

Q1.1

Quel est le fonctionnement des principaux cycles régulant le climat et la vie sur terre ?

Pour répondre à cette question, nous évoquerons:

- ▶ Les conditions de l'émergence de la vie sur Terre
- ▶ L'existence de grands cycles de régulation des "constantes vitales" de la planète : température, teneur en CO₂, teneur en oxygène, humidité, ...
- ▶ Le rayonnement solaire (abondant) et le bilan radiative de la Terre (important, car cela définit les scénarios du GIEC)
- ▶ Quelques sources de perturbation de ces cycles



L'essentiel est à ce stade de toucher du doigt la complexité du système et d'avoir en tête qu'il existe de nombreuses boucles pouvant stabiliser ou au contraire déstabiliser notre planète. De comprendre qu'une petite variation d'un paramètre peut provoquer l'emballement de la machine... ou au contraire contribuer à sa régulation. Imaginez : un albedo qui passerait de 0,30 à 0,31 en raison d'une augmentation de 5% de la couverture nuageuse compenserait un doublement des émissions de carbone ! On comprend que l'extrême sensibilité du système ait créé quelques barrières à l'obtention d'un consensus scientifique et politique...



Q1.2

Pourquoi le consensus a-t-il pris du temps à se former autour du réchauffement climatique ?

Pour répondre à cette question, nous évoquerons:

- ▶ L'origine des préoccupations écologistes
- ▶ Les arguments des climato-sceptiques (il en reste !)
- ▶ Les grandes étapes de la mobilisation internationale, son importance et ses difficultés



En 35 ans, la communauté internationale a donc validé grâce au travail des scientifiques le caractère anormal de la hausse des températures, a démontré l'influence décisive de l'homme sur cette situation, a modélisé l'impact à long-terme d'un statu quo, a formalisé ses engagements dans un cadre contraignant et a mis en place ou ouvert la voie à des outils réglementaires et financiers qui faciliteront la transition. Le verre est-il à moitié plein ou à moitié vide ?



Q1.3

Que savons-nous (ou pas) sur le réchauffement et ses conséquences ?

Pour répondre à cette question, nous évoquerons:

- ▶ Le fort consensus de la communauté scientifique sur l'origine anthropique du réchauffement climatique
- ▶ Le faisceau de preuves conduisant à ce consensus
- ▶ L'origine de la hausse de la concentration de CO₂ atmosphérique
- ▶ Les modèles du GIEC et la difficile modélisation du climat



La dimension protéiforme de la problématique fait qu'il n'y a pas et qu'il n'y aura jamais de « silver bullet » comme disent les anglais, qui couperait court à toute polémique et permettrait d'aboutir à un consensus indiscutable. La démonstration de l'origine humaine du réchauffement climatique tient plutôt à un faisceau de preuves (très) convergentes, qui prises dans leur ensemble ne laissent plus la place au doute. (...) S'il est donc toujours possible d'exhiber des « preuves » ou des « experts » affirmant l'inverse, cela ne reflète en rien l'état de la science.



Q1.4

D'où viennent les émissions ?

Pour répondre à cette question, nous évoquerons:

- ▶ La variété des indicateurs utilisés pour mesurer notre impact et le résultat de nos actions : émissions, empreinte carbone, émissions par habitant ou par unité de PIB
- ▶ Le rôle de la production d'énergie dans les émissions de GES, et son importance dans la construction, les transports, ou l'industrie
- ▶ Le rôle de l'industrie – au-delà de sa consommation énergétique
- ▶ Le rôle de l'agriculture et de l'utilisation des sols

