

ERWAN SAOUTER

Préface de **Myrto Tripathi**

Révolution énergétique



**SOLUTIONS
POUR UN AVENIR
VRAIMENT DURABLE**

DBS

Révolution énergétique

Nous devons nous rendre compte qu'à long terme, même les processus les plus efficaces, les méthodes de conception et de fabrication qui produisent le moins de déchets et les taux de recyclage les plus élevés ne suffiront peut-être pas à atteindre des niveaux de dématérialisation suffisamment élevés pour annuler la demande accrue de matériaux générée par la croissance démographique continue, l'augmentation du niveau de vie et la préférence universelle de l'homme pour l'accumulation de biens.

Vaclav Smil, 2014

Dr Erwan Saouter

Révolution énergétique
Solutions pour un avenir
vraiment durable

Préface de Myrto Tripathi



Dans la même collection

Dérèglement climatique. Les vraies conséquences pour la santé et la biodiversité, Bernard Swynghedauw, préface de Gilles Boeuf, 2022.

Météorologie de l'espace. Vivre demain avec notre Soleil, Jean Lilensten, Frédéric Pitout, Marina Gruet & J. Pedro Marques, préface d'Alain Cirou, 2021.

L'IA peut-elle penser ? Miracle ou mirage de l'intelligence artificielle, Hubert Krivine, préface de Guillaume Lecointre, 2021.

Transition énergétique. Ces vérités qui dérangent !, 2^e édition, Bertrand Cassoret, préface de Brice Lalonde, 2020.

Pourquoi le nucléaire, Bertrand Barré, préface de Jean-Marc Jancovici, 2017.

La météo à l'origine de tous nos maux, Jacques Fontan, 2014.

Pour toute information sur notre fonds et les nouveautés dans votre domaine de spécialisation, consultez notre site web :
www.deboecksuperieur.com

En couverture : La Terre, de nuit, vue de l'espace. © Rangizzz/Adobe Stock

Relecture : Alain Rossignol

Mise en page et couverture : SCM, Toulouse

Dépôt légal :

Bibliothèque royale de Belgique : 3023/13647/038

Bibliothèque nationale, Paris : mai 2023

ISBN : 978-2-8073-5764-8

Tous droits réservés pour tous pays.

Il est interdit, sauf accord préalable et écrit de l'éditeur, de reproduire (notamment par photocopie) partiellement ou totalement le présent ouvrage, de le stocker dans une banque de données ou de le communiquer au public, sous quelque forme ou de quelque manière que ce soit.

© De Boeck Supérieur SA, 2023 – Rue du Bosquet 7, B1348 Louvain-la-Neuve
De Boeck Supérieur – 5 allée de la 2^e DB, 75015 Paris

Table des matières

Préface	VII
Avant-propos	XI
Introduction	XV

Chapitre 1

Un monde plein d'énergie	1
Une brève histoire de l'énergie.....	1
Énergie = qualité de vie : oui, mais pas pour tout le monde !.....	6
Énergie et croissance économique.....	9
Énergie et démographie	12
Une croissance infinie dans un monde fini	13
Croissance et santé de la planète.....	14
Croissance et préservation de l'environnement : faut-il vraiment choisir ?	35

Chapitre 2

Dérèglement climatique	39
Qu'est-ce que c'est ?	39
Le CO ₂ , c'est l'effet de serre, mais c'est aussi la vie !	40
Comment sommes-nous donc passés de > 20 % à 0,03 % ?	41
Les causes du dérèglement.....	44
Peut-on « arrêter » le dérèglement climatique ?	49
Quelles sont les sources d'émissions de CO ₂ et autres GES ?.....	50
Comment décarboner ?	52

Chapitre 3

Les solutions à la crise climatique.....	57
Les solutions technologiques.....	59
Les solutions bas carbone.....	82
Les solutions naturelles de captage et de séquestration du carbone..	131
Les solutions personnelles pour agir sur son empreinte carbone	140
La solution de l'économie circulaire.....	151
La solution Sobriété	154

Chapitre 4

On s'y met quand ?	157
Annexe 1 : Énergies primaires par sources	163
Annexe 2 : ACV des systèmes énergétiques	165
Remerciements.....	171

Préface

Un autre livre sur la transition énergétique ? Un autre livre qui en suit encore un autre, puis une publication, un reportage, une émission spéciale et une autre première page : encore. Nous sommes comme soumis à un influx incessant d'informations, parfois, d'injonctions, toujours, concernant cette menace aussi existentielle qu'impalpable qu'est le changement climatique et auquel doit répondre la transition énergétique.

