



BLAISE LECLERC

Ingénieur agronome et expert en fertilisation organique

MA BIBLE DE LA PERMACULTURE

Le guide de référence pour jardiner durable

LEDUC 

Réchauffement climatique, pollution généralisée, épuisement des ressources... l'agriculture industrielle participe aux grands maux de notre siècle. La permaculture, basée sur une véritable éthique du développement durable et facile à mettre en place, peut nous aider à changer la donne grâce à des actions minimales – néanmoins radicales.

IL EST TEMPS DE CHANGER NOS HABITUDES !

- **L'histoire et les fondements de la permaculture :** la naissance du mouvement, les 12 principes de la conception permaculturelle, les mouvements agricoles alternatifs, etc.
- **Les bases techniques pour réussir votre jardin en permaculture :** la texture de la terre, les rôles du paillage, les différents types de compost, etc.
- **Les astuces écologiques pour entretenir la fertilité.**
- **Toutes les caractéristiques propres des légumes et des fruits :** ail, blette, figue, noisette... leurs besoins en éléments fertilisants, en chaleur, en eau, etc.
- **Inclus :** deux cahiers couleur pour profiter de la permaculture au fil des saisons et réduire son empreinte carbone en adoptant les bonnes pratiques au jardin !

Blaise Leclerc est docteur en agronomie depuis 40 ans. Il a créé Orgaterre, bureau d'études spécialisé dans les relations entre agriculture et environnement, et est l'auteur de nombreux ouvrages, dont *Je débute mon potager en permaculture, c'est malin* et *Le Grand Livre de la permaculture* (éditions Leduc).

ISBN : 979-10-285-2337-4



29,90 euros
Prix TTC France



Rayon : Jardinage, écologie

editionsleduc.com

LEDUC

DU MÊME AUTEUR AUX ÉDITIONS LEDUC

Je débute mon potager en permaculture, c'est malin, 2019.

Je m'initie à la permaculture, guide visuel, 2018.

Le Grand Livre de la permaculture, 2017.

REJOIGNEZ NOTRE COMMUNAUTÉ DE LECTEURS !

Inscrivez-vous à notre newsletter et recevez des informations sur nos parutions, nos événements, nos jeux-concours... et des cadeaux !
Rendez-vous ici : **bit.ly/newsletterleduc**

Retrouvez-nous sur notre site **www.editionsleduc.com**
et sur les réseaux sociaux.



Leduc s'engage pour une fabrication écoresponsable !

« Des livres pour mieux vivre », c'est la devise de notre maison.

Et vivre mieux, c'est vivre en impactant positivement le monde qui nous entoure ! C'est pourquoi nous choisissons nos imprimeurs avec la plus grande attention pour que nos ouvrages soient imprimés sur du papier issu de forêts gérées durablement, et qu'ils parcourent le moins de kilomètres possible avant d'arriver dans vos mains ! Pour en savoir plus, rendez-vous sur notre site.



Conseil éditorial : Alessandra Moro Buronzo

Édition : Marjolaine Revel

Relecture : Chantal Nicolas

Mise en pages : Sébastienne Ocampo

Illustrations : p. 47, 66, 68, 76 Anaïs Fourré / AdobeStock

Design couverture : Antartik

Illustrations couverture : Ophelie Dhayere

© 2022 Éditions Leduc

10, place des Cinq-Martyrs-du-Lycée- Buffon

75015 Paris – France

ISBN : 979-10-285-2337-4

BLAISE LECLERC

MA BIBLE DE LA PERMACULTURE

LEDUC 

SOMMAIRE

Introduction	7
PREMIÈRE PARTIE. POURQUOI LA PERMACULTURE ?	9
Chapitre 1 L'urgence d'un changement	13
Chapitre 2 Les réponses de l'agroécologie et de l'agriculture biologique	31
Chapitre 3 Les réponses de la permaculture	39
Chapitre 4 La permaculture en pratique	89
DEUXIÈME PARTIE. LES BASES TECHNIQUES POUR RÉUSSIR SON JARDIN EN PERMACULTURE	105
Chapitre 1 Observer la terre de son jardin	109
Chapitre 2 Un travail du sol nécessaire mais non violent	119
Chapitre 3 Le paillage	133
Chapitre 4 Le compostage	145
Chapitre 5 Les autres produits pour entretenir la fertilité	155
Chapitre 6 Les engrais verts	161
Chapitre 7 Nourrir et abriter les auxiliaires	169
Chapitre 8 Les rotations	181
TROISIÈME PARTIE. CAHIER TECHNIQUE POUR RÉUSSIR SES PRODUCTIONS LÉGUMIÈRES ET FRUITIÈRES	187
Chapitre 1 Les légumes	191
Chapitre 2 Les arbres, arbustes et petits ligneux	279
Glossaire	325
Références bibliographiques	337
Sites Internet	343
Index	345
Notes de fin	359
Table des matières	361

INTRODUCTION

Notre planète Terre n'est pas un territoire infini : c'est une sphère, de superficie limitée (pour rappel : un peu plus de 510 millions de km²). À l'échelle du cosmos, elle n'est qu'un minuscule vaisseau qui tournera autour de son astre jusqu'à l'explosion de ce dernier. Pas d'échappatoire possible. Alors arrêtons de la souiller, de NOUS souiller nous-mêmes !