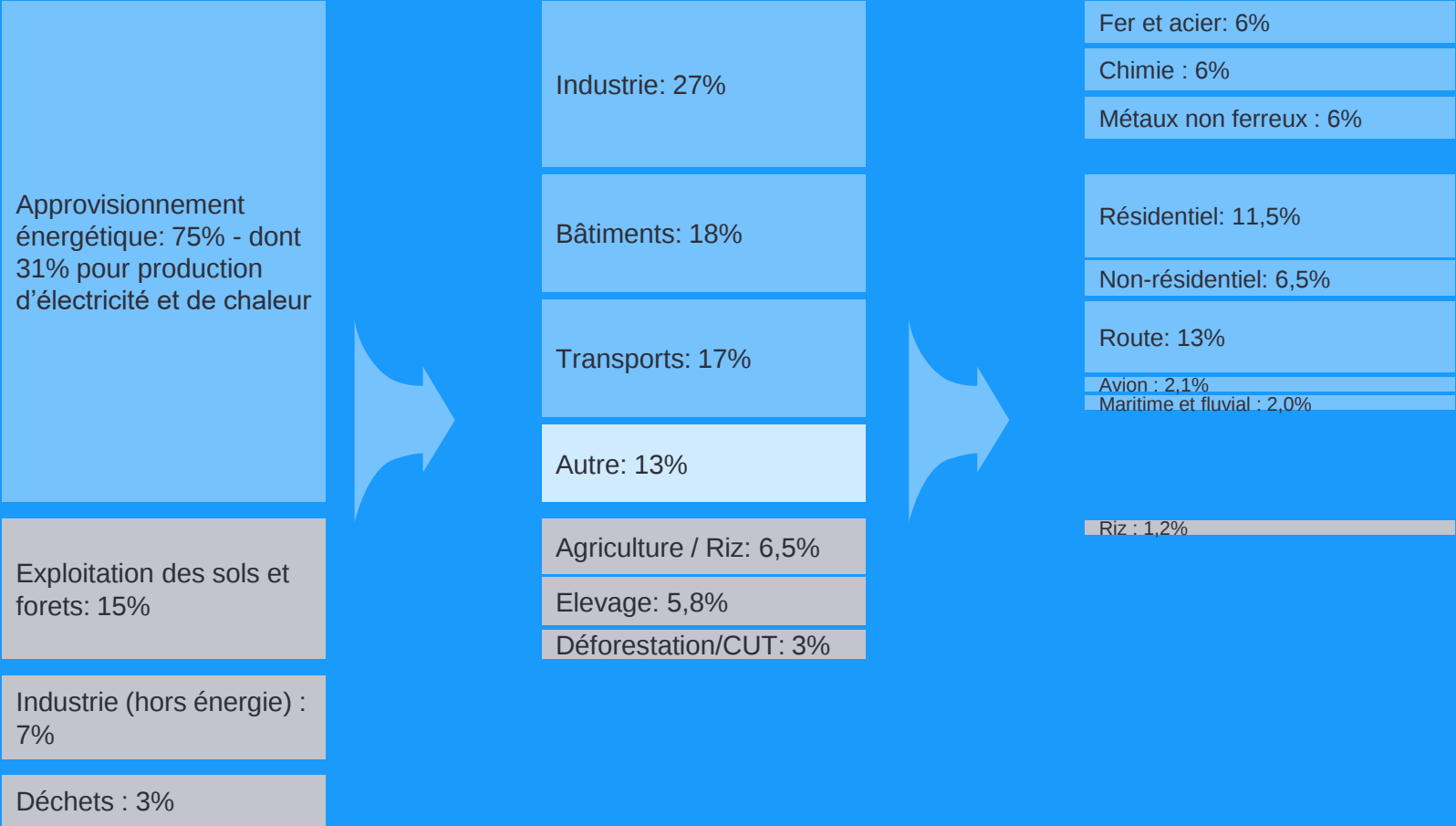


C'est assez logique puisque toute « activité économique » n'est autre que la transformation de temps, de matières et d'énergie en biens et services utiles à l'homme. Il ne s'agit donc pas d'une simple corrélation ; les liens entre énergie et PIB sont consubstantiels. Notre modèle de société et notre recherche perpétuelle de confort sont fondés sur cette relation qui permet in fine de procurer des gains de pouvoir d'achats grâce à l'amélioration de la productivité. Notre soif de consommation est ainsi assouvie : la boucle est bouclée.



