aberrant et c'est très grave, parce que si on revient à des pratiques extensives à l'hectare nous ne pourrions jamais nourrir 8 milliards d'habitants.

Il faut, donc, en effet imaginer des systèmes agricoles futurs qui ne sont pas un retour à des pratiques antérieures, mais qui soient innovants. Et dans les innovations, tout ce qui concerne le matériel vivant est fondamental. Je pense que la recherche a un rôle très important à jouer

et les programmes de l'INRA ont beaucoup évolué sur les dix dernières années, ils intègrent de mieux en mieux ce phénomène-là. La question qui fâche, bien entendu, ce sont les OGM. Je trouve, pour ma part, qu'il faudrait avoir des systèmes d'organisation et de suivi qui reposent vraiment sur les diagnostics des scientifiques et pas sur les opinions politiques des uns ou des autres.

Il faut aussi distinguer le problème des OGM comme tels de celui de leur captation par de grandes entreprises semencières qui ensuite prennent tous les bénéfices pour elles. Ce qui n'est pas d'une grande utilité pour nourrir la planète et parfois même très contreproductif. Mais je trouve déplorable qu'on ait bloqué une partie de la recherche appliquée en France pour des raisons purement politiques.

Un point qui me paraît important et complexe à anticiper pour le monde agricole, ce sont les technologies nouvelles de culture sur cellule souche. Aujourd'hui, à Singapour, vous pouvez manger du faux poulet, fabriqué avec des cellules souches. Ça consomme encore pas mal d'énergie, mais il y aura concurrence pour la fourniture de protéine entre les productions animales traditionnelles et ces nouvelles technologies.

Le plus difficile à imaginer dans le futur concernant la transition agroécologique est le type de lien qu'il y aura entre les produits animaux et les produits végétaux. Toutes les transitions agricoles du passé ont toujours été un changement du rapport de l'homme à la terre, mais

aussi du rôle de l'animal dans les systèmes de production. Beaucoup de gens disent qu'il ne faudrait plus du tout d'animaux d'élevage, mais, en même temps, qu'il ne faudrait que des engrais organiques. Je ne vois pas bien comment faire... C'est plein de pièges, l'agriculture !

Jérôme Koumba ³ : *Que penser du fait que les accords au niveau des COP ne sont pas contraignants, par exemple pour les transferts financiers en direction des pays moins avancés ?*

Christian de Perthuis : Je nuancerais sur le fait que les COP ne sont pas contraignantes. Il y a une forme de contrainte dans la COP. Chaque pays qui a adopté et ratifié l'accord de Paris doit déposer ses Contributions nationales déterminées auprès des Nations Unies. Je rappelle que la Contribution nationale déterminée pour l'Union européenne, déposée en décembre 2020, est de réduire les émissions de gaz à effet de serre de 55 % à l'horizon 2030 par rapport à 1990.

Au passage, la SNBC (Stratégie nationale bas carbone) française est encore construite sur un objectif de -40 %. Il va nous falloir faire un gros travail pour mettre dans la loi française en cohérence avec nos engagements au niveau européen. Et il est un peu dommage que ce point ne soit pas l'objet d'un débat public clair.

3. Directeur général de GES Environnement..

Je reviens à votre question : une fois que les -55 % seront dans la loi française, ils seront contraignants. L'« Affaire du siècle » l'illustre bien. Saisi par plusieurs associations, le tribunal administratif, en février et octobre 2021, a condamné l'État français, pour avoir dépassé le budget carbone 2015-2018 fixé par la SNBC. De plus, le Conseil d'État a enjoint au gouvernement français de prendre des mesures complémentaires pour respecter les engagements pour 2030, actuellement de -40 %, vu que la trajectoire est pour l'instant dépassée. Il n'a pas été jusqu'à mettre une pénalité, mais il l'a fait face au dépassement de certaines pollutions locales.

Un grand nombre de pays en Europe sont dans cette situation-là, les Pays-Bas et l'Allemagne par exemple. Donc il y a une forme de contrainte : quand on a déposé une contribution auprès des Nations Unies, il y a une contrainte quand on a un système juridique qui tourne bien derrière.

