

MILIEUX EXTRÊMES et CRITIQUES face au CHANGEMENT CLIMATIQUE

Climat, territoire,
environnement

Marianne Cohen & Christian Giusti (dir.)

Introduction – 979-10-231-1809-4

SORBONNE UNIVERSITÉ PRESSES

MILIEUX EXTRÊMES ET CRITIQUES FACE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

<i>Le Sacre de la nature</i> Bertrand Sajaloli & Étienne Grésillon (dir.)	
<i>Îles rêvées. Territoires et identités en crise dans le Pacifique insulaire</i> Dominique Guillaud, Christian Huetz de Lemp & Olivier Sevin (dir.)	<i>La Rue à Rome. Entre l'émotion et la norme</i> Brice Gruet, Prix Charles Maunoir de la Société de géographie
<i>L'Hiver au Siècle d'or hollandais</i> Alexis Metzger	<i>L'Asie-Pacifique des crises et des violences</i> Christian Huetz de Lemp & Olivier Sevin (dir.)
<i>Les Campagnes en France et en Europe. Outils, techniques et sociétés, du Moyen Âge au XX^e siècle</i> Jean-René Trochet Prix Antoine Alexandre Bouteau de la Société de géographie	<i>Comme un parfum d'îles. Florilège offert à Christian Huetz de Lemp</i> Olivier Sevin (dir.)
	<i>Atlas des pays du Golfe</i> Philippe Cadène & Brigitte Dumortier
<i>Atlas du Proche-Orient arabe</i> Fabrice Balanche	<i>La Privatisation de Chicago. Idéologie de genre et constructions sociales</i> Laurence Gervais
<i>Les Forêts de la Grande Guerre. Histoire, mémoire, patrimoine</i> Jean-Paul Amat	<i>De l'Empire à la tribu. États, villes, montagnes en Albanie du Nord (VI^e-XV^e siècle)</i> Jean-René Trochet

**Marianne Cohen
& Christian Giusti (dir.)**

Milieux extrêmes et critiques face au changement climatique

**Climats, territoires,
environnement**

SORBONNE UNIVERSITÉ PRESSES
Paris

Ouvrage publié avec le concours de l'Institut de la transition environnementale de Sorbonne Université (SU-ITE) et de la faculté des Lettres de Sorbonne Université

Sorbonne Université Presses est un service général
de la faculté des Lettres de Sorbonne Université.

© Sorbonne Université Presses, 2021
PDF complet : 979-10-231-0642-8

Introduction – 979-10-231-1809-4
I Ronchail *et al.* – 979-10-231-1810-0
I Quénot – 979-10-231-1811-7
I Chionne – 979-10-231-1812-4
I Liziard & Voiron – 979-10-231-1813-1
II Sultan *et al.* – 979-10-231-1814-8
II Courault *et al.* – 979-10-231-1815-5
II Vignal & Andrieu – 979-10-231-1816-2
III Beuzen-Waller *et al.* – 979-10-231-1817-9
Conclusion – 979-10-231-1818-6
Appendice – 979-10-231-1819-3

Mise en page Emmanuel Marc DUBOIS/3 D2S, Issigeac/Paris
d'après le graphisme de Patrick VAN DIEREN

SUP

Maison de la Recherche
Sorbonne Université
28, rue Serpente
75006 Paris

tél. : (33)(0)1 53 10 57 60

sup@sorbonne-universite.fr

sup.sorbonne-universite.fr



MILIEUX EXTRÊMES ET CRITIQUES FACE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE. CLIMATS, TERRITOIRES, ENVIRONNEMENT

Marianne Cohen & Christian Giusti

Du 30 novembre au 12 décembre 2015 s'est tenue au Bourget la conférence de Paris sur le climat, 21^e conférence des parties (COP 21) à la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques. Chaque année, les participants de cette conférence se réunissent pour décider des mesures destinées à limiter le réchauffement climatique du système Terre: la COP 22 a eu lieu en novembre 2016 à Marrakech (Maroc), et la COP 23 en novembre 2017 à Bonn (Allemagne), sous l'égide de la république des Fidji, État insulaire d'Océanie (Pacifique Sud) sensible aux conséquences du réchauffement climatique global et de ses effets aux échelles régionales et locales. La COP 24 s'est quant à elle tenue en décembre 2018 à Katowice (Pologne), la COP 25 en décembre 2019 à Madrid et la COP 26 se tiendra en novembre 2021 à Glasgow.

L'accord de Paris sur le climat, ratifié dès juillet 2016 par une vingtaine d'États (en majorité des archipels menacés par la remontée du niveau moyen de l'océan), devait obtenir la signature de cinquante-cinq pays responsables ensemble d'au moins 55 % des émissions de gaz à effet de serre (GES)¹. Or, au 10 avril 2017, 143 pays cumulant 82,91 % des émissions globales de GES avaient ratifié l'accord de Paris. Contenir le réchauffement climatique, se désinvestir des énergies fossiles et atteindre la neutralité carbone sont trois des objectifs majeurs fixés par cet accord à vrai dire plus contraignant sur le plan politique que juridique. Après que la Chine, les États-Unis et le Brésil ont déposé leurs instruments de ratification en septembre 2016, puis l'Inde et l'Union européenne en octobre, l'accord de Paris est entré en vigueur le 4 novembre 2016, quelques jours avant l'ouverture de la COP 22. Lors de la conférence de Marrakech en novembre 2016, des pays comme l'Australie, l'Allemagne, le Canada, la France, le Mexique, les États-

1 Accord de Paris sur le climat, 2015, http://unfccc.int/files/essential_background/convention/application/pdf/french_paris_agreement.pdf (sauf indication contraire, toutes les sources électroniques ont été consultées le 21 mai 2021). Rappelons que l'accord de Paris est resté ouvert à la signature au siège des Nations unies à New York jusqu'au 21 avril 2017.

