

Table des matières

Préface

Nous sommes enracinés dans le système Terre 5

Introduction

Que peut nous apprendre la géographie? 7

1. La Terre comme système

Lithosphère (les roches) 13
 Hydrosphère (l'eau) 25
 Atmosphère (l'air) 27
 Biosphère (le vivant) 28
 Climatologie 33
 Gestion des risques 44
 Espèce humaine et système Terre 48

2. Les limites planétaires

Changements climatiques 52
 Acidification des océans 58
 Appauvrissement de la couche d'ozone 60
 Perturbation du cycle de l'eau 62
 Perturbation des cycles de l'azote et du phosphore 64
 Nouvelles pollutions chimiques 69
 Pollution atmosphérique en aérosols 72
 Changement d'affectation des sols 75
 Érosion de la biodiversité 78

3. Les activités humaines

L'Anthropocène: une nouvelle époque géologique? 81
 Empreinte écologique 85
 Formule $I = P \times A \times T$ 89
 « P » comme Population 90
 « A » comme *Affluence* (richesse) 105
 « T » comme Techniques 115

4. Les défis actuels

Niveaux d'action 128
 Horizons politiques internationaux 132
 Transition énergétique 138
 Hiérarchisation des objectifs de développement durable . . 143
 Décroissance 145
 Technocritique 147
 Prendre part au débat 151

Annexes

Lexique 152
 Formules chimiques 154
 Index 155
 Références bibliographiques 157
 Références iconographiques 158

Préface

Nous sommes enracinés dans le système Terre

En plaçant la notion de « système » au cœur de son enseignement, l'auteur de cet ouvrage s'inscrit en parfaite adéquation avec ce qui constitue le socle de la production des connaissances dans toutes les disciplines scientifiques depuis le milieu du XX^e siècle. Le fait d'aborder un objet d'étude comme un système – en prenant en considération l'ensemble des liens qui le constituent – marque un changement de paradigme majeur dans l'histoire des sciences, qu'elles soient physiques, ou humaines et sociales.

Dès la fin de la Seconde Guerre mondiale, on a constaté les limites des approches disciplinaires pour expliquer des phénomènes « naturels » tels que le climat ou les océans. La nouvelle approche systémique intégrait et dépassait l'approche « réductionniste », qui visait depuis plusieurs siècles à expliquer les phénomènes globaux par des « lois fondamentales » régissant l'échelle la plus petite de la matière.

Grâce notamment au développement d'une communauté scientifique nommée **Sciences du système Terre** (*Earth System Sciences*), ce nouveau paradigme systémique a conduit à des avancées majeures, telles que la climatologie moderne à la fin des années 1950 ou la théorie de la tectonique des plaques à la fin des années 1960. Parallèlement, la systémique s'est largement développée dans les sciences humaines et sociales, permettant de mener des projets interdisciplinaires. La géographie, en particulier, a trouvé dans ce paradigme un cadre de développement fructueux pour lier les deux dimensions qui l'animent : la géographie physique et la géographie humaine.

Des systèmes qui évoluent

Une caractéristique des systèmes est leur évolution au cours du temps. Ils ne sont absolument pas statiques et se distinguent ainsi de nombreuses « lois fondamentales », où la variable temps est absente. Ces lois servent à décrire des systèmes à l'équilibre statique, c'est-à-dire qui n'évoluent plus. En réalité, la stabilité n'est qu'apparente, les systèmes naturels

subissant des changements continus : on parle alors d'équilibre dynamique tant que les modifications internes au système restent modestes et permettent le maintien d'une certaine stabilité générale.