En revanche, là où vous avez raison, c'est que dans les contributions nationales, il n'y a pratiquement que des engagements sur la réduction des émissions. Très peu de choses sur les transferts financiers et sur l'adaptation aux impacts du réchauffement climatique. Cela sera un des points cruciaux dans les années qui viennent. La COP 27 de Charm el-Cheik a de ce point de vue lancé un nouveau pan de négociations qui va dominer la scène climatique pendant plusieurs années. Mais c'est un peu un dialogue de sourds. Les pays moins avancés réclament un dédommagement pour les pertes et dommages liés

au réchauffement climatique et les pays riches refusent de rentrer là-dedans, parce qu'ils craignent d'ouvrir un guichet automatique.

Au passage, la promesse, à la suite de la COP de Copenhague en 2009, de transférer 100 milliards de dollars au titre de la solidarité climatique entre les pays du Nord et du Sud, représente très peu. Ça paraît élevé quand on regarde sa fiche de paye. Mais 100 milliards de dollars, à l'échelle de la planète, c'est très peu et bien en deçà des besoins des pays moins avancés. Je pense que ce qui ferait sens, serait d'intégrer l'adaptation au réchauffement climatique dans une politique d'accroissement de l'aide publique au développement.

Un deuxième point est que je ne crois pas que les financements publics, à l'intérieur d'un pays ou entre les pays, seront jamais suffisants. Il faut trouver des mécanismes économiques pour réorienter l'ensemble des flux de capitaux et pas uniquement le capital public. À mes yeux, la meilleure façon d'y parvenir, c'est une tarification carbone intelligente. Pour la partie énergétique (pour le vivant, c'est beaucoup plus compliqué, car il ne s'agit plus de retirer trois produits, mais de réinvestir dans la diversité du vivant), il faut renchérir le coût d'usage des énergies fossiles et redistribuer correctement le produit de cette taxe carbone. Les sommes seraient considérables. Je vous donne deux exemples.

J'ai été amené à présider un comité pour la fiscalité écologique entre 2013 et 2015. L'enjeu, c'était six milliards

d'euros. Quand vous avez un enjeu à six milliards d'euros pour les recettes publiques, le ministre des Finances, même s'il n'est pas du tout écologiste, est fort intéressé. Le problème est que la récolte du pactole l'intéresse, mais pas la redistribution. On n'a pas redistribué la taxe carbone. Du coup, on a créé les Gilets jaunes.

Deuxième exemple. Nous avons, aujourd'hui en Europe, un système d'échanges de quotas de CO₂ qui est de loin le premier marché environnemental au monde. Les Chinois vont probablement un jour ou l'autre nous rattraper, mais ils n'en sont pas encore là, parce qu'ils ont peur de faire monter la valeur carbone chez eux. Cette année, avec un prix du quota qui a été jusqu'à un peu plus de 90 euros la tonne, qui est retombé vers 70 euros, les recettes d'enchères seront de 40 milliards d'euros et encore, seule un peu plus de la moitié des quotas ont été mises aux enchères. Vous voyez que la question de la redistribution de ce type de rentes est fondamentale. Les économistes du climat ont écrit des kilomètres de littérature sur le bon prix du carbone : à mon sens, le paramètre fondamental, ce sont les conditions d'acceptabilité sociale pour la société. Le bon prix carbone est celui qui est socialement acceptable, et cela dépend de la redistribution.

Ce qui est vrai à l'échelon d'un pays l'est encore plus à l'échelon international. Au moment des accords de Paris en 2015, Jean Tirole et moi-même avons fait une démarche conjointe demandant un prix mondial du CO₂. Inutile de vous dire que nous n'avons pas été écoutés. Les négociateurs français nous ont dit qu'il était déjà

assez compliqué comme ça de trouver un accord, et que si en plus il fallait un prix mondial du CO₂, ça devenait impossible. Nous avons fait quelques petites simulations macro, avec Jean Tirole et Christian Gollier, qui dirige la Toulouse School of Economics : un système de quotas mondial, ou un système de taxe mondiale du carbone, avec une redistribution *per capita*, engendre beaucoup plus que 100 milliards de transferts vers les pays moins avancés. Donc l'accélération de la transition climatique pour le volet énergétique, via la tarification carbone, est assez simple. On n'ose pas le faire, parce qu'on n'ose pas se lancer dans des actions économiques qui redistribueraient aussi fortement la richesse.