La permaculture est l'une des solutions pour devenir plus propre. Ce n'est pas la seule, mais son intérêt est que chacun de nous, à son niveau, peut la mettre en pratique. La permaculture, c'est la culture du bon voisinage, de l'entraide et du partage, c'est chercher et trouver des solutions ensemble, sur un même territoire. C'est un mouvement qui invite au changement, en adoptant une posture lucide face à notre société de consommation. Comme l'a écrit Bill Mollison, l'un des deux fondateurs du mouvement, « l'éthique de la permaculture recoupe tous les aspects de l'environnement, de la société humaine et du système économique et social. Le maître mot en est la coopération, et non la compétition¹ ».

Ce livre est construit en trois parties. La première rappelle une série de constats tous plus ou moins alarmants les uns que les autres. Mais elle est aussi force de propositions, en décrivant ce que peuvent apporter l'agroécologie et la permaculture, et en montrant comment mettre en pratique cette dernière dans nos actes quotidiens. Les deux parties suivantes sont une application de la permaculture au jardin : la partie II présente les principales techniques à mettre en œuvre, tout en montrant leur complémentarité ; la partie III est un guide de culture des principales espèces potagères et fruitières.

En cette fin d'année 2019, les voix qui s'élèvent pour dénoncer la fuite en avant de notre société de consommation sont de plus en plus fortes. Certains politiques restent dans le déni absolu et continuent de laisser le monde foncer dans le mur, de plus en plus vite. D'autres s'emparent des questions les plus alarmantes – comme celle du réchauffement climatique – mais ne proposent aucune solution sérieuse.

C'est à chacun de nous de prendre les choses en main, en dénonçant mais surtout en agissant. J'essaie de le faire à mon niveau. En me replongeant dans les premiers ouvrages qui traitaient de la permaculture, je me suis aperçu que, sans en être conscient, je la mettais en pratique depuis de nombreuses années. Mais seulement en partie, car j'ai encore beaucoup à changer dans ma vie de tous les jours pour être davantage en accord avec les principes éthiques et conceptuels que nous allons découvrir dans ces pages. L'approche globale prônée par la permaculture m'aide à trouver du lien entre les pratiques vertueuses indispensables à mettre en place si je veux laisser à ma fille une terre vivable : réduire mon empreinte écologique, aller vers le zéro déchet, produire la majorité de mon alimentation... C'est ce qui m'a séduit dans l'idée de permaculture.



The background of the cover is a dark teal color. It is decorated with white line-art illustrations of various plants. In the top left, there is a pinecone and some leaves. In the top right, there is a rose, an asparagus spear, and large leaves. In the middle left, there is a plant with three upright stems and a large leaf. In the bottom left, there is another pinecone and large leaves. In the bottom right, there is a rose, an asparagus spear, and a plant with feathery leaves.

Première partie

Pourquoi la permaculture ?

Afin de pouvoir montrer en quoi la permaculture, mais aussi l'agroécologie et l'agriculture biologique peuvent apporter des solutions à nombre de nos problèmes actuels, il est primordial de lister ces derniers et de comprendre les relations qui les lient les uns aux autres. C'est ce que nous proposons dans cette première partie, en rappelant tout d'abord pourquoi il est urgent de changer (chapitre 1), puis en montrant en quoi l'agroécologie et la permaculture peuvent apporter des réponses (chapitres 2 et 3). Nous clôturerons cette partie en illustrant comment la permaculture peut nous aider à changer notre vie de tous les jours, puisqu'au final ce ne seront que des millions de changements minimes – mais radicaux – qui permettront à notre monde de s'en sortir (chapitre 4).



CHAPITRE 1

L'URGENCE D'UN CHANGEMENT

La permaculture est sans doute une partie de la solution, mais à quoi ? Pourquoi changer ? Pourquoi vouloir proposer quelque chose de différent ? Tout simplement parce qu'il y a péril en la demeure, que nous devons donc explorer d'autres manières de vivre, et en premier lieu de nous nourrir. Il y a urgence, et pourtant c'est déjà trop tard pour beaucoup de choses. Il y a cinquante ans, c'était déjà trop tard, et nous n'avons rien fait. Pourtant, nous sommes encore là, sans grands bouleversements visibles. C'est sans doute pourquoi nous ne faisons toujours rien, ou si peu. En 2010, dans leur livre *C'est maintenant ! 3 ans pour sauver le monde*, Jean-Marc Jancovici et Alain Grandjean évoquaient « le calme avant la tempête »...

