

Le changement climatique sur les montagnes du Jura : écosystèmes et sociétés face à un avenir incertain

Michel Magny¹ et Hervé Richard¹.

Directeurs de recherche CNRS émérites,

¹Laboratoire Chrono-environnement, CNRS/Université Marie et Louis Pasteur

16 route de Gray F-25030 Besançon cedex

De nombreuses recherches montrent que les écosystèmes qui caractérisent aujourd'hui le Jura et les sociétés qui y vivent ont une très longue histoire. Celle des écosystèmes s'inscrit en premier lieu dans celle de la planète et des inflexions que subit sa révolution autour du Soleil du fait de l'influence d'autres planètes du système solaire. Ce forçage orbital du climat est à l'origine d'une succession de cycles glaciaires/interglaciaires qui, depuis près de 1 million d'années, suivent une périodicité d'environ 100 000 ans. Dans ce contexte global, les paysages jurassiens, de façon cyclique, se transforment profondément alternant entre extension d'une calotte glaciaire et reconquête forestière, avec tous les changements de faune et de flore qu'impliquent ces cycles climatiques.

De nombreux travaux donnent aussi à percevoir la longue histoire qui, dans le Jura comme ailleurs, a été celle des sociétés. Les données archéologiques collectées suggèrent que le massif est parcouru dès le Paléolithique moyen, il y a au moins 100 000 ans, par des groupes néandertaliens, avant l'arrivée des premiers groupes d'*Homo Sapiens* il y a environ 40 000 ans. Il suffit de regarder l'outillage de ces premiers groupes humains dans le Jura pour deviner que leur histoire n'est pas seulement celle d'une longue évolution darwinienne, mais aussi celle d'une patiente évolution culturelle qui a permis d'accumuler peu à peu savoir-faire techniques et sociaux, et de conforter une très lente expansion démographique.

Des trajectoires écologiques et sociales étroitement liées

Les données archéologiques ne permettent pas d'avancer une quelconque évaluation pour l'espace jurassien, mais à une échelle plus large, on estime qu'à l'apogée du Paléolithique supérieur, la population européenne pouvait être de 200 000 habitants, avec peut-être un maximum de 50 000 individus sur le territoire de la France métropolitaine il y a environ 15 000 ans, soit moins de 0,1 habitant/km² contre 121 aujourd'hui.

La donne change de façon significative avec le Néolithique. Le mode de subsistance passe d'une économie de collecte qui était celle des chasseurs-cueilleurs paléolithiques à une économie de production avec le développement de l'agriculture et de l'élevage. L'impact sur la flore (déforestation et agriculture) et la faune (domestication) s'intensifie. S'agissant de la démographie, les sociétés néolithiques ont pu passer à des taux d'accroissement de l'ordre de 1 à 2‰ par an, menant à un doublement de la population tous les 350 ans environ. Les diagrammes palynologiques montrent les débuts de timides ouvertures des forêts sur le Jura dès 5400/5300 ans avant notre ère, avec une première intensification à la fin de l'âge du Bronze vers 1000 ans avant notre ère, le tout à travers une succession de phases d'emprises et de déprises agricoles.

L'intensification des défrichements au cœur du Moyen Âge marque une nouvelle étape dans cette mainmise des sociétés sur les écosystèmes qui gagne les zones d'altitude des montagnes du Jura. Cette phase s'inscrit dans l'expansion économique et démographique que connaît alors l'Europe occidentale. Toutefois, certaines périodes de crise, parfois très importantes, ralentissent temporairement cette expansion. Celle du XIV^{ème} siècle par exemple a pour origine l'interaction d'une crise sociale, politique et agraire. La

peste, qui se propage à partir de 1347 en Europe occidentale, fera disparaître près d'un tiers de la population européenne, pour les estimations les plus optimistes, au cours de l'épidémie de peste noire de 1348-1350.

Ensuite, l'essor des premières activités proto-industrielles (salines, forges, tuileries, chaux, poix...) accélère le recul des espaces boisés. Il faudra les ordonnances de Colbert en 1669 pour mettre un coup de frein à ce recul drastique du couvert forestier et le protéger contre un possible anéantissement. L'exploitation des tourbières deviendra localement la solution de rechange jusqu'au XX^{ème} siècle.