Je termine par quelques mots sur les leviers économiques d'accélération de la transition agroécologique. À mes yeux, ce ne sont pas du tout les mêmes outils. Certes, les agriculteurs doivent payer le CO₂ qu'ils dégagent quand ils utilisent de l'énergie fossile, comme tous les acteurs, mais il faudra surtout investir dans la diversité du vivant et ce n'est plus la même logique. Il faut trouver des instruments économiques valorisant la biodiversité, la résilience au réchauffement climatique, et c'est beaucoup plus complexe, parce que, justement, il s'agit de vivant.

Simone Harari Baulieu⁴ : *Je vous invite à voir sur France 5, le jour du démarrage de la COP 27 à Charm el-Cheikh, le dimanche 6 novembre, un film que je viens*

4. Présidente de la société de production et de distribution audiovisuelle Effervescence.

de produire, La Bataille du Climat. Ce documentaire raconte cinquante années de COP, avec, bien sûr, pas mal de déni et de déceptions, quelques espoirs aussi, quelques surprises enfin, comme de constater que Margaret Thatcher a été décisive pour la création du GIEC parce qu'en tant que chimiste, elle trouvait que les faits méritaient d'être mieux connus, par une autorité indépendante des Nations Unies.

Vous parliez tout à l'heure de transferts de richesse en montrant qu'il sera difficile de compter sur l'altruisme des pays développés. Mais est-il nécessaire d'espérer un tel altruisme? N'est-il pas possible de montrer par un raisonnement économique que ces transferts, la redistribution du produit de la taxe carbone par exemple, relèvent de l'intérêt bien compris de chacune des parties?

Christian de Perthuis : Non seulement Margaret Thatcher était favorable à la création du GIEC, mais aussi Ronald Reagan, parce qu'ils pensaient que le GIEC allait un peu contrebalancer Greenpeace : « *Greenpeace raconte n'importe quoi sur le climat, donc on va mettre des scientifiques sérieux* ». Résultat : trois ans après, le GIEC publie son 1^{er} Rapport et montre que c'est probablement encore plus grave que ce que disait Greenpeace. Je vous recommande de regarder ce 1^{er} Rapport de 1990. On dit que le dernier rapport du GIEC lance l'alerte. C'est inexact. L'alerte est lancée dès le 1^{er} Rapport, avec une projection pour 2020 d'un réchauffement entre 1 °C et 1,4 °C par rapport à la période préindustrielle. L'Office météorologique mondial estime le réchauffement en

2020 à un 1,2 °C. Donc, en 1990, le GIEC a exactement donné le chiffre de réchauffement moyen qu'on connaît trente ans après. La différence avec maintenant, c'est, comme je l'ai dit en ouvrant mon exposé, non pas que le réchauffement s'accélère, mais que la prise de conscience s'accélère.

Sur votre question, je partage votre point de vue : il s'agit d'un altruisme intéressé, que de partager à court terme pour être tous mieux à long terme. Car nous sommes tous embarqués sur la même planète. Mais il faut avouer que si on veut faire des transferts à la bonne échelle, il faut se priver à court terme d'une certaine forme d'abondance. C'est le problème de la sobriété : il faut construire des modèles économiques sobres, ce qui implique de se passer d'une certaine forme d'abondance.

Anne-Françoise Berthon⁵ : *Vous avez parlé de la nécessité de transformer certains métiers. La transition climatique passe par la création de métiers attractifs à la fois pour les jeunes et pour ceux qui vont devoir se reconvertir. On parle beaucoup de RSE, mais on ne sait pas trop ce qu'on met derrière. J'aimerais alors avoir votre avis sur les politiques publiques à mettre en œuvre, ou qui existent peut-être déjà, mais dont on ne parle pas. Comment faire pour que les jeunes pourvoient aux 20-30 % d'emplois numériques qui ne sont pas aujourd'hui occupés ? Que faire en matière de formations et de métiers ?*

5. Présidente d'ATIHP consulting – Access to Innovation & Health partnerships.

Christian de Perthuis : Je sors un tout petit peu de mes compétences avec cette question, mais, pour vous répondre, je dirais qu'il y a trois choses.