Q1.4

D'où viennent les émissions ?



Source: World Resource Institute ; GIEC ; pour l'année 2019, pour les scopes 1, 2 et 3 des différents secteurs



Q1.5

Pays « riches » / pays « émergents » : quelles sont les responsabilités ?

Pour répondre à cette question, nous évoquerons:

- ▶ La dynamique des émissions de CO2 depuis la révolution industrielle : petite histoire de la mondialisation
- ▶ Le rôle historique de l'Europe et des Etats-Unis dans la situation actuelle
- ▶ Le renversement de tendance observé depuis quelques années
- ▶ Les inquiétudes sur la croissance des émissions dans les pays émergents



La découverte des énergies fossiles, la révolution industrielle et l'essor du commerce international ont favorisé un développement économique fulgurant en Europe et aux Etats-Unis ; le niveau de vie et de confort a progressé, l'espérance de vie atteint 80 ans, les conflits armés ont massivement reflué dans le monde, et la pauvreté extrême n'a jamais été aussi faible. Mais cet essor a eu pour conséquence d'accroître massivement le niveau d'émission de GES. Après 250 ans de croissance économique, l'Europe aura émis 532 GT de CO2 (32% du total), les Etats-Unis 417 GT (25%) ; l'Asie (hors Inde / Chine) et la Chine rattrapent rapidement leur retard avec chacune environ 15% des émissions.



Q2.1

La décroissance est-elle possible et souhaitable ?

Pour répondre à cette question, nous évoquerons:

- ▶ L'origine de la croissance, la société d'abondance et ses externalités négatives
- ▶ Le biais de négativité, à la racine de peurs parfois irrationnelles
- ▶ L'origine des mouvements « décroissantistes », particulièrement forts en France, et leur socle idéologique
- ▶ Les propositions, parfois extrêmes, des partisans de la décroissance
- ▶ Les biais et erreurs de raisonnement de ce mouvement



Le mouvement décroissantiste, assez récent et finalement marginal à l'échelle mondiale en dépit de son écho important dans les médias français, s'appuie sur des constats implacables, sur des réflexions philosophiques intéressantes, et sur un biais de négativité inhérent à la nature humaine. (...) Il ne propose toutefois pas de vision systémique, intégrant les dimensions climatiques, économiques, sociales, sociétales et géopolitiques ; les mesures proposées sont souvent radicales, liberticides, et pourtant insuffisantes voire contreproductives.



Q2.2

Les innovations de rupture peuvent-elles suffire ?

Pour répondre à cette question, nous évoquerons:

- ▶ Le technosolutionnisme, ses adeptes, ses ennemis
- ▶ Les techniques de captation et d'élimination du carbone (CDR – Carbon Dioxide Removal)
- ▶ La géoingénierie – ou la tentation de manipuler le climat



Certains grands optimistes sont tentés de réduire la lutte contre le changement climatique à la seule recherche d'innovations radicales susceptibles de changer la donne. Ce serait trop simple, trop aléatoire voire trop dangereux. Trop simple car les innovations de rupture ne sont favorisées que dans un écosystème qui va aiguillonner les chercheurs et les industriels par un savant dosage d'incitation et de coercition, et que leur déploiement nécessite souvent une adaptation profonde de nos modèles de société. Trop aléatoire car il en va ainsi de toute innovation de rupture.



Q2.3

Quel chemin vers une écologie fructueuse alliant croissance et respect de l'environnement ?