Unis, ou le Royaume-Uni, ainsi qu'une quinzaine de grandes villes, nombre de régions et 196 entreprises ont annoncé leur « plan stratégique » pour atteindre la « neutralité carbone » en 2050 recommandée par l'accord de Paris². Toutefois, comme le font remarquer plusieurs organisations non gouvernementales (ONG) ou le Programme des Nations unies sur l'environnement (PNUE), même s'ils étaient appliqués intégralement, les engagements pris à Paris mettent le système Terre et l'humanité sur une trajectoire de réchauffement de + 2,9 à + 3,4 °C d'ici à la fin du ^{xxi}e siècle par rapport au niveau préindustriel des températures de la seconde moitié du ^{xviii}e siècle. À ces réserves s'ajoutent les incertitudes liées à l'application des engagements par les pays³, alors qu'une partie croissante de la société civile et de la communauté scientifique se mobilise autour de cet enjeu⁴.

10

Selon la National Oceanic and Atmospheric Administration américaine (NOAA), les dix indicateurs du changement climatique concernent la cryosphère (diminution en surface et en volume des glaciers de montagne, recul de la banquise permanente, fonte des neiges et du pergélisol), l'atmosphère (accroissement des températures de l'air dans trois compartiments : la troposphère, la surface des continents, la surface des océans) et enfin l'hydrosphère (accroissement des températures de surface des eaux océaniques et marines ainsi que de la chaleur stockée dans les océans, élévation du niveau moyen de la mer, augmentation de la teneur en vapeur d'eau des basses couches de l'atmosphère).

Depuis la création, en 1988 du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), son cinquième rapport, publié en 2013-2014 a servi de base de discussion lors des travaux de la conférence de Paris⁵. Sur la période 1880-2015, neuf des dix années les plus « chaudes » (par rapport à la moyenne 1951-1980) ont été enregistrées au ^{xxi}e siècle : 1998, 2005, 2006, 2007, 2009, 2010, 2012, 2013, 2014, 2015. Dans son bulletin annuel sur les GES pour 2015, l'Organisation météorologique mondiale (OMM) a souligné que l'air n'avait jamais été autant chargé de dioxyde de carbone : « Le niveau de 400 ppm (partie par million) de CO₂ a déjà été atteint à certains endroits

2 Voir par exemple les sites de ClimateWorks Australia et de l'Australian National University (<http://www.2050pathways.net.au/>) ainsi que du gouvernement britannique (<https://www.gov.uk/guidance/2050-pathways-analysis>) sur les perspectives et engagements de transition écologique.

3 Suite aux déclarations du président des États-Unis Donald Trump sur le retrait de l'accord de Paris, les gouverneurs des États de Californie, New York et Washington avaient annoncé la formation d'une alliance pour le climat (United States Climate Alliance) afin de mettre en œuvre l'accord au niveau des États fédérés.

4 Exemple aux États-Unis, pendant la présidence de Donald Trump, le groupe « We are still in » : <https://www.wearestillin.com/>.

5 <https://www.ipcc.ch/reports/> Le lecteur pourra y consulter les rapports spéciaux, plus récents.

et durant certains mois de l'année, mais jamais encore à l'échelle du globe et pour une année entière ». Or, ce gaz reste « pendant une centaine d'années dans l'atmosphère »⁶. L'année 2015, qui avait été considérée par la NOAA comme la pire de l'histoire contemporaine du point de vue du réchauffement⁷, a pourtant été battue par l'année 2020, avec une inédite série ininterrompue de mois aux températures record⁸. Le bilan publié en janvier 2021 par l'OMM est éloquent : la température moyenne de la planète a été supérieure de 1,21 °C à la moyenne de l'époque préindustrielle, battant le record de 2015 (+ 1,04 °C). Dans l'Arctique, la température moyenne annuelle a excédé de plus de 5 °C les moyennes de la période 1961-1990, avec un record dans l'archipel norvégien du Svalbard où la température enregistrée tout au long de l'année à la station météorologique de l'aéroport de Longyearbyen a dépassé en 2017 de 6,5 °C la moyenne 1961-1990⁹ ! Dans l'hémisphère sud, de nombreux records de chaleur ont été battus, notamment en Australie, où Sydney a vécu l'été (décembre 2019-février 2020) le plus chaud de son histoire avec son cortège d'incendies catastrophiques. Au total, l'OMM note que dix-sept des dix-huit années les plus chaudes depuis le début des relevés appartiennent au XXI^e siècle, et que 2016, 2019 et 2020 sont les trois années les plus chaudes jamais enregistrées. Le record observé en 2020 est particulièrement significatif puisque cette année a été marquée par un épisode *La Niña* de forte amplitude, habituellement associé à des températures plus fraîches.

S'agit-il d'un tournant dans le changement climatique, voire d'un point de rupture comme le laissent craindre les conséquences épidémiologiques de la fonte du pergélisol en Sibérie lors de l'épisode caniculaire de l'été 2016¹⁰ ? Les anomalies ou écarts par rapport à l'état préindustriel ou à des moyennes de référence (sur trente ou soixante ans) se multiplient, à toutes les échelles (globale, régionale, locale) et à tous les pas de temps (année, décennie, siècle) : vague de chaleur record en Arctique au cours des étés boréaux 2016, 2018, 2019 et 2020 et extension minimale de la banquise ; fonte plus rapide que prévue des glaciers alpins entre 2 400 et 3 500 m ; baisse de croissance et

6 Cité notamment par l'Agence France Presse (AFP) et *Le Monde*, 24 octobre 2016. En 2020, cette concentration atteint 410 ppm. Le gaz carbonique d'origine humaine est responsable d'environ 65 % de l'effet de serre additionnel dû à l'activité humaine.