Il est déjà trop tard pour le climat, pour arrêter l'épuisement des ressources, pour ramener les espèces animales disparues. Il va nous rester comme seules alternatives de gérer les catastrophes à venir, de baisser nos consommations, d'apprendre à partager en évitant de nous entretuer : tout un programme... Dans ce chapitre, je vous propose de zoomer sur **l'état de la planète**, car elle reste le berceau de l'humanité, très certainement jusqu'à son extinction, ou *a minima* pour plusieurs siècles encore, puis sur **l'état de l'agriculture**, car c'est elle qui nourrit l'humanité.

L'ÉTAT DE LA PLANÈTE

Tout le monde a pu constater la dégradation de plus en plus rapide de la planète, due bien sûr à la pression toujours plus forte de l'humain qui accélère l'exploitation des ressources minières et renouvelables. Cette exploitation est encouragée par le modèle de développement dominant, lui-même entretenu par des idées préconçues. La plus grave d'entre elles est certainement la croyance aveugle dans le progrès technique, accompagnée de mécanismes économiques et financiers délétères. Ceux-ci se fondent sur le mythe d'une croissance infinie, sans limitation des

ressources, ce qui est une hérésie. Notre penchant humain pour l'individualisme n'arrange pas les choses, avec, parmi de nombreux exemples, celui du règne de la voiture individuelle dès que le niveau de vie le permet. Les conséquences seront désastreuses. Elles le sont déjà pour certaines populations et pour la biodiversité, mais on continue à foncer dans le mur...

Tous les voyants dans le rouge

Comment juger de la dégradation de la planète ? C'est simple, il suffit de regarder l'évolution de certaines courbes en fonction du temps : teneur en CO₂ de l'atmosphère terrestre, évolution des températures moyennes, consommation des ressources énergétiques et minières, chute de la biodiversité naturelle, augmentation des pollutions de l'air, des eaux, des sols... Tous les voyants sont dans le rouge, depuis de nombreuses années déjà. Dès 1972, le modèle Meadows alertait sur la conjonction de toutes ces dégradations. Quarante ans après, il a été revisité par Graham Turner, lequel a confirmé les projections qui avaient été proposées par Meadows en 1972². D'une manière générale, et c'est en particulier le cas sur le dérèglement climatique, **les données les plus pessimistes finissent par être atteintes voire dépassées** à des dates plus proches que celles données dans les prévisions.

Un effondrement possible

Plusieurs analystes nous alertent depuis quelques années sur la possibilité de ce qu'ils appellent un effondrement. L'ensemble des réflexions qu'ils mènent ont abouti à une nouvelle discipline, la **collapsologie**. La revue *Socialter* a publié un hors-série sur cette thématique en décembre 2018, avec des interviews des principaux auteurs de cette nouvelle discipline, notamment Pablo Servigne et Yves Cochet. L'effondrement est la conséquence de ce que nous désignons souvent par l'expression « aller dans le mur ». En effet, à force de voir le mur se rapprocher, ou de foncer dessus à toute vitesse, nous allons bien le percuter un jour ! L'effondrement n'est évidemment pas la fin du monde, mais assurément la fin d'un monde, le nôtre, celui de la consommation effrénée et du gaspillage. Yves Cochet a une remarque pertinente sur cet effondrement : pour lui, il va arriver, simplement parce que nous n'y croyons pas et que donc nous ne l'anticipons pas. Car évidemment, si nous prenions la menace au sérieux, l'humanité pourrait peut-être l'éviter. Mais il y a aussi le fait que, sur beaucoup de critères (réchauffement climatique, perte de biodiversité, épuisement

des ressources minières...), il est déjà trop tard : la métaphore du cargo lancé à pleine vitesse, impossible à stopper, est bien connue.

Le déclenchement possible d'un effondrement n'est pas forcément lié à une catastrophe particulière, par exemple d'origine climatique ou en raison d'une rupture d'approvisionnement énergétique. Dans leur livre *Comment tout peut s'effondrer*, Pablo Servigne et Raphaël Stevens citent comme plus probable un effondrement du système financier, comparable à la crise des *subprimes* de 2008, mais d'une ampleur sans équivalent, qui empêcherait les États les plus riches de sauver les banques comme ce fut le cas en 2008 (et bien sûr, ce furent les citoyens de la plupart des pays du monde qui payèrent l'addition...).