Pour répondre à cette question, nous évoquerons:

- ▶ Les points de vue de deux grandes voix internationales : le GIEC et les Nations Unies
- ▶ Schumpeter et le pouvoir de la destruction créatrice
- ▶ Le cercle vertueux de la transformation environnementale : des catalyseurs systémiques aux transformations sectorielles

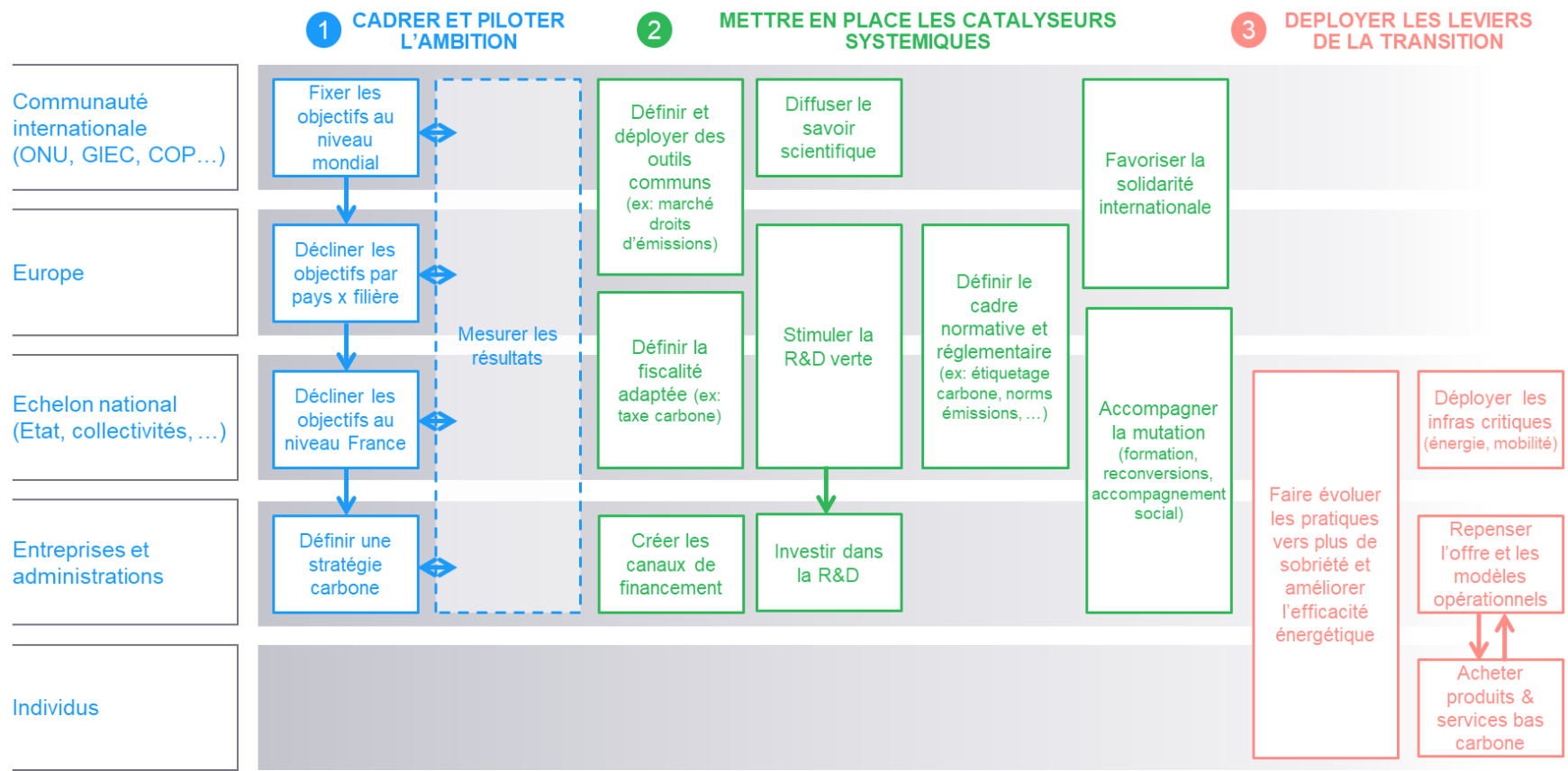


Nous avons abondamment commenté les chemins escarpés de la pensée décroissantiste, dont l'efficacité, l'applicabilité et l'acceptabilité semblent pour le moins discutables. Il serait tout aussi hasardeux de jouer l'avenir du monde à la roulette russe en pariant sur d'hypothétiques technologies de rupture telle la géoingénierie. Nous devons donc trouver une voie médiane, qui permette de concilier la légitime aspiration de l'homme à vivre mieux et les contraintes physiques ou climatiques de notre planète.