La pression anthropique sur le climat et la biosphère passe à un autre ordre de grandeur au cours de l'Anthropocène (Crutzen et Stoermer, 2000 ; Magny, 2021) avec la mise en place d'une économie productiviste. Si pendant la première moitié du XX^{ème} siècle la population mondiale passe de 1,8 à 2,5 milliards d'individus (x 1,4) et le PIB mondial de 2 à 5,3 trillions de dollars (x 2,6), au cours des 69 années qui suivent (de 1950 à 2019) la population atteint près de 8 milliards (x 3,2) et le PIB 87 trillions de dollars (x 16,4). On comprend que les naturalistes spécialistes de l'Anthropocène aient appelé « Grande Accélération » cette période postérieure à 1950. Une autre façon de saisir cette accélération est d'observer l'historique des émissions de CO₂ établi par le GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) dans son dernier rapport. Ainsi, la période 1850-1989 correspond à 58% du total des émissions globales de CO₂, soit 2400 milliards de tonnes en 139 ans, tandis que la période 1990-2019 représente à elle seule 42% de ce total, soit près de 1000 milliards de tonnes en 29 ans.

L'Anthropocène, et plus particulièrement la Grande Accélération, correspondent ainsi à un basculement sans précédent dans l'histoire des mutations des paysages agricoles jurassiens. La mise en place de la spécialisation laitière et fromagère de la région en réponse à une stratégie volontariste organisée par l'État à partir des années 1960 s'accompagne d'une recherche de la production qui nécessite une profonde reconfiguration des paysages, sollicite davantage le cheptel et élimine toute une faune et une flore (haies, prés-bois) étrangères aux objectifs visés.

On le voit, l'histoire des écosystèmes et celle des sociétés des montagnes du Jura se calquent de près sur celles que l'on peut retracer à l'échelle globale, avec de grandes articulations qui tiennent aux progrès techniques et démographiques de l'espèce *Homo sapiens* (Paléolithique supérieur, Néolithique, âges du Bronze et du Fer), ou renvoient aux grandes étapes marquant l'évolution des sociétés européennes comme l'emprise romaine, l'expansion économique et démographique de la fin du Moyen Âge et de l'Époque moderne, ou encore la mise en place d'une civilisation industrielle et productiviste.

Mais cette histoire illustre aussi comment, peu à peu, la trajectoire du climat et des écosystèmes s'articule de plus en plus étroitement sur celle des sociétés, jusqu'au moment où elle n'obéit plus exclusivement à des facteurs naturels mais se trouve soumise à l'impact déterminant des facteurs anthropiques : l'Anthropocène est ce moment sans précédent dans l'histoire de notre planète, et des montagnes du Jura, où le temps du climat et de la biosphère est devenu celui des sociétés humaines.

Cette articulation - dans la très longue durée - du temps du climat et de la biosphère et de celui des sociétés, ajoutée au poids démographique désormais atteint par les quelque 8 milliards d'humains, nous amène à nous interroger sur notre responsabilité (et à nous penser) en tant qu'*espèce* au sein de la biosphère, sans que nous puissions nous satisfaire de la seule dénonciation d'un système économique à travers par exemple la notion de Capitalocène.

Des écosystèmes déstabilisés

Dans les montagnes du Jura, en même temps que s'accroît le réchauffement climatique en Anthropocène, on observe des écosystèmes jurassiens profondément déstabilisés. S'agissant des milieux aquatiques, le dysfonctionnement thermique et biologique des écosystèmes lacustres provoque un ensemble de processus susceptibles de transformer les lacs en source de méthane. De même, le débit estival des

rivières s'affaiblit comme l'illustre dans la haute-chaîne la fréquence accrue des phases d'assèchement complet du lit du Doubs en amont de Pontarlier (**Figure 1**) et plus encore en amont de Villers-le-Lac ou du lac de Chaillexon (lac des Brenets pour nos voisins suisses) lui-même. À ces menaces climatiques s'ajoutent celles des pollutions (rejets agricoles et industriels, eaux usées domestiques pas ou mal gérées) qui compromettent également le maintien de la biodiversité dans les rivières jurassiennes. Les forêts jouent un rôle décisif de puits de carbone qui atténue le changement climatique, mais là encore les canicules estivales mettent à mal ce fonctionnement tout en menaçant le maintien des forêts en raison des sécheresses, des incendies, des parasites qui prolifèrent d'autant plus facilement que les arbres sont affaiblis (**Figure 2**). Les peuplements d'oiseaux offrent un exemple des profondes transformations qui affectent la faune en raison du changement climatique, à travers la contraction des aires de nidification pour les espèces inféodées au climat des zones les plus élevées, mais aussi à travers l'arrivée de nouvelles espèces, ou encore la raréfaction d'autres qui parviennent désormais à hiverner plus au nord du Jura.