Réchauffement climatique : nous y sommes

Effectivement, nous y sommes déjà, comme en témoignent les relevés de températures des quatre dernières années (2015 à 2018), les plus chaudes depuis que sont réalisés des enregistrements. Ce n'est qu'un début, car même si nous limitions drastiquement les émissions actuelles, la planète verra son climat se réchauffer encore pendant des décennies. De plus, aucun des accords passés sur le climat n'est respecté, sans parler du retrait de l'accord de Paris d'un des pays les plus émetteurs de gaz à effet de serre, les États-Unis. Le plus grand danger qui s'annonce est lié au fait que les réserves de combustibles fossiles soient finalement plus grandes que prévu... Comme aucune politique internationale sur le climat ne semble porter ses fruits, on s'acheminerait alors vers un réchauffement accéléré, avec comme conséquence un dérèglement climatique encore plus brutal. En effet, même si le pic d'exploitation du pétrole dit conventionnel est derrière nous (voir p. 20), il est possible qu'il reste suffisamment de réserves de pétrole non conventionnel, de gaz et surtout de charbon pour accroître encore le réchauffement climatique pendant plusieurs décennies si nous ne diminuons pas le rythme actuel des extractions. Pour Maxime Combes, « une très grande majorité des réserves d'énergies fossiles doit rester dans le sol à court et moyen terme³ ». Mais quelle force politique est capable de prendre une telle décision ?

Les causes du réchauffement

C'est l'augmentation de la concentration en gaz carbonique (CO_2) de l'atmosphère terrestre qui est la principale cause du réchauffement, car le CO_2 est un gaz à effet de serre. En l'espace de quelques décennies, cette concentration, qui était de 0,03 % depuis des centaines de milliers d'années, a atteint 0,04 % en 2015. L'augmentation, qui a démarré lentement au début de l'ère industrielle, s'accélère de plus en plus depuis les années 1960. La majorité du CO_2 provient de la combustion des énergies fossiles (charbon, gaz, pétrole). En un peu moins de deux cents ans, l'humanité a brûlé ce que la nature avait emmagasiné durant des millions d'années (voir p. 19 la formation des hydrocarbures et du charbon).

D'autres gaz contribuent au réchauffement climatique : le méthane (CH_4) dégagé par les ruminants, les rizières, les fuites de gaz, ou les composés azotés provenant de la fertilisation des cultures, comme le protoxyde d'azote (N_2O). Les quantités émises sont inférieures à celles du CO_2 , mais ce sont des gaz ayant un impact beaucoup plus important sur l'effet de serre.

Tous les ans, de nouveaux records de chaleur

L'année 2018 a été la plus chaude jamais enregistrée en France, après 2017 qui avait déjà atteint ce record... et dès le 27 février 2019, de nouveaux records sont tombés, avec 27,7 °C dans les Pyrénées-Orientales et 28 °C dans les Pyrénées-Atlantiques (un petit rappel : en février, nous sommes toujours en hiver... en principe !). Bien sûr, ces records ne passent pas inaperçus. Cependant, ils commencent insidieusement à faire partie de notre quotidien, avec des journalistes nous annonçant de plus en plus souvent des températures de 10 °C *au-dessus des moyennes saisonnières*, avec le sourire ! Certains d'entre eux se précipitent même sur les plages pour aller interviewer des gens très heureux de se mettre en maillot de bain en plein milieu du mois de février... Profitons-en, tant qu'il nous reste de belles plages ! Le sourire disparaît au cours de la dernière semaine du mois de juin 2019, qui a vu une canicule sans précédent en France, avec bien sûr la mise en place du plan canicule par le ministère de la Santé et de la circulation alternée dans plusieurs grandes villes (Paris, Lyon, Grenoble, Marseille), et de nombreux records de chaleur le vendredi 28 juin, avec notamment le record absolu de chaleur jamais atteint en France métropolitaine : 45,9 °C dans le département du Gard...

À peine un mois plus tard, entre le 21 et le 27 juillet, une seconde période de chaleur inhabituelle a affecté une large partie de l'Europe, dont la partie nord de la France. De nombreux records absolus de températures sont encore battus au cours de cette canicule, qui a rehaussé les températures jusqu'au Groenland. Le mois de juillet 2019 a été le plus chaud jamais mesuré dans le monde à ce jour.

Les conséquences du réchauffement global

Le réchauffement global de l'atmosphère terrestre ne se traduit pas par une élévation uniforme sur toute la planète. Certaines régions se réchauffent plus rapidement que d'autres, notamment l'Arctique, dont les températures moyennes augmentent deux fois plus vite que sur le reste de la planète. Le réchauffement provoque aussi une montée des eaux océaniques, conséquence de deux phénomènes qui s'accumulent :

- plus l'eau est chaude, plus elle occupe un volume important ;
- la fonte des glaciers, en particulier de l'Arctique et de l'Antarctique, augmente les quantités d'eau océanique.

Entre 1901 et 2010, le niveau des océans a ainsi augmenté de 19 cm. Cette montée des eaux s'accélère : elle est de 1,7 millimètre en moyenne entre 1901 et 2010 alors qu'elle est de 3,2 millimètres entre 1993 et 2010. Le dernier rapport spécial du GIEC sur l'océan et la cryosphère publié le 25 septembre 2019 rapporte encore une accélération du phénomène.

