

GÉOGRAPHIE · ÉCOLOGIE · ENVIRONNEMENT · ORGANISATION DE L'ESPACE, 2017, N°81

G · E · O ·

LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES : causes, conséquences et actions possibles

Alexandre BELLEFLAMME, Sébastien DOUTRELOUP, Coraline WYARD
et Bernadette MERENNE-SCHOUMAKER

Édition de la
FÉDÉRATION DES PROFESSEURS DE GÉOGRAPHIE DE BELGIQUE FRANCOPHONE
7, RUE DES FRÊNES – B 6700 ARLON (Belgique)



Fédération des Professeurs de Géographie

Composition du Conseil d'Administration

Président

J-F CLOSE-LECOCQ

Vice-présidents

L. AIDANS
N. DUROISIN

Secrétaire

L. GISCHER

Trésorier

P. GRIDELET
rue Jamagne, 12A - 4570 Marchin

Administrateurs

A. BARTHELEMI, A. DUBREUCQ, L. FARACI, F. GOCHÉL, C. JACQUES,
P. LAOUREUX, J.-C. LUQUE, B. MERENNE-SCHOUMAKER, C. PARTOUNE

Éditeurs responsables :

A. Barthélemy et B. Mérenne-Schoumaker

Réalisation technique et mise en page :

S. Doutreloup

ISSN : 1780-5945

Éditorial

Historique du projet

Dans le Tome 1 « GEO 80 : Climatologie et météorologie : les notions de base », Sébastien DOUTRELOUP proposait une actualisation des connaissances à destination des enseignants : des données à jour et concrètes, des explications scientifiques valides et accessibles constituent sans conteste les points forts de ce Tome 1. Comment faire en sorte que les élèves puissent expliquer les grandes variabilités du climat européen ou du climat belge ou comprennent des phénomènes climatiques particuliers, régulièrement à la une de l'actualité, comme les cyclones, les canicules, El Niño ou encore les tornades ?

Face à l'ampleur du sujet du Tome 2 « GEO 81, Les changements climatiques : causes, conséquences et actions possibles », le choix s'est porté sur un exercice d'écriture à huit mains réalisé par **Alexandre BELLEFLAMME**, **Sébastien DOUTRELOUP** et **Coraline WYARD** Climatologues, Université de Liège et **Bernadette MÉRENNE-SCHOUMAKER** Géographe, Université de Liège.

Organisation du fascicule

Dans une première partie de l'ouvrage, les auteurs traitent de l'état de la question des variations climatiques, en s'attachant aux explications naturelles et anthropiques des variations passées, tout en s'attardant sur les variations du Pléistocène à aujourd'hui. La question des variations attendues pour le futur retient l'attention, présentée sous la forme de différents scénarios, avec un focus porté sur l'Europe.

Dans une seconde partie de l'ouvrage, sont abordées les conséquences et impacts spatiaux des variations climatiques. Si la fonte des banquises ainsi que la hausse du niveau des mers ainsi que leur acidification ont retenu l'attention des auteurs, ils s'attardent également sur la multiplication des événements climatiques extrêmes, les changements des écosystèmes, les problématiques des déplacés climatiques et des impacts sanitaires, tout en pointant ce qui reste en débat.

La troisième partie consacrée aux politiques et aux actions ne manquera pas de susciter notre curiosité, tant au niveau des solutions techniques, que des modes de production ou de consommation, tout en réaffirmant que les choix politiques posés en matière d'aménagement de territoire et d'urbanisme s'avèrent déterminants pour infléchir sur les comportements individuels.

Public

Cet ouvrage, richement illustré de schémas, graphiques et cartes, directement adaptés pour l'usage en classe, constitue un véritable outil de citoyenneté et sera accompagné de mises en œuvre pédagogiques, diffusées via la Newsletter de la Fégépro.

Au seuil de ce fascicule 81, je souhaiterais remercier très sincèrement les auteurs pour leur implication dans ce projet et plus particulièrement **Sébastien DOUTRELOUP** qui a accepté la coordination du travail et la mise en page du texte et des figures.