7 NOAA, « National Centers for Environmental Information, State of the Climate: Global Analysis for June 2016 », <http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/201606>. Cette page n'est plus accessible sous l'administration Trump (« 502 Error: Service Unavailable »).

8 Voir notamment *Le Monde*, 14 janvier 2021, d'après le rapport de l'OMM.

9 Stéphane Foucart, « Climat : 2016 bat un record de chaleur, la planète entre en "territoire inconnu" », *Le Monde*, 21 mars 2017 et *Le Monde*, 14 janvier 2021.

10 Isabelle Mandraud, « En Russie, l'antrax ressurgit avec le réchauffement climatique », *Le Monde*, 30 août 2016, en ligne : https://www.lemonde.fr/planete/article/2016/08/29/dans-le-grand-nord-russe-l-ete-le-plus-chaud-jamais-enregistre-redonne-vie-a-l-anthrax_4989076_3244.html.

diminution de la survie des chênes en Europe à l'horizon 2070-2100 dans les parties sud et sud-est de leur aire de distribution actuelle ; croissance prévisible des chênaies en Écosse, Norvège, Suède et nord-est de la Pologne ; modification de la trajectoire des tempêtes tropicales d'origine caribéenne ; remontée des ouragans sur la façade est des États-Unis, vulnérabilité accrue de la côte atlantique nord-américaine face à la remontée du niveau marin et en dépit des effets compensateurs du rebond postglaciaire, aggravation et multiplication de certains extrêmes comme les canicules... Dans un entretien au journal *Le Monde* paru le 13 novembre 2015, Valérie Masson-Delmotte, coprésidente du groupe de travail n° 1 (« Éléments scientifiques des changements climatiques ») du GIEC, souligne qu'« un changement climatique non maîtrisé aura des impacts négatifs, qui domineront largement les effets positifs », mais que « la réticence s'exprime de bien des manières. Intégrer les limites planétaires dans sa vision du monde, interroger son rapport au progrès, à la croissance économique : c'est une vraie difficulté¹¹ ». En 2017, un groupe de scientifiques spécialistes du climat, parmi lesquels Jean Jouzel, Hervé Le Treut, Valérie Masson-Delmotte, Catherine Jeandel ou encore Serge Planton, a rappelé la classe politique à ses responsabilités face à l'enjeu du réchauffement climatique¹². Les lecteurs pourront se reporter à l'encadré que nous consacrons à l'étymologie, aux définitions locales et aux critiques quant aux échelles de temps pour appréhender le changement climatique, questions qui se posent aujourd'hui différemment face à l'accélération tant de la machine climatique que de l'empreinte des humains sur la planète.

*

¹¹ Voir à ce sujet les réflexions de Jean Tirole (*Économie du bien commun*, Paris, PUF, 2018, chapitre VIII, « Le défi climatique », p. 263-310), ainsi que le point de vue de Claude Henry sur la méfiance croissante des opérateurs financiers à l'égard des combustibles fossiles exposé dans sa tribune « Climat : la lente émergence d'une pensée globale » (*Le Monde*, 23 juillet 2016, en ligne : https://www.lemonde.fr/festival/article/2016/07/22/climat-la-lente-emergence-d-une-pensee-globale_4973312_4415198.html). Chercheur au Centre d'économie industrielle des Mines ParisTech (CERNA), Antonin Pottier soutient pour sa part que la pensée économique dominante ne parvient pas à prendre la mesure de la dégradation de l'environnement en général et du climat en particulier (voir Antonin Pottier, *Comment les économistes réchauffent la planète*, Paris, Le Seuil, coll. « Anthropocène », 2016). Enfin, Géraud Guibert, président de la fondation La Fabrique écologique, a rappelé qu'en France, la dette écologique à l'égard des nouvelles générations s'alourdit (tribune publiée dans *Le Monde*, 28 mars 2017, en ligne : https://www.lemonde.fr/idees/article/2017/03/28/la-dette-ecologique-vis-a-vis-des-nouvelles-generations-s-accumule_5102147_3232.html).

¹² « Climat : dénonçons le discours de la "post-vérité" ! », *Le Monde*, 7 février 2017, en ligne, https://www.lemonde.fr/idees/article/2017/02/07/climat-denoncons-le-discours-de-la-post-verite_5075653_3232.html.

La séance de l'Association de géographes français (AGF), organisée à Paris le 21 novembre 2015 par Marianne Cohen, Stéphane Desruelles, Christian Giusti, Delphine Gramond et Denis Mercier¹³ avec l'appui de l'opération « Demain le climat » (Sorbonne-Universités)¹⁴, était destinée à faire se rencontrer autour de l'interface Climats, territoires et environnements (CTE) des chercheurs venus d'horizons différents, et notamment des géographes s'étant saisis de cette interface. Le présent recueil rassemble huit communications suivies d'une conclusion du grand témoin de cette séance, Laurence Eymard, alors directrice de l'Observatoire des sciences de l'univers Ecce Terra, aujourd'hui membre du Bureau de l'Institut de la transition environnementale de Sorbonne Université (SU-ITE)¹⁵.