Le réchauffement climatique se traduit aussi par des phénomènes météorologiques exceptionnels : sécheresse par endroits, inondations et ouragans ailleurs. Qui dit sécheresse dit risques d'incendies, qui se multiplient effectivement ces dernières années (voir l'encadré ci-après). Au-delà des phénomènes climatiques exceptionnels qui risquent d'affecter de plus en plus souvent l'agriculture, entraînant des pertes de productions importantes dans les régions touchées, le réchauffement global a un impact direct sur la biodiversité, déplaçant les ravageurs de cultures dans des zones où ils étaient jusqu'à présent absents.

DES INCENDIES GIGANTESQUES

Plusieurs incendies gigantesques ont récemment eu lieu suite à des sécheresses exceptionnelles :

- Au Portugal, en 2017, 442 000 hectares de broussailles et de forêts sont partis en fumée, un triste record, faisant 64 morts en juin et 45 morts en octobre.
- En Californie, en 2018, le « Camp Fire », qui s'est déclenché le 8 novembre, a détruit près de 14 000 habitations, tué au moins 85 personnes et restera comme l'incendie le plus meurtrier de l'histoire de la Californie. 62 000 hectares ont été détruits.
- L'été 2019 voit des centaines de milliers d'incendies se développer en Amérique du Sud et en Afrique. Les incendies en Amazonie sont alors au cœur des débats du G7 réuni à Biarritz du 24 au 26 août 2019.

Enfin, il existe un **risque très sérieux d'emballement** qui pourrait se produire, selon les climatologues, **dès 2 °C d'augmentation globale**, dont nous ignorons les conséquences (voir l'encadré ci-après). C'est pourquoi ce seuil de 2 °C est souvent cité comme celui à ne pas atteindre. Il sera malheureusement atteint très prochainement...

UN EMBALLEMENT POSSIBLE

Au-delà d'une augmentation de 2 °C, les scientifiques craignent la possibilité d'un emballement du processus de réchauffement. Des réactions en chaîne sont alors possibles, liées à la perturbation des courants océaniques, renforçant le réchauffement dans l'hémisphère sud, et donc l'accélération de la fonte des glaciers de l'Antarctique. La libération du méthane – puissant gaz à effet de serre – emprisonné dans le permafrost est une autre source de réaction en chaîne imprévisible⁴.

IL FAUDRA FAIRE AVEC...

Quelles que soient les mesures que nous prendrons à l'avenir, la teneur en gaz carbonique mettra des siècles à diminuer. Nous avons donc modifié le climat pour très longtemps (et en plus, nous continuons de le faire !), avec des conséquences prévisibles qui sont tout à fait connues, puisque déjà mesurées en partie : élévation du niveau moyen des océans (près de 20 cm en un siècle, et cette élévation s'accélère), ce qui entraînera des déplacements de populations et d'infrastructures (villes, ports, raffineries, etc.) ; épisodes climatiques exceptionnels entraînant d'énormes dégâts et des pertes humaines ; risques accrus d'épidémies ou de famines...

Des **formes résilientes d'agriculture**, capables d'encaisser les coups de butoir du climat, devront être mises en place. Cultiver d'autres espèces plus adaptées aux nouveaux climats sera aussi une nécessité.

L'épuisement des ressources énergétiques

La très forte consommation d'énergies fossiles entame sérieusement les réserves planétaires (pétrole, gaz, charbon). Même si les réserves de pétrole conventionnel et non conventionnel, de gaz et de charbon sont encore importantes, on se dirige à moyen terme – quelques décennies tout au plus – vers une **pénurie généralisée**. Celle-ci remettra sérieusement en cause notre modèle de développement, fondé en premier lieu sur une énergie abondante et bon marché.

Le pétrole et le gaz

Le pétrole et le gaz ont été formés aux mêmes époques (voir l'encadré page suivante). On les trouve donc parfois dans des forages voisins, le gaz se situant plus près de la surface que le pétrole, car il est plus léger. On distingue le pétrole conventionnel, celui extrait facilement dans les grands bassins pétrolifères traditionnels, du pétrole non conventionnel, qui regroupe des formes plus difficilement extractibles (gaz et pétrole de schiste, sables bitumineux). Le pic mondial de pétrole conventionnel a été atteint en 2006, celui du pétrole global (conventionnel et non conventionnel) devrait être atteint vers 2025.