Anne Barthélemi

Table des matières

Éditorial	3
Introduction.....	9
Complexité du système climatique	9
Remerciements.....	9
1. Les variations climatiques.....	11
1.1. Les climats ont toujours évolué comme en témoignent de nombreuses traces.....	11
1.1.1. Les traces des climats du passé	11
1.1.2. Les explications naturelles des variations passées	15
1.1.2.1. Les paramètres orbitaux: les cycles de Milankovitch.....	15
1.1.2.2. L'activité solaire.....	18
1.1.2.3. L'activité volcanique	19
1.1.2.4. L'altération chimique des silicates	19
1.1.2.5. La tectonique des plaques.....	20
1.1.2.6. CO ₂ et méthane naturel.....	20
1.1.3. Explications anthropiques des variations du climat	22
1.1.3.1. Le dioxyde de carbone (CO ₂)	22
1.1.3.2. Le méthane (CH ₄) et le protoxyde d'azote (N ₂ O)	24
1.1.3.3. L'ozone (O ₃), les CFC, HCFC, HFC	25
1.1.3.4. Les aérosols	25
1.1.3.5. Les traînées de condensation.....	25
1.1.3.6. Les changements d'occupation du sol	26
1.1.3.7. Contribution aux émissions de gaz à effet de serre par secteur économique.....	27
1.1.4. Rétroactions positives et négatives	29
1.1.5. Variations passées du climat de la Terre	30
1.1.5.1. Périodes glaciaires et interglaciaires.....	31
1.1.5.2. Période industrielle	34
1.1.6. Quelles variations attendues pour le futur ?.....	36
1.1.6.1. Différents scénarios.....	36
1.1.6.2. Une question majeure : l'augmentation de la température	38
Notion de température moyenne globale.....	39
2. Conséquences et impacts spatiaux des variations climatiques.....	43
2.1. Les inlandsis, la banquise, les glaciers et le pergélisol dans le contexte climatique actuel	43
2.1.1. Les inlandsis	43

2.1.2.	La fonte de la banquise	48
2.1.3.	La fonte des glaciers.....	53
	Fonte des glaciers européens	54
2.1.4.	La fonte du pergélisol.....	55
2.1.5.	Une question pour l'Europe : le Gulf Stream va-t-il s'arrêter et provoquer un refroidissement en Europe ?.....	57
2.2.	La hausse du niveau des mers et des océans ainsi que leur acidification	58
2.2.1.	La hausse du niveau marin.....	58
2.2.2.	L'acidification des mers et des océans.....	61
2.2.3.	Quels changements attendus pour le bassin méditerranéen ?	62
2.3.	La multiplication des évènements extrêmes	65
2.3.1.	Les vagues de chaleur et les sécheresses.....	67
2.3.2.	Les cyclones, ouragans, typhons.....	71
2.3.3.	Les précipitations intenses et les inondations	72
2.4.	Les changements des écosystèmes.....	74
2.4.1.	La biodiversité en danger	74
2.4.2.	Des bouleversements agricoles.....	75
2.4.3.	Les variations climatiques vont-elles redessiner la carte des vins ?	78
2.5.	Les réfugiés et déplacés climatiques.....	80
2.5.1.	De quoi parle-t-on ? Quelle est l'ampleur du phénomène ?	80
2.5.2.	Estimations chiffrées de déplacements suite à des catastrophes naturelles	81
2.5.3.	Quels liens entre aléas climatiques et migrations ?.....	82
2.6.	Changements climatiques et santé humaine.....	83
2.7.	Prudence, prudence... !	85
3.	La lutte contre le réchauffement climatique	89
3.1.	Les politiques du climat à l'échelle internationale.....	89
3.1.1.	Les grandes conférences internationales.....	89
3.1.2.	Les rapports du GIEC	91
3.1.3.	Du Protocole de Kyoto à l'Accord de Paris.....	91
3.1.3.1.	Le Protocole de Kyoto.....	91
	Des objectifs chiffrés.....	91
	Une entrée en vigueur tardive.....	92
	Signature versus ratification	92
	Contraintes et flexibilité	92
	Un bilan mitigé.....	92
3.1.3.2.	Kyoto 2 : L'Amendement de Doha au Protocole de Kyoto	93