Q2.3

Quel chemin vers une écologie fructueuse alliant croissance et respect de l'environnement ?



Q2.4

Avons-nous les moyens (financiers) de nos ambitions ?

Pour répondre à cette question, nous évoquerons:

- ▶ Les différents impacts économiques et sociaux de l'inaction
- ▶ Les grands postes d'investissement nécessaires à la lutte contre le réchauffement
- ▶ La quantification macro-économique de l'inaction et de l'action



Une chose est certaine : le coût de l'inaction dépasse sans conteste le coût de l'action, sans même considérer les effets non linéaires d'un potentiel emballement climatique. C'est pourquoi il est urgent de ne pas attendre, de définir une trajectoire, et de s'y tenir en dépit des débats peu consensuels sur les différentes philosophies de l'action.



Q3.1 Pourquoi le carbone doit-il avoir un prix (élevé) ?

Pour répondre à cette question, nous évoquerons:

- ▶ La puissance du signal prix pour influencer sur les comportements
- ▶ Les mécanismes d'incitation par une tarification du carbone : taxe carbone et système d'échange de quotas d'émission (SEQE ou ETS pour Emission Trading Systems)
- ▶ Les bénéfices et limites des crédits « carbone » volontaires



La mise en place d'un véritable marché du carbone, actif, transparent, mondial et au juste prix, est une condition nécessaire pour garantir une transformation rapide et agile de nos modèles économiques et opérationnels.



Q3.2

Réguler, normer, étiqueter : quel cadre légal « équilibré » pour stimuler la transformation ?

Pour répondre à cette question, nous évoquerons:

- ▶ La difficulté à trouver le juste équilibre entre le nécessaire encadrement des pratiques (pour des questions éthiques ou d'efficacité), et les conséquences négatives d'un excès de contrainte
- ▶ Un premier exemple de contrainte légale ou normative : l'étiquetage carbone
- ▶ Un second exemple de contrainte légale ou normative : le reporting environnemental des entreprises (jusqu'où faut-il aller ?)



L'Histoire a déjà montré à maintes reprises que l'homme n'est jamais aussi créatif que lorsqu'il est confronté à un défi d'ampleur. C'est d'ailleurs pourquoi le courant ordo-libéral est aussi attaché à l'intervention des Etats pour éviter les situations de monopole, qui conduisent à la facilité et créent des situations de rente. L'arsenal légal et réglementaire peut également jouer ce rôle d'aiguillon lorsque son usage est bien calibré.

Il faut cependant avoir conscience et anticiper les effets contreproductifs d'un carcan trop contraignant ou trop uniforme.



Q3.3

Quel écosystème pour stimuler l'innovation et mettre en œuvre de la transition ?

Pour répondre à cette question, nous évoquerons:

- ▶ L'imprévisibilité de la courbe du progrès et les difficultés à en appréhender la dynamique
- ▶ Les espoirs suscités par la fusion nucléaire, et par une myriade d'autres domaines de recherche dans le stockage de l'énergie, dans l'avion à hydrogène ou dans les technologies de carbon capture
- ▶ Les mesures pour stimuler l'innovation, contourner la « dépendance aux sentiers » et créer un cadre humain et financier favorable à son plein essor



Au niveau des Etats comme au niveau des entreprises, l'innovation de rupture nécessite de la liberté, de l'autonomie, et du temps. Elle suppose d'accepter une part de risque et d'inconnu. Créons une DARPA de la Green Tech. Créons les conditions d'un microclimat favorable à l'épanouissement des entrepreneurs. Et alors peut-être pouvons-nous espérer faire de l'Europe et de ses entreprises les pionnières du monde de demain.



Q4.1

Comment décarboner la production d'électricité ?