N'est-ce pas un peu trop ? Non, le sujet est dense et, pour la très large majorité d'entre nous, bien trop récent pour avoir intégré le socle des connaissances fondamentales et pour que ses concepts soient devenus des évidences. Pensez que le mot même de « décarbonation » n'a émergé dans le débat public qu'il y a à peine trois ans, en 2020, soit trente ans après le premier rapport du GIEC, alors qu'il résume, à lui seul, tout l'enjeu de cette transition : décarboner. Pas révolutionner, non : décarboner. C'est déjà ça !

N'entendons-nous pas toujours un peu la même chose, dite différemment ? Pas plus, malheureusement. Aussi surprenant que cela puisse paraître, s'agissant d'un sujet finalement assez technique, relevant de données objectives, elles-mêmes résultats de recherches scientifiques, les informations auxquelles nous sommes exposés, et qui font état de ce que nous savons, se contredisent souvent. Si la description de ce qui est porte à controverse, imaginez seulement à quoi peut ressembler le débat sur les choix qui restent à faire.

Est-il vraiment nécessaire que nous devenions tous des experts du sujet ? Non, ce n'est pas nécessaire. Nous sommes dans une société qui a choisi de construire son modèle sur la confiance que nous avons, les uns, dans l'expertise des autres. Cette expertise existe, et les pro-

cédés et les garanties de sa bonne mise en œuvre au bénéfice de tous, aussi. Oui, c'est nécessaire, parce que cette confiance est remise en cause par ceux-là mêmes qui sont censés s'en faire l'écho. Alors que nous comptons sur les médias et les représentants du peuple pour nous communiquer les informations données par les experts, ces intermédiaires trop souvent les habillent de leur opinion propre d'individu, que personne, finalement, ne leur a demandé d'exprimer. Sans s'affranchir de cette confiance, il faut donc accepter de développer les réflexes qui permettent de ne pas se laisser leurrer quand c'est nécessaire.

Ce livre est donc encore un autre livre, mais un livre comme ceux dont on manque le plus et qui semblent arides, jusqu'à ce que nous prenions conscience du contraire. Ils fluidifient la pensée et facilitent la compréhension. Non pas en la simplifiant, mais en créant des liens logiques, et en posant les bases sur lesquelles s'appuyer ensuite. Ils libèrent la capacité de décision de celui qui les lit.

Nous avons besoin de ces livres qui ne cherchent pas à se substituer à la pensée de leur lecteur, mais à se mettre au service de son intelligence en lui donnant les éléments à partir desquels il pourra construire l'opinion qui, à ce moment-là seulement, deviendra alors, vraiment, la sienne.

Ce livre est né d'une interrogation, suivie d'une frustration, heureusement elle-même suivie d'une volonté de transmission et, aujourd'hui, d'action. Ce même mécanisme a donné naissance à l'engagement qui est le mien aujourd'hui et dont j'ai choisi, il y a cinq ans, de faire mon quotidien : œuvrer à ce que le fait scientifique et technique, et l'expérience avérée fondent de nouveau nos réflexions et nos décisions pour l'avenir.

Cette interrogation, originelle en quelque sorte, est la suivante : pourquoi n'avons-nous toujours pas réussi à ne serait-ce qu'entamer le problème des émissions de gaz à effet de serre ? Et ce, alors que, d'un côté, nous disposons des solutions techniques pour le faire et que, de l'autre, nous sommes assourdis par les bonnes volontés ?

Même si celles-ci appellent plus à ce que quelque chose soit fait qu'à le faire elles-mêmes.

Nous avons, semble-t-il, les moyens et la volonté. Alors, que manque-t-il ?

Il faut avoir compris la situation dans laquelle le changement climatique est en train de plonger la planète : une situation de régression humaine.

Il faut avoir vu, et vécu, ce que cette régression signifie pour ceux qui en sont déjà les victimes, et qui s'appliquera à chacun, au niveau de l'individu, au niveau de l'enfant.

Il faut avoir entendu les appels au courage, à l'indignation, à l'audace, au sacrifice, de ceux qui n'ont pas lu ce livre ou un autre comme lui, et qui, aux commandes de la transition énergétique, nous en font subir l'échec par paresse intellectuelle ou par dogmatisme, quand ce n'est pas par pauvre intérêt.