3.1.3.3. Les Accords de Paris	94
Des accords ambitieux et universels	94
Une entrée en vigueur éclair	95
Des objectifs irréalisables ?	96
3.2. Quelles solutions ou actions possibles ?.....	97
3.2.1. Dompter le climat grâce à la géo-ingénierie.....	97
Un problème éthique	98
Des conséquences politiques	98
Des effets secondaires incertains.....	98
Une durée de déploiement in(dé)finie.....	99
Un leurre plutôt qu'une solution.....	99
3.2.2. Des solutions au niveau de la production, de la consommation et des transports	99
3.2.2.1. Une réelle transition énergétique	99
3.2.2.2. De nouveaux modèles agricoles.....	101
L'agriculture biologique et l'agroécologie.....	101
L'agroforesterie	102
L'agriculture climato-intelligente	103
3.2.2.3. Une véritable révolution des transports et de la mobilité	103
3.2.2.4. Circuits courts, économie circulaire... ..	105
3.2.3. Urbanisme et aménagement du territoire : des choix déterminants en matière d'énergie et de climat	106
3.2.4. Adapter nos modes de vie	108
4. Références	111
4.1. Bibliographie	111
4.2. Quelques sites internet pour en savoir davantage (liste non-exhaustive).....	114
4.3. Quelques films pour aborder l'avenir de manière positive (liste non-exhaustive)	115
Index	117
Index des figures.....	119

Introduction

Face à l'omniprésence du réchauffement climatique, ainsi que des thématiques associées dans les débats médiatiques et/ou citoyens, il nous est paru plus qu'opportun de poursuivre le chemin initié par le GEO n°80 et de montrer que le climat n'est pas quelque chose de statique, mais bien, un système dynamique, à la fois dans l'espace, comme présenté dans le précédent volume du GEO, mais aussi dans le temps comme nous tentons de l'exposer dans ce présent volume.

Complexité du système climatique

La tâche est bien sûr titanesque... elle a d'ailleurs été traitée par de très nombreux auteurs de par le monde et fait même l'objet d'une compilation de plusieurs milliers de pages à intervalles réguliers par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). Mais ce n'est pas notre but !

L'objectif de ce fascicule est de poursuivre la vulgarisation du GEO n°80, accessible au plus grand nombre, afin, cette fois, de comprendre la complexité des changements climatiques, leurs causes et leurs conséquences, en terminant par une modeste tentative de propositions d'actions possibles pour *éviter l'évitable et s'adapter à l'inévitable* (Endlicher, 2017).

L'habitude des médias est souvent de tout rapporter à un problème de CO₂. Ce gaz à effet de serre est très souvent, voir presque exclusivement, considéré comme l'unique coupable de tous les maux de la Terre. Mais la réalité est beaucoup plus complexe que ça.

À ce propos, deux « sectes » s'affrontent, souvent par médias interposés : les climato-sceptiques et les climatos-réchauffistes. L'objectif de ce fascicule n'est pas de prendre parti pour l'un ou pour l'autre, il n'a pas non plus pour but de nier l'existence d'un réchauffement climatique, ou de verser dans le catastrophisme absolu.

Notre unique espoir est que cet ouvrage puisse permettre à ses lecteurs de comprendre la complexité de la machine climatique et que des questions complexes ne peuvent pas avoir des réponses simples, et encore moins simplistes, tout en tentant de rendre ces réponses les plus accessibles à chacune et chacun d'entre nous.

Remerciements

Nous tenons à vivement remercier **Anne BARTHÉLEMI** et **Émile MÉRENNE** pour leur relecture attentive et minutieuse. Nous adressons également nos plus vifs remerciements à **Gilles PAROTTO** qui a relu méticuleusement la section sur les réfugiés et migrations climatiques, ainsi que **Charles AMORY** et **Christoph KITTEL** qui ont participé à l'écriture de la section consacrée aux Pôles et aux processus glaciaires.

Enfin et surtout, je tiens à remercier personnellement et chaleureusement les co-auteurs de cet ouvrage sans qui il n'aurait pas été possible de le réaliser, à savoir **Alexandre BELLEFLAMME**, **Coraline WYARD** et **Bernadette MÉRENNE-SCHOUMAKER**.

Sébastien DOUTRELOUP