Tout d'abord, en ce qui concerne les étudiants, on constate un mouvement important des jeunes qui disent qu'ils ne veulent pas rentrer n'importe comment sur le marché du travail, qui veulent que leur travail fasse sens. Ça existait déjà avant, mais ça prend vraiment de l'ampleur. Il se passe quelque chose qui dépasse la seule question du climat : les jeunes générations ont un autre rapport à l'emploi, la question du sens est très importante. C'est vrai pour le climat, ça l'est aussi pour la santé et même l'agriculture. Vous avez aujourd'hui des formes de retour à l'agriculture qui sont très étonnantes, qui ne sont pas la reprise d'exploitations agricoles traditionnelles. J'étais invité il y a quelques jours par l'ALEC Ouest Essonne pour donner une conférence. C'était très intéressant, il y a là une dynamique locale très étonnante de réinvestissement dans des pratiques agricoles innovantes.

Deuxième point : je ne crois pas qu'on pourra facilement reconverter des pans entiers de l'industrie, qui doivent pourtant l'être en raison de la transition climatique. Le problème est qu'on préfère vendre un grand plan hydrogène vert plutôt que dire que l'hydrogène vert détruira un certain nombre d'emplois et qu'il faut l'anticiper. La reconversion sera dure et aura un coût social élevé. Or, d'autres en Europe font mieux que nous, notamment nos amis de l'autre côté du Rhin, qui ont une plus grande habitude de ces reconversions industrielles. Espérons

que ce sera moins dur que ce que nous avons fait chez nous avec l'acier.

Enfin, si vous me demandez d'imaginer exactement ce que seront les emplois dont on aura besoin dans dix ou vingt ans, je ne le sais pas. Car il ne s'agit pas seulement de transition, mais d'une véritable reconstruction qui va beaucoup plus loin que de simples améliorations. Derrière le problème actuel de main d'œuvre, nous avons, selon moi, un système à bout de souffle. Nous n'avons pas encore construit complètement les bases du système de demain et on voit bien que le système d'hier se délite un peu. C'est bien, ça veut dire que nous allons faire la transition, mais cela ne se fera pas à coût neutre. On rejoint là la question croissance/décroissance. Je ne suis ni l'un ni l'autre. Je trouve ça stupide. Des gens décrètent qu'on ne peut pas se passer de croissance, d'autres qu'il faut de la décroissance, moi je suis totalement agnostique : je pense que certains volets de la transition sont porteurs de la croissance, d'autres de décroissance et que l'intérêt collectif est d'adoucir ce qui est porteur de décroissance et de renforcer ce qui amène de la croissance. Ce qui compte est la qualité des transitions.

Philippe Clerc⁶ : *Quels seront les effets de la transition climatique sur le système productif et son avenir ?*

Christian de Perthuis : La transition nous oblige à transférer très vite des actifs productifs d'un secteur

6. Président de l'Académie de l'intelligence économique.

vers d'autres secteurs et, à l'intérieur d'un secteur, de transférer très vite des actifs carbonés vers des actifs décarbonés. Ces actifs qui risquent de s'échouer, les acteurs vont chercher à s'en débarrasser le plus vite possible en les passant au voisin, comme au mistigri. Mais une fois que ces actifs n'auront plus de valeur, qui payera le coût social, le coût de la restructuration? C'est cela le grand problème.

En ce qui concerne le volet restructuration, il y a des choses positives, des formes de relocalisation qui touchent autant le système agroalimentaire que le système industriel. Il ne faut pas supprimer le commerce, soyons clair : le commerce des biens agricoles et alimentaires est absolument indispensable pour la sécurité alimentaire du monde. Mais il faut, autant qu'on le peut, reconnecter le système alimentaire avec nos ressources locales.

Sur le volet industriel en Europe, on a géré les politiques climatiques de façon incroyablement naïve, en finançant le développement de pans entiers de l'industrie chinoise. L'industrie des panneaux photovoltaïques en est l'exemple parfait. Au milieu des années 2000, il n'y avait que deux Chinois parmi les dix premiers fabricants de panneaux photovoltaïques. Dix ans après, il n'y a plus que des Chinois. L'Europe et les États-Unis ont beaucoup perdu, les Japonais ont pris des gamelles incroyables.

Je crois que nous sommes désormais moins naïfs et que nous avons la capacité de muscler les industries de

demain. Entre parenthèses, il y a quand même un gros trou dans le plan hydrogène en France : l'argent public finance les utilisations et la production d'hydrogène vert, mais il n'y a rien entre les deux pour les infrastructures nécessaires à son transport et son utilisation. Les Allemands, les Italiens, les Espagnols le font, mais pas nous. Ce qu'il risque de se passer, puisque nous tergiversons pour faire ce tuyau entre l'Espagne et la France, c'est que nous risquons de devenir dépendant d'un projet visant à faire remonter l'hydrogène depuis le Sahara jusqu'à Barcelone, puis de le faire dévier par Trieste. C'est absurde.