C'est justement sous cet angle qu'il convient d'aborder l'**Anthropocène**, un autre concept central de cet ouvrage et qui désigne ce moment de l'histoire de la Terre où les activités humaines modifient profondément les équilibres écologiques. L'Anthropocène est une notion qui provient directement de la communauté des Sciences du système Terre. Elle révèle que les changements environnementaux contemporains placent le système Terre hors de sa zone de stabilité, qui avait caractérisé notre monde depuis le Néolithique, période durant laquelle notre espèce, *homo sapiens*, s'est sédentarisée et a prospéré. La gravité du signal de l'Anthropocène renouvelle notre façon d'appréhender les changements environnementaux en nous invitant à repenser notre relation au monde. De ce point de vue et dans une perspective éducative, parler d'Anthropocène est plus intéressant que de focaliser uniquement sur la durabilité, qui est une notion normative orientée principalement vers des solutions.

Avec l'Anthropocène, de nombreux historiens recommandent désormais de ne plus séparer l'histoire humaine de l'histoire naturelle. C'est aussi dans cette dimension, celle du temps, que nous devons porter notre regard, pour prendre conscience de notre nature de Terriens profondément enracinés dans l'espace et le temps du système Terre.

Nicolas Kramar
Directeur du Musée de la nature, Sion

Introduction

Que peut nous apprendre la géographie ?

Dans les souvenirs de beaucoup d'entre nous, les cours de géographie se réduisaient à une liste de noms de sommets et de rivières à mémoriser. Pour d'autres, ce sont plutôt des noms de pays et de leurs capitales qu'il s'agissait « d'apprendre par cœur » pour répondre aux questions posées lors des tests. Comme souvent, les caricatures ne sont pas totalement déconnectées de la réalité, mais tant la géographie académique que son enseignement à l'école ont bien évolué.

« La géographie, ça sert, d'abord, à faire la guerre », écrivait le géographe français Yves Lacoste dans son célèbre essai au titre éponyme publié en 1976. Elle sert aussi à faire des affaires, pourrait-on ajouter ! De ses origines antiques à sa formalisation académique, la géographie répondait avant tout à des impératifs militaires et commerciaux. Il s'agissait de cartographier et d'analyser le territoire sur lequel s'étendait un pouvoir, ainsi que les frontières séparant royaumes, puis États. Reliefs, cours d'eau, côtes, frontières et villes étaient donc bien présents. Bien entendu, le développement de la géographie était aussi orienté par des questions nées de la curiosité scientifique. Mais déjà, sa position à cheval entre les « sciences de la nature » et les « sciences de la culture » était évidente.

Depuis, la géographie s'est affirmée, étendue et diversifiée. À l'Université de Lausanne, par exemple, la discipline s'est extraite en 2003 de la Faculté des Lettres pour donner naissance, avec les sciences de la Terre et de celles de l'environnement, à la Faculté des Géosciences et de l'environnement. À Lausanne comme ailleurs, on observe une ouverture de la géographie à un vaste panel de disciplines. Cette volonté de combiner des savoirs issus des sciences de la nature (physique, chimie, biologie, géologie, etc.) et des sciences humaines et sociales (histoire, économie, sociologie, anthropologie, etc.) est d'autant plus forte que l'être humain est confronté aux conséquences de la dégradation de son milieu de vie. La géographie, étude de la Terre et plus largement du monde, maintient au centre de ses préoccupations le territoire, les relations entre êtres humains à travers l'espace et les interactions entre les sociétés humaines et leur milieu.

À l'école aussi, l'enseignement de la géographie a bien changé. Conçue au départ comme un moyen de forger une identité nationale commune, la géographie scolaire contemporaine suit les évolutions de sa grande sœur universitaire. Dans les plans d'études, elle s'ancre résolument dans le domaine des sciences humaines et sociales, aux côtés de l'histoire en particulier, sans pour autant oublier de se nourrir des connaissances en sciences de la Terre. Plus récemment, la géographie est invitée à se recomposer pour contribuer à des objectifs transversaux liés à de vastes enjeux sociaux : durabilité, citoyenneté, diversité, numérisation, etc.

C'est dans cet esprit d'une géographie poreuse à d'autres disciplines et aux prises avec les grands défis mondiaux du XXI^e siècle que ce livre a été rédigé. Il se destine aux **cours de géographie de niveau secondaire postobligatoire**, mais également à ceux de « **Technique et environnement** », discipline inscrite au plan d'études de la maturité professionnelle. En effet, de par son entrée thématique, celle-ci invite enseignants et élèves à emprunter des savoirs issus de différentes disciplines académiques pour étudier des questions contemporaines.