De la même façon, le réchauffement affecte la sphère économique. Le cas le plus emblématique dans le Jura est sans doute celui du tourisme « blanc », directement menacé par la réduction de la couverture neigeuse hivernale (**Figure 3**) qui compromet l'amortissement de nouveaux équipements pour le ski et oblige à envisager le développement d'autres formes d'activités au profit d'un tourisme « vert ». Mais la hausse des températures pose de nombreux problèmes à la filière bois (dépérissement forestier) ainsi qu'à celle du lait et du fromage. Les sécheresses estivales remettent désormais en question la disponibilité de pâturages suffisants pendant toute la belle saison. Les viticulteurs sont eux aussi affectés par des conditions climatiques nouvelles qui conduisent à envisager le développement d'autres cépages, la modification des aires d'appellations et à modifier le travail dans les vignes et à la cave. Enfin, les canicules interrogent de façon de plus en plus pressante l'habitabilité des villes qui devront anticiper de profonds aménagements pour lutter contre les îlots de chaleur, notamment en favorisant les espaces végétalisés et en rénovant l'isolation thermique des bâtiments aussi bien dans un souci d'adaptation au changement climatique que d'atténuation des émissions de GES (gaz à effet de serre).

L'imbrication des échelles

Le changement climatique et ses conséquences mettent en évidence l'imbrication des échelles locale et globale. La menace climatique et plus largement la crise écologique qui lui est associée constituent une crise globale : quel que soit le niveau de responsabilité vis à vis des émissions de GES, la menace pèse sur toute la communauté humaine et plus généralement encore sur toute la communauté biotique, c'est à dire sur l'ensemble de la biosphère. Il n'y a pas de climat jurassien, local, à sauvegarder sans prendre en compte la totalité d'un problème qui est planétaire. La question climatique met en lumière des interdépendances et des solidarités de fait que masquaient jusqu'alors la compétition économique ou la vieille séparation cartésienne entre nature et culture. Les menaces que le réchauffement climatique fait peser sur les générations futures nous questionnent également sur notre solidarité intergénérationnelle. Nous devons aussi évaluer la pertinence de notre action non seulement à l'échelle régionale qui est celle de notre environnement quotidien, habituel, mais également à celle globale où se pose la question du climat, dans une communauté de destin entre tous les humains comme entre l'ensemble du monde vivant.

En écho aux rapports successifs du GIEC, les observations soulignent aussi comment le climat apparaît souvent comme le révélateur de nombreux autres dysfonctionnements qui affectent et affaiblissent les écosystèmes et les sociétés. L'élévation des températures ne fait par exemple qu'accentuer les dommages subis par des écosystèmes aquatiques déjà perturbés par l'eutrophisation et la pollution. Dans les forêts, avec son cortège de sécheresses, elle s'ajoute aux attaques de pathogènes souvent associés à des espèces invasives dispersées par le commerce international. Quelles que soient leurs origines, locale ou étrangère,

les parasites ne font que tirer parti du mauvais état sanitaire d'arbres déjà affaiblis par les canicules et le manque d'eau.

En définitive, à travers tous ces processus, les problèmes posés par le changement climatique nous interrogent sur les capacités limitées des écosystèmes à résister non pas tant à la seule hausse des températures, mais bien davantage à un ensemble de pressions anthropiques qui se traduisent par un cumul de surexploitation, de recul des espaces naturels, ou d'aggravation des pollutions. Le changement climatique apparaît ainsi comme le révélateur de *seuils critiques* au-delà desquels le bon fonctionnement des écosystèmes est déstabilisé.

Enfin, le changement climatique nous interroge sur les temporalités. Sans que soit exclue l'irruption possible d'événements exceptionnels, la trajectoire des écosystèmes terrestres et l'évolution darwinienne du vivant s'inscrivent dans le temps long. L'Anthropocène est ce moment sans précédent où le temps de plus en plus accéléré des sociétés humaines, notamment depuis la révolution industrielle, s'est imposé au temps long du climat et de la biosphère.

Le dernier rapport du GIEC préconise d'arriver à la neutralité carbone d'ici 2070 si l'on veut contenir le réchauffement climatique à 2°C et éviter les risques d'un emballement incontrôlable de ce changement du climat. Cela signifie que le pic mondial des émissions de GES serait atteint au plus tard en 2025, avec des réductions continues dans les trois décennies suivantes, soit une baisse de 63% en 2050 par rapport à 2019, une neutralité carbone effective en 2070, et des émissions négatives ensuite (c'est à dire des émissions inférieures à la capacité des puits de carbone naturels). Limiter le réchauffement à 1,5°C (ce que recommandaient les accords de Paris signés en 2015) impose d'atteindre la neutralité carbone en 2050. On le voit, l'Anthropocène est devenu le temps de l'urgence.