Bernard de Courrèges d'Ustou⁷ : *J'ai une question sur les énergies renouvelables. On voit bien qu'il faut abandonner les énergies fossiles : pétrole, gaz, charbon. Mais les énergies renouvelables, même avec les futurs poids lourds que seront le solaire et l'éolien, suffisent-elles pour répondre aux objectifs qu'on s'est fixés ?*

Christian de Perthuis : Vous posez indirectement la question du nucléaire. Je vais répondre de façon transparente. Il faut, selon moi, dissocier le nucléaire existant du nucléaire futur.

En ce qui concerne le nucléaire existant, la bonne ligne d'action est la suivante : sortir des énergies fossiles

7. Général de Corps d'Armée (2S), Inspecteur général des finances, ancien chef du cabinet militaire du Premier ministre (2010-2014), il a dirigé les forces françaises en Afghanistan et l'Institut des hautes études de Défense nationale.

avant de sortir du nucléaire. Je pense donc que sortir de Fessenheim est une erreur, comme le plan de sortie du nucléaire de l'Allemagne est une erreur. Je pense aussi qu'on n'investit pas suffisamment dans le nucléaire existant avec pour résultat que la moitié de notre capacité de production est actuellement inutilisable. EDF n'a pas suffisamment investi dans le nucléaire existant, en partie parce qu'elle n'a pas eu des consignes claires de la part des gouvernements successifs. Mais je crois surtout qu'entretenir des centrales nucléaires existantes intéresse beaucoup moins les ingénieurs que de créer de nouveaux objets. Nous avons donc un vrai problème d'entretien du parc dans lequel il faut, à mon avis, réinvestir massivement pour utiliser les centrales existantes aussi longtemps que nous y autorisera l'Autorité de Sécurité nucléaire.

En ce qui concerne le nucléaire futur, le projet des trois fois deux EPR nouveaux ne me paraît pas un investissement prioritaire. Compte-tenu des calendriers de réalisation, il est inutile pour atteindre nos objectifs en 2030 et en 2035. Et le pari que je fais au-delà de 2035 est que, sous l'angle des coûts, les capacités de production d'origine renouvelable, le vecteur hydrogène, les capacités de stockage fourniront des approvisionnements décarbonés moins coûteux et plus sécurisé que le nouveau nucléaire.

A mes yeux, il faut donc investir dans le parc nucléaire existant et regarder à deux fois avant d'investir dans du nucléaire futur. Car l'argent qu'on met dans l'EPR, on ne

le met pas ailleurs et notamment pas dans le renouvelable qui est le moteur principal de la substitution énergétique.

Yvan Glasel⁸ : *Les politiques démographiques sont-elles susceptibles de prendre en compte les exigences climatiques ?*

Christian de Perthuis : La transition démographique continue : le taux de fécondité dans le monde a atteint son maximum dans les années 1960 et depuis est en baisse. Le ralentissement puis la stabilisation, voire la décroissance, de la démographie mondiale limitera la pression.

Évidemment, la pression ne dépend pas simplement du nombre d'habitants : elle n'est pas la même suivant qu'on est en Amérique du Nord, en Europe ou en Afrique. Mais la question de la démographie reste essentielle.

Sur ce point, la seule bonne façon de hâter la transition démographique est d'accélérer le développement des pays moins avancés, l'éducation des femmes, leur environnement sanitaire, leur émancipation. C'est ça qui accélère la transition démographique, beaucoup plus que des politiques visant à directement agir sur la natalité. J'en veux pour preuve qu'en Asie, ce n'est pas la Chine qui a le taux de fécondité le plus bas, c'est la Corée du

8. Ancien Président du Conseil d'administration de la Fondation de la France Mutualiste, ingénieur agronome.

Sud. C'est la rapidité et la qualité du développement qui permettent d'accélérer la transition démographique.