Cinq de ces communications traitent de l'impact mesuré ou modélisé des changements climatiques sur l'agriculture et les écosystèmes, deux abordent la perception sociale des variations environnementales, la dernière se propose d'intégrer des temporalités plus longues dans l'analyse. Les territoires traités, très variés, ont été regroupés en trois ensembles : (1) les milieux dits critiques, c'est-à-dire particulièrement sensibles à l'irrégularité et au changement climatique, du fait de la combinaison entre une situation géographique (plaines d'inondation du bassin amazonien, coteaux viticoles dans le monde, milieu insulaire d'Oléron ou milieu deltaïque de Camargue), et des enjeux liés à la concentration des populations et à la spécialisation de l'utilisation du sol ; (2) les milieux dits extrêmes, car situés aux extrêmes du gradient climatique, et où les effets du changement climatique sont déjà observables et importants : l'Afrique de l'Ouest, la Laponie suédoise, le massif franco-italien de l'Argentera-Mercantour ; (3) enfin, le dernier territoire, les montagnes d'Oman, illustrera l'apport d'une approche géoarchéologique permettant de traiter de l'interface CTE sur le temps long du Quaternaire.

13 ENeC, UMR 8185 CNRS, devenu en 2020 l'UR Mediatios, Sciences des lieux.

14 La COMUE Sorbonne-Universités (SUs), mise en place dans le cadre de l'« Initiative d'excellence » (IDEX), regroupait, outre les universités Paris-Sorbonne et Pierre-et-Marie-Curie (Paris VI), le MNHN, l'INSEAD, et l'UTC-Compiègne. Au 1^{er} janvier 2018, les universités Paris-Sorbonne et Pierre-et-Marie-Curie ont fusionné en un nouvel établissement : Sorbonne Université (SU).

15 SU-ITE, en phase de préfiguration en 2015, a lancé ses travaux en 2017 : <https://www.su-ite.eu/>.

CLIMAT : ÉTYMOLOGIE, SIGNIFICATION LOCALE ET QUESTIONS AUTOUR D'UN MOT

Dans le *Dictionnaire historique de la langue française*, le mot *climat* est ainsi défini : « Nom masculin ; est emprunté (vers 1278) au latin *clima* “inclinaison de la voûte céleste” d’où “partie du ciel”, par extension latitude, “région, contrée”, mot désignant spécialement les quatre points cardinaux. Le mot latin est le calque du grec hellénistique *klima*, proprement “inclinaison” (conservé en grec moderne avec le sens actuel), de *klinein* “pencher, incliner, coucher”, mot ayant des correspondances dans plusieurs langues indo-européennes dont le latin *clinare* (>incliner) et le grec *klinein* (>clinique)¹. » À l’époque romaine, le terme *clima* finit par indiquer une unité de mesure d’environ 324 m² utilisée pour mesurer la surface des terrains à cultiver. Comme le remarque Yves Luginbühl, l’étymologie établit le lien entre « l’inclinaison de la voûte du ciel » et « le terrain en pente », qui satisfait la vue d’ensemble.

Or, en Bourgogne, où les parcelles de vignes de la côte de Nuits et de la côte de Beaune sont précisément situées sur la pente des coteaux, un « climat » est une parcelle (par exemple La Tâche à Vosne-Romanée) ou le plus souvent un ensemble de parcelles dont le vin présente les mêmes caractéristiques organoleptiques. La « valeur universelle exceptionnelle » (VUE) des « climats du vignoble de Bourgogne » a été reconnue par le Comité du Patrimoine mondial, et le savant et heureux *Dictionnaire amoureux de la Bourgogne* y consacre une entrée². Le début de l’article est une aimable mais sévère charge contre le pessimisme catastrophiste des « réchauffistes », accusés de ne pas « replacer leurs analyses et leurs modèles dans un contexte temporel multiscalaire (le siècle, le millénaire, la grande pulsation d’une ou plusieurs dizaines ou centaines de milliers d’années) et géographique »³. Certes, « le climat a toujours changé à la surface de la Terre à des rythmes très variables et de manière très différenciée d’une latitude à l’autre, d’une longitude à l’autre, et ce avant même que l’humanité ne soit en capacité d’agir sur la teneur de l’air en gaz à effet de serre » ; et, oui encore, « l’humanité a vécu d’innombrables changements climatiques et [...] a toujours su déployer les efforts d’imagination nécessaires pour s’y adapter »⁴.

1 *Le Robert* (2009), cité par Yves Luginbühl, dans *La Mise en scène du monde. Construction du paysage européen* (Paris, CNRS Éditions, 2012).

2 Jean-Robert Pitte, *Dictionnaire amoureux de la Bourgogne*, Paris, Plon, 2015.

3 *Ibid.*

4 *Ibid.*

Mais si « la Bourgogne n'échappe pas à la règle planétaire⁵ » avec ses canicules, sécheresses, tempêtes de neige, tornades, orages de grêle à répétition, excès pluviaux suivis d'inondations, elle n'est cependant pas le monde : la parcelle, la commune, le pays, la grande région, les grands espaces correspondent à des échelles spatiales qui, du local au global via le régional, ont leur importance, et il n'est pas recommandé d'extrapoler sans précaution de l'une à l'autre⁶.

Que les habitants de la Bourgogne soient à l'abri d'aléas comme la fonte du pergélisol, le risque cyclonique ou la remontée du niveau marin n'est rassurant qu'assez localement. La lutte contre l'érosion des sols, par exemple, demanderait une « combinaison entre l'adaptation aux changements climatiques et la conservation du savoir traditionnel local⁷ ».