LA FORMATION DU PÉTROLE ET DU GAZ

L'origine du pétrole et du gaz est de la matière organique animale et végétale, enfouie peu à peu dans le sol au cours des temps géologiques. Transportée par les cours d'eau, cette matière organique se dépose au fond des mers ou au fond de grands lacs continentaux. Dans ces milieux peu oxygénés, peu agités par les courants, elle est en partie préservée. Elle se mêle à des matières minérales (particules d'argile ou sables très fins), mais aussi au plancton marin mort (animaux et végétaux microscopiques). Très lentement, ce mélange s'enfonce dans la croûte terrestre sous le poids des sédiments : il parcourt quelques mètres ou quelques centaines de mètres par million d'années. En s'enfouissant dans le sol, la roche est soumise à des températures de plus en plus fortes et la matière organique qu'elle contient se retrouve écrasée par le poids des sédiments, la pression augmentant en moyenne de 25 bars par 100 mètres. À un kilomètre sous terre, il fait 50 °C pour une pression de 250 bars. Dans ces conditions physiques, les atomes d'azote, de soufre et de phosphore finissent par disparaître et la matière organique se transforme en kérogène, un matériau intermédiaire composé d'eau, de CO₂, de carbone et d'hydrogène, qui se changera ensuite en pétrole ou en gaz. À 2 000 mètres de profondeur, lorsque la température du sous-sol atteint 100 °C, le kérogène commence à générer des hydrocarbures. La proportion de liquides et de gaz dépend de la nature de la roche-mère. Si les débris organiques qu'elle contient sont principalement d'origine animale, elle donnera plus de pétrole que de gaz. Si elle est constituée essentiellement de débris végétaux, la roche-mère produira surtout du gaz. Ainsi, avec une sédimentation moyenne de 50 mètres par million d'années, il faut 60 millions d'années pour que des animaux morts se transforment en hydrocarbures liquides. Dès lors, on comprend mieux pourquoi le pétrole est classé parmi les énergies non renouvelables !

Le pic de pétrole

Le pic de pétrole, *peak oil* en anglais, est le moment où l'extraction cumulée provenant de tous les forages de la planète a commencé à baisser. Selon l'Agence internationale de l'énergie, le pic de production de pétrole conventionnel a été passé en 2006 et, toujours selon la même agence, le pic global de pétrole (conventionnel et non conventionnel) sera atteint en 2025⁵.

Le charbon

Le charbon représente le plus gros stock de carbone fossile sur Terre. Il s'est formé différemment du pétrole et du gaz (voir l'encadré ci-dessous). Contrairement au pétrole et au gaz, qui sont très faciles à transporter puisque liquide ou gazeux, le charbon est moins pratique à utiliser. C'est pourquoi il sert davantage à alimenter des centrales thermiques situées à proximité des zones d'extraction.

Le charbon est ainsi la **première source d'énergie pour produire de l'électricité**, atteignant 40 % de la production mondiale d'électricité. Les trois pays qui consomment le plus de charbon sont la Chine (plus de 50 % de la consommation mondiale), l'Inde et les États-Unis (20 % à eux deux). Viennent ensuite le Japon, la Russie, la Corée du Sud, l'Afrique du Sud, l'Allemagne, l'Indonésie, la Pologne, l'Australie et Taïwan. Les principales réserves de charbon se trouvent aux États-Unis, loin devant la Russie, l'Australie et la Chine.

Le pic de charbon est plus difficile à estimer que celui du pétrole, car les réserves sont moins bien connues. Avec les estimations les plus optimistes, il serait plus lointain, vers la fin du ^{xxi}e siècle, ce qui reste néanmoins très peu par rapport à l'histoire humaine. Notons que, contrairement au pétrole, l'industrie du charbon est **beaucoup plus polluante**, engendrant, outre des émissions de CO₂, des dégagements de particules fines portant atteinte à la santé de millions de personnes.

LA FORMATION DU CHARBON

Le charbon s'est principalement formé il y a 290 à 360 millions d'années, au Carbonifère, car les conditions étaient les plus favorables à sa formation. Mais de moindres quantités ont continué à se former à certains endroits de la planète, à toutes les époques qui ont suivi, notamment au Permien (290-250 millions d'années) et pendant toute l'ère secondaire (ou Mésozoïque, 250 à 65 millions d'années). À l'ère tertiaire, c'est-à-dire il y a moins de 65 millions d'années, les accumulations végétales sont en général moins évoluées : ce sont souvent des lignites, qui contiennent encore beaucoup de matières volatiles (bitumes et résidus conservant encore la texture du bois appelés résidus ligneux) et dont la teneur en carbone est plus faible. Mais on trouve aussi des charbons du Tertiaire d'excellente qualité, mûris prématurément par des



échauffements dus à la tectonique des plaques : charbons paléocènes (65 à 55 millions d'années) de Colombie et du Venezuela, ou charbons miocènes (20 millions d'années) d'Indonésie.

IL FAUDRA FAIRE AVEC...