Il faut avoir vécu les COP, enfin, et avoir vu échouer, année après année, ce merveilleux outil de décision forgé par l'humanité pour lui permettre de se pencher, dans sa (presque) complète diversité (il manque les pauvres), sur le sort de ses enfants. Le décalage considérable entre les décisions prises lors de ces deux semaines de mobilisation planétaire et les émissions de gaz à effet de serre, qui continuent d'augmenter, est devenu, d'année en année, un abîme. Dans cette enceinte où devrait, expression éculée mise à part, se jouer l'avenir de la planète, on se gargarise de grands engagements spectaculaires au nom du climat, de la planète et des gens qui vivent dessus, et qui resteront pour la plupart sans effets. On assiste à un débordement de communications, naïves comme polies maintes fois, sur des solutions qui manquent de réalisme et de pragmatisme. On s'y regarde et on montre au reste du monde qu'on y est.

C'est qu'il faut, encore, accepter de comprendre avant de faire. Et même avant de parler. Ce livre y participe, c'est son rôle de permettre que moyens et volontés s'alignent sur les bons rails, ceux qui nous permettront de passer de l'agitation au changement.

Car il faut, enfin, le redire : les solutions existent. Dans le domaine de l'énergie, qui est l'enjeu majeur, mais aussi dans celui de l'agriculture, de l'industrie et de l'usage des sols, seuls autres domaines pour lesquels les émissions de gaz à effet de serre ne se ramènent pas toutes à l'énergie qu'ils consomment. Il n'est pas nécessaire d'envisager l'effondrement. Il n'est pas nécessaire d'être collapsologue. L'éco-anxiété ne devrait pas avoir sa place ici. Il n'est pas non plus nécessaire de se réfugier dans les rêves, qu'ils soient d'idéal ou de reconstruction totale. Les solutions existent. Elles sont à notre portée, nous les connaissons.

Recherchez la compréhension la plus posée, adoptez la démarche la plus systématique, reconnaissez la vision la plus partagée des problèmes auxquels nous faisons face. Lisez ce livre, et préparez-vous à agir.

Myrto Tripathi

Avant-propos

de Martin Patel

La mise en œuvre pratique de la transition énergétique menant à un système à zéro émission nette de carbone dans un délai de trois décennies constitue un défi majeur. Cela n'est pas surprenant si l'on considère que l'utilisation de l'énergie est indispensable à presque toutes les activités humaines et que le système énergétique actuel a été construit et développé depuis la révolution industrielle, c'est-à-dire sur une période de plus de deux cents ans.

À bien des égards, nous sommes – en tant que société et en tant qu'individus – tout à fait conscients des voies possibles à suivre pour atteindre l'objectif de zéro carbone net. Une pléthore d'études sur le système énergétique ont été menées, des plans énergétiques locaux ont été préparés, les partis politiques ont élaboré leurs programmes, et de nombreuses grandes entreprises ont présenté leurs rapports environnementaux et leurs objectifs. Nous – en tant que citoyens et professionnels – sommes également conscients du fait que de nombreuses stratégies sont communiquées de manière simplifiée, que toute la complexité – y compris les obstacles et les effets secondaires négatifs – peut n'apparaître qu'avec un certain retard et qu'il faut donc aussi du temps, parfois beaucoup trop de temps, pour qu'elles soient prises en compte dans la prise de décision.

Dans son livre hautement recommandable, Erwan Saouter commence par recenser et expliquer systématiquement les impacts sanitaires et surtout environnementaux liés à la croissance mondiale de la population et à l'augmentation constante de la production et de la

consommation de biens, notamment dans les pays riches. Son analyse factuelle de l'évolution à ce jour, avec un accent particulier sur les impacts du changement climatique, démontre clairement qu'il n'est absolument pas viable de continuer sur la voie suivie jusqu'à présent.

La partie principale du livre traite des solutions, en se concentrant sur les énergies renouvelables, l'efficacité énergétique ainsi que sur le captage et le stockage du CO₂. M. Saouter explique très bien les forces et les faiblesses des différents vecteurs et technologies énergétiques, comme la densité énergétique, l'utilisation de la capacité, les émissions de CO₂ tout au long de la chaîne de valeur, l'utilisation de matériaux, les impacts sur la santé, l'utilisation de l'eau, le retour sur investissement énergétique et le besoin sans précédent de métaux rares. Cette analyse inestimable met également en évidence les impacts interconnectés et les effets secondaires indésirables, rendant ainsi les compromis très tangibles et mettant le doigt sur certaines vérités dérangeantes. Le potentiel des solutions basées sur la nature est également abordé, avec leurs avantages, tout en abordant leurs limites et les abus possibles à des fins de marketing.