Quant à l'empreinte écologique des quelques centaines à milliers d'*Homo sapiens* qui ont pu passer ou séjourner dans l'une des grottes ornées d'Arcy-sur-Cure il y a environ 28 000 ans, est-elle vraiment comparable aux traces que laissent au ^{xxi}e siècle près de huit milliards de femmes et d'hommes, pour une bonne partie d'entre eux⁸, bénéficiaires des multiples aménités d'une société d'abondance, d'un haut niveau de vie, et d'un mode de consommation de masse ?

5 *Ibid*

6 Paul Claval, *Régions, nations, grands espaces. Géographie générale des ensembles territoriaux*, Paris, Éditions Génin, 1968. Voir dans le présent recueil l'étude de Hervé Quénot : « Changement climatique et viticulture ».

7 ICOMOS, « Évaluations des propositions d'inscription des biens culturels et mixtes », 2015, p. 254. Voir à ce sujet l'étude réalisée par Mathieu Fressard et son équipe sur le vignoble de Mercurey à l'extrémité nord de la côte chalonnaise : « Casser la connectivité hydrosédimentaire pour gérer la ressource en sol », *Géomorphologie*, vol. 23, n°4, 2017, p. 309-325.

8 En 2018, 46 % de la population mondiale vivait avec moins de 5,5 dollars par jour selon la Banque Mondiale.

La communication de Josyane Ronchail et son équipe¹⁶, « Hydrologie et production agricole dans le nord-ouest de l'Amazonie », porte sur « l'Amazonie des rivières », aux confins du Brésil, de la Colombie et du Pérou, au nord-ouest du bassin amazonien. Ces territoires hydromorphes peuvent être qualifiés de « milieux critiques » du fait de leur vulnérabilité face aux aléas et risques associés au changement climatique, qui se répercutent sur le niveau des eaux et impactent les populations et les activités humaines qui y sont concentrées. La période de basses eaux permet en effet la mise en culture de vastes zones exondées et fertiles, tant sur les berges des rivières que dans les plaines d'inondation. La variabilité des extrêmes hydrologiques et celle de la structure du cycle de décrue (facteurs réputés importants pour la qualité des récoltes) sont explorées à la station fluviométrique de Tamshiyacu, sur le fleuve Amazone. Le riz, culture rentable dans cette région, est la production de référence de l'étude. Les résultats ne présentent pas les liens supposés entre résultats agricoles et durée de la saison de basses eaux ou vitesse de remontée des eaux. Néanmoins, ils montrent la baisse des étiages, l'allongement de la durée de décrue en relation avec un retard de la montée des eaux et une accélération de la remontée des eaux pendant la période 1985-2015. Les années de très fortes crues ou sécheresses, devenues très fréquentes depuis les années 1990, modifient aussi les niveaux de production et les prix des aliments.

La communication d'Hervé Quénol intitulée « Changement climatique et viticulture » montre quant à elle à quel point un aliment tel que le vin, produit en France ainsi que dans de nombreux pays du monde, se trouve aujourd'hui dans une situation nouvelle avec le changement climatique. Les conséquences du réchauffement climatique sont analysées dans les grands territoires viticoles à plusieurs échelles spatiales emboîtées : le Monde, la France et, enfin, le terroir, en fonction de sa topographie. Les impacts attribuables au changement climatique sont en effet déjà notables sur les cultures pérennes, en particulier la viticulture. Ils varient selon les régions viticoles, mais, globalement, on observe une avancée importante des stades phénologiques de la vigne et une évolution significative de la composition des raisins. La poursuite du changement climatique au cours des prochaines décennies pose la question des stratégies d'adaptation. Différents travaux fondés sur la modélisation des indices bioclimatiques en fonction des scénarios du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) laissent présager d'importantes modifications sur la répartition des

16 Tatiana Schor, Jhan Carlo Espinoza, Manon Sabot, Heitor Pinheiro, Percy Gomez, Guillaume Drapeau, Véronique Michot, Naziano Filizola, Jean-Loup Guyot, Benjamin Sultan & Jean-Michel Martinez.

vignobles. À l'horizon 2050, les différents scénarios étudiés ne montrent pas des fortes divergences, et les tendances sont en partie indépendantes du modèle socioéconomique choisi par la société. En revanche, à l'horizon 2070-2100, on peut s'attendre à de forts bouleversements, avec une importante transformation du vignoble européen, la disparition de certains terroirs comme ceux du sud de l'Australie, ou une forte diminution des zones de production aux États-Unis. Si des études d'impact existent pour différents scénarios climatiques et de nombreuses régions du monde, les modèles atmosphériques globaux qui les sous-tendent présentent une incertitude importante et ne sont pas adaptés aux échelles fines des terroirs viticoles. La variabilité du climat aux échelles locales permet de définir les caractéristiques agro-climatiques des cultures. Les viticulteurs adaptent depuis toujours leurs pratiques en fonction de celles-ci. Dans le contexte du changement climatique, une connaissance fine du climat et des conséquences sur la viticulture permet de mettre en place des méthodes d'adaptation au changement climatique fondées sur l'évolution des pratiques – elles-mêmes en évolution constante et non brutale, comme peuvent l'être par exemple le déplacement des parcelles ou les changements de variétés. L'évolution régulière des pratiques culturales permet de répondre à l'impact du changement climatique à court et à moyen terme afin de pouvoir se préparer à des évolutions plus importantes à long terme si le réchauffement est trop intense.

Si ces deux essais se référant aux liens entre agriculture et changement climatique dans des milieux sensibles montrent le rôle important joué par les populations locales investies dans les activités primaires, leurs savoirs et leurs stratégies adaptatives, les deux communications suivantes s'attachent à explorer la façon dont des populations aux profils plus variés connaissent, perçoivent et s'adaptent au changement climatique dans des milieux insulaires ou deltaïques. Ces milieux critiques sont en effet particulièrement vulnérables au risque de submersion marine, l'élévation du niveau de la mer étant l'une des conséquences du changement climatique.