Débattre de données qui dépendent des sciences physiques (et non économiques !), comme la raréfaction des ressources énergétiques, ne sert à rien. La vie quotidienne des Occidentaux est actuellement fondée sur une consommation de ressources énergétiques qui vont finir par s'épuiser. Dans quelques années, quelques décennies tout au plus, chacun d'entre nous aura un accès plus limité à l'énergie. Il faudra « faire avec » moins d'électricité, des déplacements plus rares et plus lents, une relocalisation de l'économie (agriculture et industrie). Autant choisir dès maintenant des manières de vivre compatibles avec cette décroissance énergétique, plutôt que la subir lorsqu'elle arrivera précipitamment.

L'épuisement des ressources minières

Les médias en parlent moins, mais il se pourrait bien que les trésors géologiques qui permettent la confection de toutes nos machines, du téléphone portable à la voiture électrique, s'épuisent avant les ressources énergétiques... Si, en effet, ces dernières sont encore disponibles durant quelques décennies, nous risquons de les utiliser pour vider le fabuleux trésor que constituent les ressources minières enfouies dans les couches géologiques de la planète.

Antimoine, étain, plomb, or, zinc, strontium, argent, nickel, tungstène, bismuth, cuivre, bore, fluorite, manganèse, sélénium, rhénium, cobalt, minerai de fer, molybdène, rutile, bauxite, potasse, ilménite, platinoïdes, graphite, iode, vanadium, phosphates, magnésium, lithium : ces métaux et métaux rares ont des réserves rentables dont les durées de vie s'échelonnent entre 4 ans (pour l'antimoine) et 400 ans (pour le lithium) selon deux scénarios d'exploitation⁶.

LA VOITURE ÉLECTRIQUE : UN LEURRE

Dans de nombreux pays, le charbon étant encore le principal combustible utilisé pour fabriquer de l'électricité, utiliser une voiture électrique engendre, fabrication comprise, les mêmes émissions par kilomètre qu'une voiture à essence. C'est le cas par exemple en Allemagne, où l'électricité est à 50 % au charbon. En Australie, en Chine, en Grèce, en Inde, en Israël, en Pologne ou à Taïwan, passer du pétrole à l'électricité pour les voitures augmente même les émissions par kilomètre⁷. Contrairement à une idée répandue, rouler à l'électricité contribue finalement à réchauffer et à polluer plus vite la planète que rouler à l'essence. De plus, la construction des voitures électriques épuise plus rapidement les ressources minières en métaux et métaux rares, nécessaires au fonctionnement des batteries et de l'électronique du véhicule. Comme le propose Yves Cochet dans une tribune parue dans la revue *Socialter*, « il sera plus résilient d'avoir un cheval qu'une automobile (électrique)⁸ ».

IL FAUDRA FAIRE AVEC...

Plus ou moins lié à la décroissance énergétique, l'épuisement des ressources minières va aussi avoir un impact important sur nos modes de vie. Lorsque les métaux rares seront devenus extrêmement rares, il ne sera pas question de changer régulièrement de téléphone portable comme c'est actuellement l'usage. Les modes de déplacement en seront aussi fortement transformés car, contrairement à une idée répandue, le remplacement de la voiture thermique par la voiture électrique ne pourra pas être généralisé, faute de métaux nécessaires à la fabrication de cette dernière à très grande échelle. La calèche a assurément plus d'avenir devant elle que la voiture électrique ! D'une manière générale, tous les objets de la vie courante devront de nouveau être conçus pour durer longtemps, être réparables. Il faudra aussi que nous nous en contentions sur de longues périodes, voire une vie durant ou même sur plusieurs générations, comme c'était le cas dans le passé.

L'épuisement des ressources renouvelables

Par définition, une ressource renouvelable se renouvelle... Évidemment. Mais le renouvellement peut prendre du temps, beaucoup de temps ! Un arbre, par exemple, peut être remplacé, mais il lui faut généralement plusieurs décennies avant de pouvoir être transformé en meuble ou en charpente. Le rythme d'exploitation actuel est bien souvent supérieur au temps nécessaire pour renouveler la ressource. De plus, dans les zones tropicales et équatoriales, la destruction des forêts entraîne aussi la destruction des sols, ces derniers étant en équilibre avec la forêt qu'ils supportent. Toute possibilité de régénération d'une nouvelle forêt au même endroit est alors perdue.

DÉGRADATION ET DISPARITION DES SOLS

À l'échelle des générations humaines, on ne peut pas considérer qu'un sol soit une ressource renouvelable, car il met des milliers d'années à se construire⁹. La disparition des sols dans les zones tropicales ou équatoriales suite à la surexploitation de la forêt n'est que l'une des menaces qui pèsent sur les sols à l'échelle planétaire. D'autres atteintes sont plus directes, comme le bétonnage suite à l'extension des zones urbaines un peu partout sur la planète, en lien avec la domination du règne de l'automobile qui encourage l'urbanisation horizontale. Ce sont souvent les meilleures terres qui disparaissent ainsi, car les zones pavillonnaires, artisanales et commerciales s'étendent autour des villes qui, historiquement, se sont toujours installées sur les terres les plus fertiles de la planète.