L'un des messages clés de ce livre est que tout choix que nous faisons dans le contexte de la transition énergétique aura inévitablement des impacts. Ceux-ci doivent être évalués suffisamment tôt, l'analyse du cycle de vie (ACV) étant la méthode de prédilection de l'auteur, en dépit de ses lacunes reconnues et de son besoin d'amélioration continue.

La dernière partie de ce livre traite des choix comportementaux individuels et du problème de la dépendance de notre économie et de notre société à la surproduction et à la surconsommation. Elle aborde également la question de l'incitation à l'auto-restriction (suffisance) des riches, au profit de la planète et des pauvres du monde. Est-ce possible, et dans quelle mesure ? L'ouvrage se termine par un appel tacite au sens des responsabilités, par une incitation fondée sur des faits, tout en soulignant la nécessité de renforcer les politiques publiques.

Avec ce livre, Erwan Saouter a réussi à présenter des relations complexes en utilisant un langage et des graphiques aisément com-

préhensibles. Cet ouvrage scientifique est hautement recommandable à un large éventail de lecteurs, allant des citoyens intéressés aux décideurs et des étudiants aux experts s'adressant au grand public.

Martin Patel,
professeur ordinaire à l'université de Genève,
titulaire de la chaire d'efficacité énergétique

*À Bénédicte, Pierre, Nina, Sophie, Anne,
À ma famille,
À mes amis,
Qui ont fait ce que je suis.*

Introduction

Mai 2022, l'Organisation météorologique mondiale annonce dans un rapport alarmant que quatre indicateurs clés du changement climatique ont enregistré de nouveaux records. Ce sont les concentrations de gaz à effet de serre, l'élévation du niveau de la mer, la chaleur et l'acidification des océans¹. Ce même rapport confirme également que les sept dernières années ont été les plus chaudes jamais enregistrées.

L'urgence climatique est aujourd'hui reconnue par la plupart des politiques et citoyens du monde entier. Certains, de plus en plus nombreux, en font la douloureuse expérience : sécheresses répétées, pluies intenses et plus longues, gelées tardives détruisant les cultures, inondations et tempêtes de plus en plus destructrices, vagues de chaleur sur des continents entiers (Inde, Pakistan, Afrique). Alors qu'en avril 2022 les émissions de gaz à effet de serre, responsables du réchauffement climatique, ont encore atteint des sommets, le monde ne semble pas avoir pris la mesure des impacts que notre mode de vie a sur la planète.

Deux cents ans de révolution industrielle, de consommation effrénée des ressources naturelles, d'accumulation de déchets et de pollution généralisée, d'émissions de gaz à effet de serre, ont créé l'instabilité climatique et environnementale dont nous sommes témoins aujourd'hui. Et cette instabilité ne cessera de croître si nous conti-

1. WMO & Organization W. M., « State of the Global Climate 2021 » (2022).

nuons à ce rythme. Nous sommes aujourd'hui à +1,1 °C d'augmentation moyenne de la température de la Terre¹ et, pour éviter d'atteindre les +2 °C, les émissions de gaz à effet de serre (GES) doivent cesser au plus vite. Au rythme des émissions actuelles, il nous resterait environ une trentaine d'années avant d'atteindre cette limite². Les prédictions du GIEC sont encore plus alarmistes, puisqu'il prévoit une augmentation de plus de 1,5° d'ici à cinq ans³. Bien sûr, ces chiffres et estimations sont entourés d'un certain degré d'incertitude et alimentent de nombreux débats. Avons-nous 10, 20 ou 30 ans devant nous ? À l'échelle de l'histoire humaine, ces différences n'ont pas beaucoup d'importance. Mais les prochaines générations subiront les conséquences de notre inaction.