L'étude de David Chionne a pour titre « Perception des aléas côtiers. Le cas de la société insulaire oléronaise (France) ». Elle se développe autour d'un élément recueilli dans le cadre d'une enquête menée auprès des habitants de l'île d'Oléron : sur un échantillon de 268 individus, 45 % ont parlé de « changement climatique » lorsqu'on leur demandait d'identifier les causes des submersions marines et de l'érosion des côtes. Il est proposé d'interpréter ce résultat en le comparant à des données issues de la même enquête et d'enquêtes différentes. L'étude montre que le « changement climatique » semble être un sujet *a priori* important auprès de la population interrogée, bien que l'objectif de l'enquête ne soit pas directement lié à ce phénomène. L'auteur a ensuite tenté d'évaluer la connaissance « réelle » de ce sujet à partir de l'analyse des discours des individus.

Puis, il a vérifié que l'évocation du « changement climatique » influe sur les comportements des individus. Un dernier point illustre l'intérêt de saisir la manière dont les individus donnent sens aux informations qu'ils reçoivent de leur environnement, dans la mesure où leurs comportements vont dépendre de ce double processus de perception-appropriation.

Le programme de recherche « CAMPLAN – Gestion intégrée d'un hydrosystème : Camargue et Plan-du-Bourg », mené par l'UMR ESPACE en collaboration avec le bureau d'étude Ressource et la Tour du Valat, permet à Sophie Lizard et Christine Voiron-Canicio d'exposer les aspects et principes d'un diagnostic systémique de l'adaptabilité du territoire camarguais face à la montée du niveau de la mer. Leur étude part du constat dressé par plusieurs gestionnaires d'espaces naturels de ce territoire : il est de plus en plus difficile, pour la gouvernance de l'eau, d'assurer une adaptation du système hydraulique face aux changements globaux, et tout spécialement face à l'élévation du niveau marin. La contribution des auteures au programme CAMPLAN s'attache à mettre en relation les données produites par les chercheurs de l'équipe, de façon à identifier les éléments qui, dans le fonctionnement du système territorial, sont favorables et défavorables à l'adaptation. La complexité et l'ampleur des connaissances rassemblées ont nécessité la mise en place d'une approche systémique. L'étude de l'hydrosystème camarguais a permis d'identifier deux voies d'adaptation, et au sein de celles-ci ont été analysés les points de blocage et les éléments favorables à l'adaptabilité du territoire camarguais.

18

MILIEUX EXTRÊMES ET CHANGEMENT CLIMATIQUE

Les trois essais suivants traitent la question des changements climatiques dans des milieux dits extrêmes parce qu'ils sont situés aux extrêmes des gradients climatiques, là où le changement climatique aura des conséquences majeures sur le vivant – pilier économique et culturel des sociétés locales et « sentinelle » des écosystèmes – ainsi que sur les activités humaines qui s'y déploient.

Benjamin Sultan et son équipe interdisciplinaire¹⁷ abordent l'ensemble de ces interactions dans leur contribution, intitulée « Changements climatiques et agriculture : impacts et adaptation en Afrique de l'Ouest ». Le climat exerce une grande influence sur l'agriculture, qui est considérée comme l'activité humaine sans doute la plus dépendante de ses variations. Les impacts du changement climatique sur ce secteur d'activité affecteront tout particulièrement les pays en développement des latitudes tropicales, qui connaissent déjà une grande variabilité climatique. En outre, dans bien des cas, la pauvreté endémique qui

17 Richard Lalou, Laurent Kergoat, Bénédicte Gastineau & Théo Vischel.

règne en Afrique tropicale augmente le risque et la gravité des catastrophes naturelles et limite les possibilités d'adaptation. À travers l'exemple de l'agriculture au Sahel, l'exposé propose un regard croisé interdisciplinaire sur les changements passés et à l'œuvre dans cette région d'Afrique tropicale, ainsi que des scénarios du futur des systèmes de production ruraux, en examinant comment les effets induits par le climat interagissent avec d'autres changements globaux sur l'ensemble du continent. Les systèmes ruraux et les changements environnementaux doivent être vus comme adaptatifs et coévolutifs ; c'est pourquoi l'exposé aborde également la façon dont les acteurs ruraux perçoivent les changements environnementaux et leur capacité d'adaptation, prenant en compte la diversité des systèmes de production et la variété des environnements naturels et sociaux qui la contraignent, ainsi que les aspects sociaux, économiques, politiques et techniques sous-jacents.

Romain Courault et ses co-auteurs géographes et écologue¹⁸, produisent une analyse fine des « impacts de la variabilité climatique sur la démographie des rennes en Laponie suédoise », en démontrant l'intérêt du calendrier pastoral établi par les populations locales comme grille d'analyse de cette variabilité. Le renne semi-domestiqué (*Rangifer tarandus* L.) constitue une ressource naturelle et culturelle pour les éleveurs saamis. En Laponie suédoise, l'activité pastorale, traditionnellement semi-nomade, s'effectue entre les pâturages d'altitude estivaux et les paysages de forêts boréales en hiver. Ce système d'élevage est de plus en plus menacé par le changement climatique qui modifie l'accessibilité et la disponibilité des ressources végétales et perturbe les migrations saisonnières et la démographie de *Rangifer tarandus* L. L'essai en question interroge les temporalités climatiques ayant une incidence sur les habitats écologiques et sur les effectifs démographiques annuels des troupeaux de rennes. Le calendrier pastoral saami permet une perception très fine de l'irrégularité climatique, particulièrement marquée dans les habitats estivaux et de son impact sur la démographie des rennes. Cette irrégularité climatique et ses conséquences sont quant à elles bien mieux démontrées en utilisant des variables climatiques synthétiques et d'échelle régionale plutôt que des variables locales.