Je reviens à ce que je disais tout à l'heure sur les pays moins avancés. Il y a beaucoup moins de concurrence qu'on imagine entre leur développement et la transition climatique. On me reprochera peut-être d'être idéaliste, mais c'est une très bonne nouvelle. Car la négociation internationale, notamment au moment du protocole de Kyoto et de la Convention Climat de 1992, s'est construite sur l'idée qu'il y avait une espèce d'arbitrage à faire entre développement des pays moins avancés et question climatique. Du fait de la baisse des coûts des solutions énergétiques bas carbone et de leur grande modularité et accessibilité, le développement des pays moins avancés pourra s'accélérer grâce à la transition climatique, pas à son détriment. À condition de le faire correctement. Au-delà de l'analyse purement économique, c'est un combat humaniste auquel il est passionnant de contribuer.

Retrouvez l'intégralité du débat en vidéo sur
www.institutdiderot.fr

Les publications de l'Institut Diderot

Dans la même collection

- L'avenir de l'automobile - Louis Schweitzer
- Les nanotechnologies & l'avenir de l'homme - Etienne Klein
- L'avenir de la croissance - Bernard Stiegler
- L'avenir de la régénération cérébrale - Alain Prochiantz
- L'avenir de l'Europe - Franck Debié
- L'avenir de la cybersécurité - Nicolas Arpagian
- L'avenir de la population française - François Héran
- L'avenir de la cancérologie - François Goldwasser
- L'avenir de la prédiction - Henri Atlan
- L'avenir de l'aménagement des territoires - Jérôme Monod
- L'avenir de la démocratie - Dominique Schnapper
- L'avenir du capitalisme - Bernard Maris
- L'avenir de la dépendance - Florence Lustman
- L'avenir de l'alimentation - Marion Guillou
- L'avenir des humanités - Jean-François Pradeau
- L'avenir des villes - Thierry Paquot
- L'avenir du droit international - Monique Chemillier-Gendreau
- L'avenir de la famille - Boris Cyrulnik
- L'avenir du populisme - Dominique Reynié
- L'avenir de la puissance chinoise - Jean-Luc Domenach
- L'avenir de l'économie sociale - Jean-Claude Seys
- L'avenir de la vie privée dans la société numérique - Alex Türk
- L'avenir de l'hôpital public - Bernard Granger
- L'avenir de la guerre - Henri Bentegeat & Rony Brauman
- L'avenir de la politique industrielle française - Louis Gallois
- L'avenir de la politique énergétique française - Pierre Papon
- L'avenir du pétrole - Claude Mandil
- L'avenir de l'euro et de la BCE - Henri Guaino & Denis Kessler
- L'avenir de la propriété intellectuelle - Denis Olivennes
- L'avenir du travail - Dominique Méda
- L'avenir de l'anti-science - Alexandre Moatti
- L'avenir du logement - Olivier Mitterrand
- L'avenir de la mondialisation - Jean-Pierre Chevènement