Dans un cas comme dans l'autre, il n'existe pas de manuel scolaire officiel pour le secondaire postobligatoire en Suisse. Certains enseignants recourent à des ouvrages spécialisés, d'autres à des manuels français, d'autres encore élaborent leurs propres documents. Ce livre cherche à combler ce manque en proposant un ouvrage focalisé sur l'échelle planétaire et les défis globaux du XXI^e siècle. Il ne s'agit cependant pas d'un ouvrage de géographie générale qui couvrirait la totalité du plan d'études, certains thèmes (urbanisation, transports, géopolitique, tourisme, etc.) n'étant pas traités pour eux-mêmes.

Il ne s'agit pas non plus d'un manuel scolaire à proprement parler, puisqu'il ne propose pas d'exercices. Les élèves y trouveront une vulgarisation des savoirs académiques actuels et les enseignants pourront l'utiliser comme support de cours, à compléter avec des dispositifs mettant les élèves en activité (exercices, travaux pratiques, projets, etc.).

Plus généralement, ce livre pourra intéresser toute personne soucieuse de mettre à jour ses connaissances ou de se familiariser avec les savoirs issus des sciences de la Terre, des sciences de l'environnement et de la géographie, en s'appuyant sur un ouvrage général et accessible. Car, même s'il aborde des notions

complexes, un effort important de définition et d'explication a été fourni, notamment pour élaborer le lexique situé en fin d'ouvrage, qui détaille les mots clés du vocabulaire utilisé dans le texte.

L'ouvrage est structuré en quatre chapitres :

- Le chapitre 1 décrit la **structure et le fonctionnement de la planète Terre** envisagée comme un système composé de roches, d'air, d'eau et du vivant.
- Le chapitre 2 énumère neuf « **limites planétaires** » et décrit dans quelle mesure les équilibres millénaires du système Terre ont été perturbés ces dernières décennies.
- Le chapitre 3 s'intéresse aux **causes humaines de ces perturbations** et à la répartition de leur responsabilité entre groupes sociaux.
- Le chapitre 4 explore les principales **propositions politiques** formulées pour faire face aux conséquences de ce bouleversement.

Bonne lecture !

Daniel Curnier

1. La Terre comme système

Vue depuis l'espace, la Terre peut sembler bien minuscule. Mais sa petite taille cache une particularité non négligeable, puisqu'elle reste à ce jour la seule planète connue à abriter la vie.

Cette singularité, elle la doit à un concours de circonstances exceptionnelles, nécessaires à l'émergence et au maintien de la vie :

- une **distance optimale au soleil**, qui permet à l'eau de se retrouver sous ses trois états et, en particulier, sous forme liquide ;
- un **noyau métallique**, dont le champ magnétique protège la Terre, notamment des particules du vent solaire ;
- une masse suffisante pour maintenir une **atmosphère** grâce à la gravité terrestre.

Les géographes appréhendent la Terre comme un **système**, c'est-à-dire qu'ils la décomposent en compartiments distincts qu'ils étudient séparément, sans pour autant oublier de s'intéresser à leurs **interactions**.

Le saviez-vous ?

La masse de la Terre ne représente que 0,0003 % de celle du système solaire, contre 99,9 % pour le soleil, le reste étant principalement partagé entre les deux planètes géantes que sont Jupiter et Saturne.

Fig. 1 : La Terre est la seule planète du système solaire qui se situe à une distance du soleil permettant la présence d'eau à l'état liquide (avec l'aide de l'atmosphère), condition nécessaire à l'apparition et au maintien de la vie.