La haute montagne, comme les hautes latitudes (ici, la zone arctique), est un milieu où les effets du changement climatique sur les écosystèmes sont déjà observables. Le dernier rapport du GIEC fait d'ailleurs état de nombreuses conséquences possibles sur la biodiversité terrestre induites par l'élévation des températures. Ainsi, Matthieu Vignal et Julien Andrieu proposent-ils une « modélisation de l'impact du changement climatique sur trois aires de distribution végétales dans le Mercantour », sur la bordure franco-italienne des

18 Marianne Cohen, Josyane Ronchail & Sonia Saïd.

Alpes-Maritimes. L'objectif de l'étude est de présenter les apports de la démarche modélisatrice dans la détermination des aires de distribution futures des espèces végétales au sein du massif du Mercantour-Argentera. Les espèces étudiées sont : *Dryas octopetala*, *Pinus cembra* et *Pinus uncinata*. La méthode élaborée permet, à partir de relevés botaniques issus de la base de données SILENE et de descripteurs écologiques (climatiques, géologiques, topographiques), de formaliser les modifications de la distribution de ces trois espèces à travers la simulation de la production, de la dissémination et de la germination des graines, ainsi que de leur mortalité.

Longue durée quaternaire

20 La prise en compte territoriale du changement climatique nécessite donc, aujourd'hui, une approche systémique, depuis la caractérisation de l'aléa et de ses impacts, jusqu'à l'évaluation des vulnérabilités territoriales et des capacités adaptatives. Mais il convient également de prendre un certain recul temporel pour traiter ces questions complexes et évaluer la résilience des systèmes couplés « nature-sociétés ». C'est ce regard vers un passé plus lointain que proposent Tara Beuzen-Waller et son équipe¹⁹. En leur qualité de géoarchéologues et archéologues, ils analysent les « occupations humaines et dynamiques environnementales du Paléolithique à l'âge du bronze », dans la région d'Adam, sultanat d'Oman. Vaste plaine alluviale située entre le piémont sud des monts Hajar et les marges du désert du Rub al-Khali, elle est l'une des plus riches en patrimoines archéologiques du sultanat d'Oman. Cette région est occupée de manière plus ou moins continue par les communautés humaines depuis le Paléolithique jusqu'à l'âge du bronze, période à laquelle se développent les premières oasis et, dans son extension et dans sa localisation, une occupation sédentaire proche de l'actuelle. L'étude sur le temps long de la répartition spatiotemporelle des sites archéologiques d'Adam met en évidence des périodes d'expansion du peuplement ou, au contraire, des phases d'abandon partiel ou total de certains secteurs. Ces variations dans les modes d'occupation du territoire ont pu être mises en relation avec les fluctuations climatiques de la fin du Quaternaire, qui ont joué un rôle décisif sur les potentialités de certains espaces et sur la ressource en eau. Le réchauffement climatique actuel et le recours au pompage de la nappe phréatique risquent de déstabiliser ces rares territoires favorables de l'intérieur des terres où les sociétés se sont fixées depuis l'âge du bronze, et de mener à une nouvelle phase de redistribution du peuplement.

¹⁹ Guillaume Gernez, Jessica Giraud, Stéphane Desruelles, Anaïs Marrast, Stéphanie Bonilauri, Marion Lemée, Amir Beshkani, Julien Guéry, Raphaël Hautefort & Éric Fouache.

Si les méthodes actuelles d'étude du climat de la Terre et de son devenir sont, à la base, d'essence mathématique et physicochimique, une approche pluridisciplinaire impliquant les sciences de la vie et les sciences sociales semble en contrepoint plus que jamais nécessaire, comme en témoigne Laurence Eymard dans la conclusion de ce recueil. La journée scientifique « Climats, territoires, environnements »²⁰ avait en effet pour objectif de mettre en lumière les apports de la géographie (de par sa nature plurielle de science environnementale, spatiale, sociale et systémique) dans l'étude des relations complexes qu'entretiennent le climat et ses changements d'une part, et les connaissances traditionnelles ainsi que la perception des changements climatiques par les groupes humains organisés d'autre part. Elle visait aussi à montrer comment les géographes se saisissent aujourd'hui de ces questions, en privilégiant une approche scientifique plutôt que polémique, et en collaborant le cas échéant avec d'autres disciplines. Afin de donner au lecteur un aperçu de la richesse et de la diversité des échanges, les résumés des communications n'ayant fait l'objet que d'une présentation orale ont été rassemblés en appendice.

Les courants marins, les effets de relief (abri, altitude, exposition, rugosité...), la continentalité et l'océanité, la nature du substrat (eau, glace, forêt, sable...) sont certes des facteurs de différenciation spatiale du climat global aux échelles régionales et locales traditionnellement reconnus et étudiés en géographie physique. Mais il ne faut pas oublier que les humains, par leur nombre croissant et leurs habitudes de consommation, sont aussi devenus, dans un monde fini, des agents capables de peser sur les systèmes de forces naturelles qui pilotent la dynamique de la basse atmosphère. C'est le cas en particulier à l'interface de la troposphère et des substrats océaniques ou continentaux – les dômes de chaleur des agglomérations (à l'origine de climats urbains spécifiques et agressifs), l'évolution de la couche d'ozone à l'échelle régionale et l'effet de serre additionnel d'origine anthropique à l'échelle globale sont là pour nous le rappeler. C'est dans cet esprit que la journée scientifique et ce recueil ont été conçus. Avec plus de sept milliards et demi d'individus en 2019²¹, grands

²⁰ Organisée sous le double auspice de l'opération « Demain le climat » de la COMUE Sorbonne Université et de l'Association des géographes français.