Pour répondre à cette question, nous évoquerons:

- ▶ L'enjeu de la fermeture et du remplacement des centrales à charbon : ennemi numéro 1 du climat (bien bien avant l'avion)
- ▶ Les avantages et inconvénients des différentes sources d'énergie renouvelables et leurs perspectives d'évolution
- ▶ Les avantages et limites du nucléaire (traditionnel), source d'énergie propre mais pas forcément facile à déployer de façon massive sur la planète



Le charbon est sans conteste l'ennemi numéro un du climat. Il est à l'origine de 36% des émissions annuelles de CO₂. Près de vingt fois le transport aérien. Si vu d'un français cette source d'énergie peut sembler anachronique et renvoie non sans plaisir à quelques grands auteurs du XIXème, elle reste hélas dominante dans certains pays. A commencer par la Chine, qui engloutit à elle seule 50% du charbon mondial !



Q4.2

Quelle place pour l'hydrogène dans nos stratégies de décarbonation ?

Pour répondre à cette question, nous évoquerons:

- ▶ Les différents types d'hydrogène (vert, bleu, gris et quelques autres couleurs)
- ▶ Le formidable potentiel de l'hydrogène vert et la grande palette de ses usages potentiels
- ▶ Les difficultés pour déployer massivement cette solution
- ▶ Les principaux secteurs qui devraient en priorité bénéficier de l'hydrogène disponible et les critères pour en décider



Si l'hydrogène est parfois présenté comme le nouvel « or vert », c'est en raison de la polyvalence de ses usages potentiels, en particulier pour des secteurs considérés comme difficiles à décarboner, comme la production d'acier, le transport maritime, le fret routier longue distance ou encore la production d'ammoniac. Mis bout à bout, ces usages totalisent c.10 milliards de tonnes de CO₂e. Et l'hydrogène peut – directement ou indirectement – contribuer à réduire cette addition un peu salée. Cela méritait bien un chapitre.



Q4.3

Comment décarboner le transport sur route ?

Pour répondre à cette question, nous évoquerons:

- ▶ Les différentes solutions pour décarboner le transport sur route
- ▶ Les avantages et limites du véhicule électrique
- ▶ Les conséquences du choix de l'électrique sur nos infrastructures et sur les besoins d'approvisionnement en électricité
- ▶ L'alternative du véhicule à hydrogène – pour les plus gros véhicules, sur les plus longues distances... et les incertitudes qui pèsent encore sur le modèle dominant de demain



Comme pour toutes les innovations, la montée en puissance des VE va suivre une courbe « en S » : d'abord une phase assez longue de progression lente le temps d'atteindre un rapport prix / performance suffisamment attractif aux yeux des clients, puis une phase d'accélération nette, avant de converger vers une asymptote correspondant au régime permanent. Nous sommes clairement en Europe au début de la phase d'accélération.



Q4.4 Peut-on décarboner le transport aérien ?

Pour répondre à cette question, nous évoquerons:

- ▶ La modeste contribution du transport aérien au réchauffement climatique
- ▶ Les différentes solutions envisageables pour atteindre la neutralité carbone à horizon 2050 (ou peut-être un peu plus)
- ▶ Les avantages, les limites et les doutes relatifs aux avions électriques ou « à hydrogène »
- ▶ Le rôle essentiel du SAF (Sustainable Aviation Fuel), carburant durable permettant de massivement réduire les émissions du secteur – à certaines conditions



L'humanité a besoin de l'aviation. Mais le secteur doit se transformer drastiquement, comme tant d'autres. Ce sera dur, cela prendra quelques décennies, mais la plupart des solutions existent en dépit parfois de leur faible maturité ou de leur coût encore excessif.



Q4.5

Comment décarboner le bâtiment ?

Pour répondre à cette question, nous évoquerons:

- ▶ Le cycle de vie d'un bâtiment et son importante contribution au réchauffement climatique
- ▶ Les nombreux catalyseurs systémiques déployés (de façon parfois maladroite) en Europe et en France pour décarboner à marche forcée le secteur
- ▶ Les solutions techniques : acier vert, béton bas carbone, recyclage, isolation, pompes à chaleur, ...