La motivation pour écrire ce livre est née de mon passage au WBCSD en tant que directeur climat. Le WBCSD⁴ est une organisation vieille de vingt-cinq ans, créée après le sommet de Rio en 1995, à l'initiative d'industriels qui avaient compris que le développement durable allait devenir une composante de plus en plus importante dans la bonne gestion des entreprises. Association à but non lucratif, elle a pour objectif d'accompagner ses membres (pour la plupart des multinationales) sur les questions environnementales et sociétales. Très technique à l'origine, l'association a publié de nombreux guides et rapports, dont certains sont devenus des standards, comme le « *Greenhouse Gas protocol* » (GHG) qui sert aujourd'hui mondialement à calculer les émissions de gaz à effet de serre d'une entreprise. Le WBCSD a également joué un rôle important dans le développement et l'utilisation des outils d'écoconception par les départements R&D, et a contribué à faire adopter l'approche triptyque du développement

1. IPCC_AR6_WGI_Full_Report, page 41, tableau SMP2.

2. <https://www.globalcarbonproject.org/carbonbudget/>

3. <https://unfccc.int/fr/news/une-temperature-superieure-que-15-degc-dans-les-cinq-prochaines-annees-selon-de-nouvelles-previsions>

4. World Business Council for Sustainable Development.

durable, qui repose sur ces trois piliers que sont l'économie, l'environnement et le social¹.

En rejoignant cette organisation, j'ai découvert un monde dont j'ignorais l'existence. Un monde où une constellation d'organisations variées, d'ONG, de *think-tanks*, d'agences de consulting, gravitait autour de la Conférence des parties (COP), qui est la réunion annuelle des États pour fixer les objectifs climatiques mondiaux. Je connaissais la COP et l'implication des États dans la définition des objectifs climatiques, mais j'étais loin de me douter de la multiplicité des organisations qui participaient à ces messes annuelles. La COP27 de Charm el-Cheik au Caire en 2022 a réuni plus de 40 000 personnes venues des quatre coins de la planète.

Les COP sont organisées en deux zones : la zone bleue, réservée aux négociations entre les États, et la zone verte, réservée aux ONG, aux entreprises, aux scientifiques, aux collectivités territoriales, aux populations autochtones et aux syndicats ; tous constituant des groupes de pression s'attachant à défendre et promouvoir leurs solutions et points de vue. La zone verte est celle qui regroupe, de loin, le plus grand nombre de participants.

Entre deux COP, des centaines, peut-être des milliers de conférences « climat » ou « *net-zero* » sont organisées dans le monde tous les ans, où se retrouvent ces mêmes organisations. Dans les quelques

1. La commission Brundtland (1987), a défini le concept de développement durable comme étant « un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs » et a été consacré par le premier Sommet de la Terre organisé à Rio de Janeiro en 1992. Il a pour objectif d'assurer pour tous le progrès économique et social tout en préservant sur le long terme les ressources naturelles et énergétiques de la planète. Ce concept a été largement dévoyé par la suite en interprétant cette définition comme la recherche d'un juste équilibre entre ces trois piliers. Équilibre qui permettait de justifier des impacts environnementaux parfois plus importants, dans la mesure où la composante sociale ou économique était primordiale.



Révolution énergétique

SOLUTIONS POUR UN AVENIR VRAIMENT DURABLE

Le changement climatique est une réalité que personne ne peut plus contester. Si de nombreuses options existent, qu'elles soient technologiques, écologiques ou sociétales, il est capital de mesurer leur capacité à répondre à une demande qui ne cessera de croître.

Face à la confusion des messages, face à la multiplicité et, parfois, la naïveté des feuilles de route pour tendre vers un monde neutre en carbone, ce livre propose de revenir aux fondamentaux que nous devrions tous connaître avant de répondre à ce défi majeur.

Il invite à sortir des positions dogmatiques, des idées reçues et partisans, et à prendre conscience que tous les choix mis à notre disposition présentent des avantages et des inconvénients. Ceux-ci doivent être quantifiés de manière rigoureuse afin d'éviter que les solutions d'aujourd'hui ne deviennent les catastrophes de demain !

Erwan Saouter est docteur en toxicologie de l'environnement. Il a travaillé sur les questions énergétiques, climatiques, de gaspillage alimentaire et de pollution chimique et plastique entre autres avec le World Business Council of Sustainable Development (WBCSD), comme directeur du climat et de l'énergie et avec la Commission européenne auprès de l'Institut pour l'environnement et le développement durable (JRC).

Myrto Tripathi est ingénieure industrielle diplômée de la North Carolina State University et de HEC. Spécialiste des questions énergétiques et climatiques, elle a travaillé au succès des accords de Paris. Présidente de RePlanet France, elle est l'auteur de *La bataille pour le climat*, paru chez Génèse en 2020.

16,90 €

ISBN : 978-2-8073-5764-8



9 782807 357648

DBS

www.deboecksuperieur.com

Dans la même collection