Des leviers pour agir

Face au changement climatique il faut comprendre, et donc s'appropriier à partir de son propre cadre de vie, les enjeux majeurs de ce bouleversement avec ses multiples dimensions, qu'elles soient écologiques ou sociétales. Il s'agit en effet d'une question complexe où, on l'a vu plus haut, s'emboîtent plusieurs échelles de temps et d'espace, et où de nombreux facteurs, écologiques et anthropiques, entrent en interaction. Il s'agit aussi d'une question difficile dans la mesure où elle fait appel à des savoirs scientifiques relevant de la météorologie et du climat, mais également de la biologie, de l'hydrologie, de l'agronomie ou encore de la chimie. Il est clair que la mise en œuvre de mesures pertinentes d'*adaptation* et d'*atténuation* face au réchauffement climatique repose sur la progression de nos connaissances scientifiques pour une meilleure compréhension des processus en cause : nous avons besoin de plus de science pour faire face à la crise climatique et écologique. Un tel constat rend d'autant plus alarmantes les mesures récentes prises par certains gouvernants pour affaiblir voire stopper totalement ce type de recherches.

Sur le terrain, ONG et associations assurent en permanence un énorme travail de formation, de sensibilisation, d'alerte et de résistance sur de multiples fronts aussi bien au niveau local que national ou international. Au cœur même de nos démocraties il faut malheureusement souligner les questions que posent notamment la lenteur des processus institutionnels, les conflits d'intérêt entre la recherche du bien commun et les objectifs de profit des entreprises privées et des lobbies, les antagonismes entre des systèmes de valeurs qui donnent la priorité aux contraintes économiques ou au contraire prônent le respect du vivant, et enfin le manque de culture scientifique. Ce dernier point est probablement crucial. Pour y remédier, certains ont proposé que les parlements nationaux soient flanqués d'une « chambre du futur » composée de personnalités qualifiées en matière d'écologie et de citoyens tirés au sort, son rôle étant d'assister les politiques pour veiller localement au respect des limites planétaires. Il peut apparaître en effet particulièrement critique que face à l'urgence climatique et écologique les représentants élus, et plus

généralement les responsables politiques et économiques, soient trop souvent ignorants des grands enjeux posés par l'Anthropocène. Au-delà de ces difficultés, il faut travailler à ce que le politique construise la voie des changements structurels et systémiques que commande l'urgence climatique et écologique, dans une approche holistique, et non plus « en silo », de ces grands enjeux.

Selon l'économiste américaine Elinor Ostrom (lauréate du prix Nobel de sciences économiques), trois composantes fondent un *commun*, à savoir : un territoire, un collectif et des règles d'usage précises assorties de sanctions en cas de manquement. Bien ancrée dans un territoire et un collectif, cette voie des communs constitue une sorte de troisième voie en dehors du surplomb d'un État autoritaire ou de la jungle du marché et des intérêts privés.

En définitive, à travers une nouvelle éthique et une nouvelle hiérarchie de valeurs, il s'agit bien d'engager une véritable révolution culturelle qui invite à un décentrement du regard pour passer de l'anthropocentrisme au respect de tout le vivant. Dans les montagnes du Jura comme ailleurs, les priorités ne seraient plus alors celles, court-termistes, imposées par la seule économie de marché, mais privilégieraient au contraire la *durabilité* des écosystèmes et le *bien-être* des sociétés.

Bibliographie

CRUTZEN P.J. et STOERMER E.F., 2000. The « Anthropocene ». *IGBP Newsletter* 41, pp 17-18.

MAGNY M., 2021. *L'Anthropocène. Que Sais-Je*, PUF, Paris, 128p.

MAGNY M. et RICHARD H. (eds), 2023. *Histoire du climat dans les montagnes du Jura. Écosystèmes et sociétés face à un avenir incertain*. Éditions de la Belle Etoile, 304 p.

Figures 1, 2 et 3 et légendes

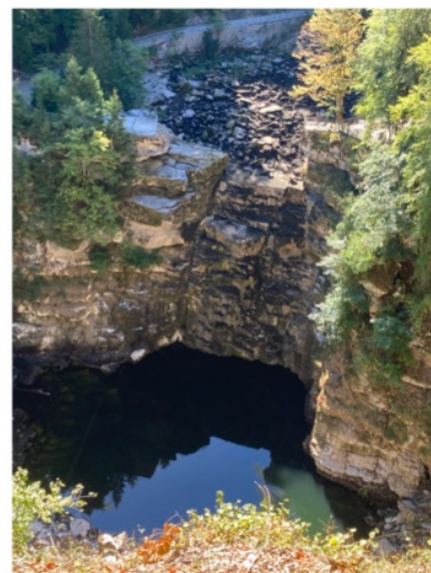


Figure 1 : Un cours d'eau à l'étiage : le Doubs en aval d'Arçon en 2018 et au niveau du Saut du Doubs (2022) (© : V. Fister).



Figure 2 : Peuplement dépérissant d'épicéas. Les Gras (Doubs), 3 août 2018 (© : F. Gillet). Bostryche typographe (*Ips typographus*), sous-famille des Scolytes. C'est un bel exemple de parasite de faiblesse, actuellement le plus problématique dans le Jura.



Figure 3 : La station de Métabief en février 2023. Seules les zones bordées par des canons à neige restent enneigées (© M. Magny)