Dans la longue liste des mesures préconisées par le GIEC, les investissements concourant à l'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments figurent en bonne place, même s'ils sont considérés comme couteux. Le ciblage des efforts est ici absolument crucial.



Q4.6

Comment limiter l'impact de notre chaîne alimentaire ?

Pour répondre à cette question, nous évoquerons:

- ▶ L'importance des techniques agricoles dans la préservation des sols... et des lombrics !
- ▶ Les solutions possibles, leur faisabilité, leur impact : agriculture biologique, agriculture de conservation, agriculture régénérative
- ▶ L'avenir des protéines de substitution



Pour reprendre les propos de Gaspard Koenig, porte-étendard de l'agroécologie depuis le succès de son excellent roman *Humus*, « une telle évolution des pratiques s'apparente à une révolution, semblable en ampleur à la mécanisation au siècle dernier ». Elle suppose un cap aussi clair, cohérent et systémique que celui imposé par Edgard Pisani, artisan de la modernisation agro-industrielle sous le général de Gaulle.



Q4.7

Quel bilan et quelle place pour l'individu face au « système » ?

Pour répondre à cette question, nous évoquerons :

- ▶ Les facteurs clés de succès de la révolution climatique
- ▶ Les quatre formes de sobriété à notre main : la sobriété « élémentaire », la sobriété « calculée », la sobriété « systémique », et la sobriété « comportementale »
- ▶ La tentation forte d'introduire de la morale dans chaque acte du quotidien
- ▶ Le discours porteur d'espoir que nous attendons tous !



Cette révolution diffère toutefois des précédentes en deux points, fondamentaux et qui ne simplifient pas la tâche. D'abord, le temps nous est compté. Il s'agit de la première fois, dans l'histoire de l'humanité, que nous « pilotons » une révolution – de surcroît à l'échelle mondiale. La seconde différence tient au fait qu'elle percute une autre (r)évolution majeure, avec l'avènement soudain de l'intelligence artificielle. Au XIXème siècle, le charbon avait remplacé la force humaine. Deux siècles plus tard, la machine décuple la puissance du cerveau humain. La destruction créatrice sera plus que jamais d'actualité, et avec elle les défis d'adaptation de nos sociétés, immenses.





Les sources

Les rapports du GIEC : la référence...en 12 000 pages

- ▶ AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023
- ▶ AR6 Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability
- ▶ AR6 Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change
- ▶ AR6 Climate Change 2021: The Physical Science Basis
- ▶ The Ocean and Cryosphere in a Changing Climate



27 livres (JM. Jancovici, G. Poitrinal, F. Aziari, MA. Selosse, T. Parrique, FX. Oliveau, E. Combes, M. Mann, FX Pietri, A Karklins-Marchay, J. Tirole, P. Aghion & C. Antonin, P. Arthus, ...)

58 rapports (Tirole – Blanchard, Pisani, Shift project, PTEF, SNBC, World Energy Outlook, Commission Quinet, rapports Zenon Research ...)

Une centaine d'articles / de podcasts

Les sites institutionnels et les sources de données brutes

- ▶ Agence Internationale de l'Energie (AIE) / International Energy Agency (IEA)
- ▶ Banque Mondiale
- ▶ World Research Institute
- ▶ World Economic Forum
- ▶ OCDE
- ▶ FAO
- ▶ Ministère de la Transition Energétique et de la Cohésion des territoires
- ▶ Ademe
- ▶ US Department of Energy
- ▶ Ourworldindata.org
- ▶ Carbon Brief
- ▶ Climatewatchdata.org
- ▶ Plateforme de données des Shifters data-for-climate
- ▶ Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique
- ▶ Fondation Fourastie Sauvy
- ▶ EFFIS Statistical Portal
- ▶ S&P Global Community Insight
- ▶ Global Footprint network
- ▶ Centre d'information de l'eau