-
- L'avenir de la lutte contre la pauvreté - François Chérèque
 - L'avenir du climat - Jean Jouzel
 - L'avenir de la nouvelle Russie - Alexandre Adler
 - L'avenir de la politique - Alain Juppé
 - L'avenir des Big-Data - Kenneth Cukier & Dominique Leglu
 - L'avenir de l'organisation des Entreprises - Guillaume Poirin
 - L'avenir de l'enseignement du fait religieux dans l'École laïque - Régis Debray
 - L'avenir des inégalités - Hervé Le Bras
 - L'avenir de la diplomatie - Pierre Grosse
 - L'avenir des relations Franco-Russes - S.E Alexandre Orlov
 - L'avenir du Parlement - François Cornut-Gentille
 - L'avenir du terrorisme - Alain Bauer
 - L'avenir du politiquement correct - André Comte-Sponville & Dominique Lecourt
 - L'avenir de la zone euro - Michel Aglietta & Jacques Sapi
 - L'avenir du conflit entre chiite et sunnites - Anne-Clémentine Larroque
 - L'Iran et son avenir - S.E Ali Ahani
 - L'avenir de l'enseignement - François-Xavier Bellamy
 - L'avenir du travail à l'âge du numérique - Bruno Mettling
 - L'avenir de la géopolitique - Hubert Védrine
 - L'avenir des armées françaises - Vincent Desportes
 - L'avenir de la paix - Dominique de Villepin
 - L'avenir des relations franco-chinoises - S.E. Zhai Jun
 - Le défi de l'islam de France - Jean-Pierre Chevènement
 - L'avenir de l'humanitaire - Olivier Berthe - Rony Brauman - Xavier Emmanuelli
 - L'avenir de la crise du Golfe entre le Qatar et ses voisins - Georges Malbrunot
 - L'avenir du Grand Paris - Philippe Yvin
 - Entre autonomie et Interdit : comment lutter contre l'obésité ?
Nicolas Bouzou & Alain Coulomb
 - L'avenir de la Corée du Nord - Juliette Morillot & Antoine Bondaz
 - L'avenir de la justice sociale - Laurent Berger
 - Quelles menaces numériques dans un monde hyperconnecté ? - Nicolas Arpagian
 - L'avenir de la Bioéthique - Jean Leonetti
 - Données personnelles : pour un droit de propriété ?
Pierre Bellanger et Gaspard Koenig
 - Quels défis pour l'Algérie d'aujourd'hui ? - Pierre Vermeren
 - Turquie : perspectives européennes et régionales - S.E. Ismail Hakki Musa
 - Burn-out - le mal du siècle ? - Philippe Fossati & François Marchand
 - L'avenir de la loi de 1905 sur la séparation des Églises et de l'État.
Jean-Philippe Hubsch
 - L'avenir du bitcoin et du blockchain - Georges Gonthier & Ivan Odonnat
 - Le Royaume-Uni après le Brexit
Annabelle Mourougane - Frédéric de Brouwer & Pierre Beynet
 - L'avenir de la communication politique - Gaspard Gantzer
 - L'avenir du transhumanisme - Olivier Rey
 - L'économie de demain : sociale, solidaire et circulaire ?
Géraldine Lacroix & Romain Slitine
 - La transformation numérique de la défense française - Vice-amiral Arnaud Coustillière
 - L'avenir de l'indépendance scientifique et technologique française
Gérard Longuet
 - L'avenir du Pakistan - Ardavan Amir-Aslani

- Le corps humain et sa propriété face aux marchés - Sylviane Agacinski
- L'avenir de la guerre économique américaine - Ali Laïdi
- Construire l'économie de demain - Jean Tirole
- L'avenir de l'écologie... et le nôtre - Luc Ferry
- La vulgarisation scientifique est-elle un échec ? - Étienne Klein
- Les trois utopies européennes - Francis Wolff
- L'avenir des Juifs français - Haïm Korsia

Les Déjeuners / Dîners de l'Institut Diderot

- La Prospective, de demain à aujourd'hui - Nathalie Kosciusko-Morizet
- Politique de santé : répondre aux défis de demain - Claude Evin
- La réforme de la santé aux États-Unis : quels enseignements pour l'assurance maladie française ? - Victor Rodwin
- La question du médicament - Philippe Even
- La décision en droit de santé - Didier Truchet
- Le corps ce grand oublié de la parité - Claudine Junien
- Des guerres à venir ? - Philippe Fabry
- Les traitements de la maladie de Parkinson - Alim-Louis Benabib
- La souveraineté numérique - Pierre Bellanger
- Le Brexit et maintenant - Pierre Sellal
- Les Jeux paralympiques de Paris 2024 : une opportunité de santé publique ?
Pr François Genet & Jean Minier - Texte écrit en collaboration avec Philippe Fourny
- L'intelligence artificielle n'existe pas - Luc Julia
- Cyber : quelle(s) stratégie(s) face à l'explosion des menaces ?
Jean-Louis Gergorin & Léo Issac-Dognin
- La puissance publique face aux risques - François Vilnet & Patrick Thourot
- La guerre des métaux rares - La face cachée de la transition énergétique
et numérique - Guillaume Pitron
- Comment réinventer les relations franco-russes ? - Alexandre Orlov
- La république est-elle menacée par le séparatisme ? - Bernard Rougier
- La révolution numérique met-elle en péril notre civilisation ? - Gérald Bronner
- Comment gouverner un peuple-roi ? - Pierre-Henri Tavoillot
- L'eau enjeu stratégique et sécuritaire - Franck Galland
- Autorité un «enjeu pluriel» pour la présidentielle 2022 ? - Thibault de Montbrial
- Manifeste contre le terrorisme islamiste - Chems-eddine Hafiz
- Reconquérir la souveraineté numérique
Matthieu Bourgeois & Bernard de Courrèges d'Ustou
- Le sondage d'opinion : outil de la démocratie ou manipulation de l'opinion ? Alexandre Dézé
- Le capitalisme contre les inégalités - Yann Coatanlem
- Franchir les limites : transitions, transgressions, hybridations - Claudine Cohen
- Migrations, un équilibre mondial à inventer - Catherine Withol de Wenden
- Insécurité alimentaire et changement climatique : les solutions apportées par les
biotechnologies végétales - Georges Freyssinet