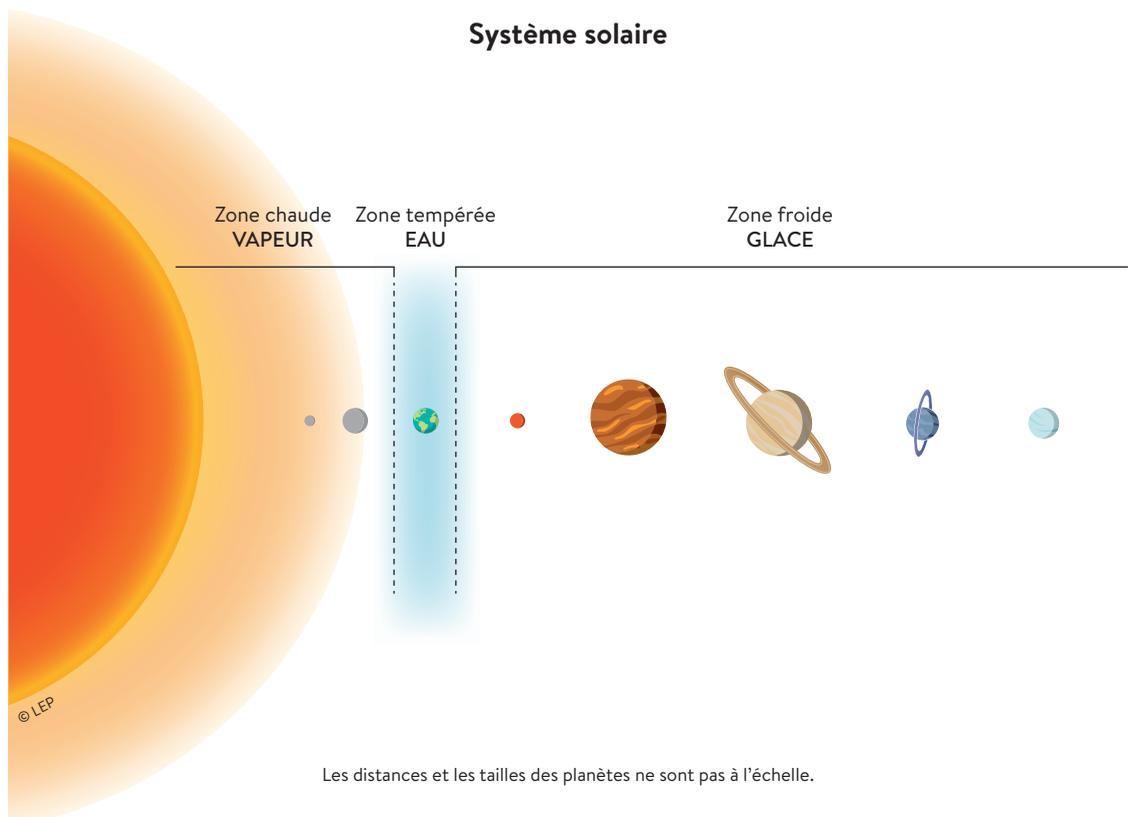
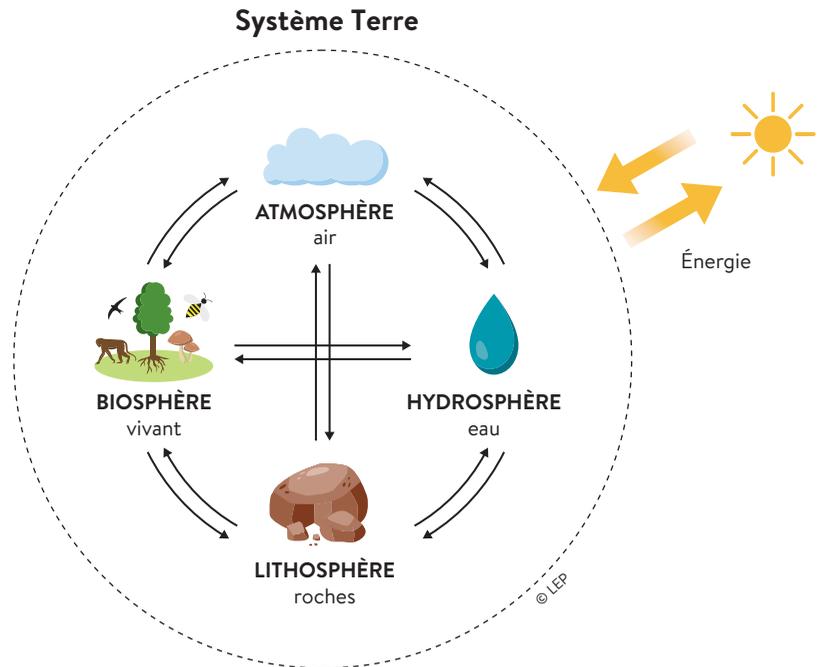