Des dégradations plus subtiles existent aussi, liées à l'agriculture intensive notamment, qui font chuter en quelques décennies les taux d'humus et la biodiversité des sols cultivés. Les sols sont souvent mal connus, et donc mal protégés. Si, par exemple, il existe au niveau européen des directives protégeant la qualité de l'air ou celle des eaux, aucune n'a pour l'instant vu le jour concernant la protection des sols, qui sont pourtant la base de nos productions agricoles.

Une accélération de la perte de biodiversité naturelle

La manifestation la plus spectaculaire de la perte de biodiversité naturelle est l'extinction des espèces, en particuliers animales. Il y a toujours eu des extinctions d'espèces, comme nous l'apprend la paléontologie, souvent de manière brutale car dues à des phénomènes géologiques ou météorologiques violents (météorites, éruptions volcaniques, glaciations...). La dernière extinction de grande ampleur, celle des dinosaures, est bien connue. En dehors de ces « crises d'extinction », il s'agit d'un phénomène rare puisque, comme le rapporte Bernard Chevassus-au-Louis dans son livre *La Biodiversité c'est maintenant*, une espèce donnée ne s'éteint généralement pas avant d'avoir été présente sur Terre durant 1 million d'années ! (Ce chiffre est bien sûr variable selon les embranchements ; par exemple, les invertébrés sont souvent présents plus longtemps que les vertébrés.) Sur cette base, il est possible de calculer une érosion « naturelle » du nombre d'espèces.

Or, **la disparition des espèces enregistrée au xx^e siècle est beaucoup plus rapide que l'érosion naturelle**. Ainsi, selon Bernard Chevassus-au-Louis, on aurait dû voir disparaître au cours de ce xx^e siècle entre 0,2 et 5 vertébrés, alors que les disparitions effectives de vertébrés ont été de 260 ! La principale cause de la disparition d'une espèce est la perte de son écosystème. En quelque sorte, parce qu'on détruit sa maison, cette espèce n'a plus nulle part où aller pour se nourrir, se protéger de ses prédateurs, se reproduire. La réduction des écosystèmes augmenterait de 1 000 à 10 000 fois la vitesse d'érosion naturelle des espèces...

Les chiffres cités s'appuient sur des données réelles, enregistrées au cours du siècle dernier. Ils sont déjà impressionnants, mais à l'instar des évolutions extrêmement rapides évoquées plus haut sur le réchauffement climatique ou l'exploitation des ressources énergétiques et minières, on note une accélération de la perte de biodiversité. Ainsi, ce début de xxi^e siècle voit certaines **catégories animales diminuer de manière drastique**, comme les oiseaux, en lien aussi avec la diminution du nombre d'insectes volants (tout le monde a pu remarquer que les pare-brise des voitures n'ont plus besoin d'être nettoyés à la belle saison alors qu'il n'y a encore pas si longtemps, il fallait systématiquement donner un coup de raclette à chaque arrêt dans une station-service).

IL FAUDRA FAIRE AVEC...

La perte de biodiversité a bien sûr un impact sur l'esthétique de la nature, en réduisant irréversiblement la beauté du monde. Mais d'un point de vue purement matérialiste, la perte de biodiversité est aussi une menace sérieuse sur nos ressources alimentaires, pharmaceutiques et médicales.

Une pollution généralisée

Lorsqu'on pense à l'état de la planète, on pense spontanément aux pollutions. Celles-ci sont très nombreuses et touchent tous les compartiments de la planète : air, eau, terre. Nous ne pouvons pas ici en dresser un panorama exhaustif. Contentons-nous de rappeler les principales sources de pollution, et comment elles affectent les différents compartiments du milieu naturel.

Les sources de pollution

La plupart des secteurs d'activité sont sources de pollution : l'agriculture (nous y reviendrons plus loin), la consommation des ménages, l'industrie, les transports... Les polluants sont soit des molécules déjà présentes dans les cycles biogéochimiques des éléments, comme le CO_2 ou le NO_3 , mais dont les concentrations explosent dans certains compartiments (CO_2 dans l'atmosphère, principal responsable du réchauffement climatique comme on l'a vu ; NO_3 dans l'eau, dû à des excès de fertilisation azotée), soit des polluants créés par l'industrie chimique, comme les pesticides.

Les compartiments touchés

Tous les compartiments sont touchés :

- l'air avec les pollutions aux particules fines qui touchent les grandes villes (circulations automobile, maritime dans les ports, aérienne ; industries et centrales thermiques...) ;
- les eaux continentales et océaniques (plastiques, produits chimiques et radioactifs, hydrocarbures, nitrates, phosphates, pesticides...) ;
- le sol, avec les produits chimiques utilisés en agriculture, les retombées des industries, etc.