Les Notes de l'Institut Diderot

- L'euthanasie, à travers le cas de Vincent Humbert - Emmanuel Halais
- Le futur de la procréation - Pascal Nouvel
- La République à l'épreuve du communautarisme - Eric Keslassy

-
- Proposition pour la Chine - Pierre-Louis Ménard
 - L'habitat en utopie - Thierry Paquot
 - Une Assemblée nationale plus représentative - Eric Keslassy
 - Où va l'Égypte ? - Ismaïl Serageldin
 - Sur le service civique - Jean-Pierre Gualazzi
 - La recherche en France et en Allemagne - Michèle Vallentini
 - Le fanatisme - Texte d'Alexandre Deleyre présenté par Dominique Lecourt
 - De l'antisémitisme en France - Eric Keslassy
 - Je suis Charlie. Un an après... - Patrick Autréaux
 - Attachement, trauma et résilience - Boris Cyrulnik
 - La droite est-elle prête pour 2017 ? - Alexis Feertchak
 - Réinventer le travail sans l'emploi - Ariel Kyrou
 - Crise de l'École française - Jean-Hugues Barthélémy
 - À propos du revenu universel - Alexis Feertchak & Gaspard Koenig
 - Une Assemblée nationale plus représentative - *Mandature 2017-2022* - Eric Keslassy
 - L'avenir de notre modèle social français - Jacky Bontems & Aude de Castet
 - Handicap et République - Pierre Gallix
 - Réflexions sur la recherche française... - Raymond Piccoli
 - Le système de santé privé en Espagne : quels enseignements pour la France ?
Didier Bazzocchi & Arnaud Chneiweiss
 - Le maquis des aides sociales - Jean-Pierre Gualazzi
 - Réformer les retraites, c'est transformer la société - Jacky Bontems & Aude de Castet
 - Vers un droit du travail 3.0 - Nicolas Dulac
 - L'assurance santé privée en Allemagne : quels enseignements pour la France ?
Arnaud Chneiweiss & Nadia Desmaris
 - Repenser l'habitat. Quelles solidarités pour relever le défi du logement dans une société de la longévité ? - Jacky Bontems & Aude de Castet
 - De la nation universelle au territoire-monde - L'avenir de la République dans une crise globale et totale - Marc Soléry
 - L'intelligence économique - Dominique Fonvielle
 - Pour un Code de l'enfance - Arnaud de Belenet
 - Les écoles de production - Agnès Pannier-Runacher
 - L'intelligence artificielle au travail - Nicolas Dulac Gérardot
 - Une Assemblée nationale plus représentative ? - *Mandature 2022-2027* - Eric Keslassy

Les Colloques de l'Institut Diderot

- L'avenir du progrès (actes des Entretiens 2011)
- Les 18-24 ans et l'avenir de la politique
- L'avenir de l'Afrique

Changement climatique : comprendre et agir

« Limiter le réchauffement climatique à un niveau bien inférieur à 2, de préférence à 1,5 degré Celsius, par rapport au niveau préindustriel », tel était l'objectif de l'accord de Paris, signé en 2015.

Aujourd'hui, la situation géopolitique ayant bien changé, les objectifs semblent déjà inatteignables.

Plusieurs solutions sont envisageables, et pourraient peut-être avoir des bénéfices insoupçonnés, même si arriver à la neutralité climat ne sera pas chose aisée.

Comment, dès lors, faire baisser nos émissions de gaz à effet de serre et tenir nos engagements ?

À l'invitation de l'Institut Diderot, en l'espace de ces quelques pages, Christian de Perthuis nous fait l'amitié de répondre à ces défis entremêlés.



Christian de PERTHUIS

Professeur d'économie, fondateur de la chaire « Économie du climat » à l'Université Paris-Dauphine-PSL, ancien directeur de la « Mission climat » de la Caisse des dépôts, auteur de nombreux ouvrages, il vient de publier « Climat 30 mots pour comprendre et agir » (De Boeck Supérieur, 2022).