Fig. 2 : Envisagée comme un ensemble composé de quatre compartiments en interaction, la Terre est un système que l'on dit « ouvert énergétiquement » et « fermé matériellement ».



Le saviez-vous ?

En biologie, on retrouve les quatre compartiments du système Terre sous d'autres appellations. Pour les biologistes, un « écosystème » résulte des interactions entre une « biocénose » (êtres vivants) et un « biotope » (éléments non vivants). La biocénose des biologistes correspond à la biosphère des géographes, tandis que le biotope regroupe la lithosphère, l'hydrosphère et l'atmosphère des géographes.

Les quatre compartiments qui composent ce « système Terre » sont :

- la **lithosphère** (les roches) ;
- l'**hydrosphère** (l'eau sous forme solide, liquide et gazeuse) ;
- l'**atmosphère** (l'air) ;
- la **biosphère** (le vivant).

Ce système est :

- ouvert énergétiquement, car de l'énergie solaire provenant de l'espace atteint la surface de la Terre et de l'énergie émise par la Terre repart vers l'espace ;
- fermé matériellement, car aucun échange de matière ne se fait depuis ou en direction de l'espace (à l'exception des chutes de météorites, dont la masse est négligeable par rapport à celle de la Terre).

Les interactions entre la biosphère et les trois autres sphères génèrent des phénomènes propres à la planète Terre, comme la formation des sols (résultat des interactions entre la biosphère et la lithosphère) ou une atmosphère chargée en oxygène issu de la biosphère. Ces interactions entre le vivant et les compartiments non vivants constituent de fins équilibres écologiques, qui évoluent néanmoins au cours du temps.

Lithosphère (les roches)

Les géographes tentent d'expliquer le paysage en faisant intervenir les **forces terrestres internes** (celles qui soulèvent les montagnes ou attirent les roches vers les profondeurs) et les **forces externes** (celles qui démantèlent et redistribuent le matériel rocheux), toutes liées à la gravité. Bien que les géographes se focalisent principalement sur des phénomènes qui se concentrent à la surface de la Terre, ils empruntent un certain nombre de savoirs concernant le sous-sol à la **géologie**, à la **physique**, à la **chimie** ou encore à la **biologie**.

La Terre, au même titre que les planètes Mercure, Vénus et Mars, est composée de **roches** à l'extérieur et d'un **noyau métallique** au centre. Cette structure en couches successives s'est mise en place après la formation de notre planète, il y a 4,6 milliards d'années. Il n'y a pas de moyen d'observer directement la composition des couches, mais, par des calculs et l'analyse d'ondes sismiques qui se propagent différemment selon les milieux traversés, on a reconstitué la structure interne de la planète (voir fig. 3).

Fig. 3 : La Terre est composée d'un noyau métallique solide au centre (rose foncé) et liquide à l'extérieur (rose clair) ainsi que d'un manteau composé de roches visqueuses (orange), qui se déplacent lentement sous l'effet de la pression et de la chaleur intense, à la manière d'une mélasse (flèches rouges). Seule la partie supérieure du manteau (vert clair) est constituée de plaques de roches sous forme solide, qui se déplacent sous l'influence des mouvements au sein du manteau (jaune = croûte continentale; vert foncé = croûte océanique).

Structure de la Terre