²¹ *World Population Prospect 2019. Vingt-sixième rapport de l'ONU sur l'estimation et l'évolution de la population mondiale*, ONU, département des Affaires économiques et sociales, division de la Population, juin 2019, en ligne : <https://population.un.org/wpp/>. Pour un compte rendu de ce rapport, voir l'article de Martine Valo, « En 2050, nous serons 9,7 milliards d'humains », *Le Monde*, le 18 juin 2019, en ligne : https://www.lemonde.fr/planete/article/2019/06/18/en-2050-nous-serons-9-7-milliards-d-humains_5477947_3244.html.

consommateurs d'énergies fossiles, qui doute encore que dans un futur proche l'évolution des climats ne dépende aussi du facteur humain ?

Laissons le dernier mot à Valérie Masson-Delmotte, qui écrivait en 2011 :

Depuis une quinzaine d'années, de multiples travaux scientifiques montrent que le réchauffement des dernières décennies est principalement dû au surplus de gaz à effet de serre d'origine humaine, et il n'existe aucune autre explication quantitative au réchauffement observé. Tous les calculs conduits à l'aide de modèles théoriques de climat montrent que la poursuite des rejets de gaz à effet de serre se traduira par une poursuite de la dérive du climat, avec des impacts potentiellement importants pour les écosystèmes et les activités humaines²².

22 Valérie Masson-Delmotte, *Climat. Le vrai et le faux*, Paris, Le Pommier, 2011, p. 11.

TABLE DES MATIÈRES

Milieux extrêmes et critiques face au changement climatique. Climats, Territoires, Environnement Marianne Cohen & Christian Giusti	9
Encadré. Climat : étymologie, signification locale et questions autour d'un mot.....	14

PREMIÈRE PARTIE

MILIEUX CRITIQUES ET CHANGEMENT CLIMATIQUE

Hydrologie et production agricole dans le nord-ouest de l'Amazonie Josyane Ronchail, Tatiana Schor, Jhan Carlo Espinoza, Manon Sabot, Heitor Pinheiro, Percy Gomez, Guillaume Drapeau, Véronique Michot, Naziano Filizola, Jean-Loup Guyot, Benjamin Sultan, Jean-Michel Martinez.....	27
Changement climatique et viticulture Hervé Quénot	57
Perception des aléas côtiers. Le cas de la société insulaire oléronaise (France) David Chionne.....	79
Utilité d'un diagnostic systémique pour appréhender l'adaptabilité d'un système territorial : application à la Camargue sous la menace de la montée des eaux Sophie Liziard & Christine Voiron-Canicio	105

DEUXIÈME PARTIE

MILIEUX EXTRÊMES ET CHANGEMENT CLIMATIQUE

Changements climatiques et agriculture : impacts et adaptation en Afrique de l'Ouest Benjamin Sultan, Richard Lalou, Laurent Kergoat, Bénédicte Gastineau & Théo Vischel ...	139
Impacts de la variabilité climatique sur la démographie des rennes en Laponie suédoise : de l'intérêt du calendrier pastoral Romain Courault, Marianne Cohen, Sonia Saïd & Josyane Ronchail	155

Modélisation de l'impact du changement climatique sur trois aires de distribution végétales dans le Mercantour Matthieu Vignal & Julien Andrieu.....	195
---	-----

TROISIÈME PARTIE LONGUE DURÉE QUATERNAIRE

Occupations humaines et dynamiques environnementales du Paléolithique à l'âge du bronze, secteur d'Adam, sultanat d'Oman. Conséquences régionales de la variation du signal hydroclimatique sur le long terme Tara Beuzen-Waller, Guillaume Gernez, Jessica Giraud, Stéphane Desruelles, Anaïs Marrast, Stéphanie Bonilauri, Marion Lemée, Amir Beshkani, Julien Guery, Raphaël Hautefort & Éric Fouache	225
Conclusion Laurence Eymard	271

APPENDICE

Changement climatique et ressource en eau en Himalaya. Enquêtes auprès de villageois dans quatre unités géographiques du bassin de la Koshi, Népal Olivia Aubriot, Joëlle Smadja, Ornella Puschiasis, Thierry Duplan, Juliette Grimaldi, Mickaël Hugonnet & Pauline Buchheit	273
Rôle du climat et de l'agriculture dans l'étiologie de la maladie de Kawasaki Joseph Boyard-Micheau, Xavier Rodó, Roger Curcoll, Joan Ballester & Josep Anton Morgui	274
Changement climatique et occupation humaine en Arabie du Sud au cours du Quaternaire récent Anne-Marie Lézine.....	275
Reconstitution des interactions entre l'évolution climatique et l'anthropisation de la vallée d'Ambato (nord-ouest de l'Argentine) depuis 2000 ans Bernarda Marconetto	276
L'impact des crises hydroclimatiques passées sur la gestion de l'eau en zones urbaines : le cas de Marseille aux XVIII ^e et XIX ^e siècles Nicolas Maughan.....	277
L'observatoire lyonnais du climat : premiers retours sur une approche pluridisciplinaire d'adaptation au changement climatique Dominique Soto, Florent Renard, Emmanuel Thimonier-Rouzet, Frédéric Kuznik, Luce Ponsar, Corinne Hooze, Lionel Souhac, Christina Aschan-Leygonie, Alain Brisson, Ph. Mary & D. Saulnier	278