

La conférence présentée par Mme Stéphanie Piffeteau, le lundi 25.01.2016, de 19h00 à 20h00, au Muséum d'histoire naturelle a permis la projection du film documentaire *Le glacier est allé chercher des pierres...* qui a été sélectionné au Festival International de Géographie (FIG) en 2015. Il s'en est suivi une présentation relative à l'évolution du système climatique, au retrait principal des glaciers ainsi qu'aux enjeux majeurs liés au changement climatique dans les régions de montagne.

Depuis la révolution industrielle, la température ne cesse d'augmenter dans l'atmosphère, avec une accélération qui s'est accrue au cours des trente dernières années en Suisse. L'Office fédéral de météorologie et de climatologie (Météo Suisse) a relevé une augmentation de la température moyenne en Suisse d'environ 1.7°C depuis le début des mesures météorologiques, avec une hausse des températures annuelles moyennes systématiquement supérieure à la moyenne des températures pour la période de référence de 1961 à 1990, depuis le milieu des années 1980¹. De manière plus globale, l'augmentation totale entre la moyenne des températures pour la période allant de 1850 à 1900, et celle de 2003 à 2012 est de 0.78°C². Le Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC) dans son dernier rapport, affirme cette dernière hausse des températures, en précisant qu'elle est principalement due à une émission anthropique de gaz à effets de serre, tels que le dioxyde de carbone (CO₂) qui est rejetée dans l'atmosphère³. L'année 2015 a été particulièrement marquée par la hausse des températures sur l'ensemble du globe (à l'exception faite notamment pour une partie Nord-Atlantique) telle que représentée par la cartographie d'analyse de température de surface de l'institut GISS de la NASA. Ce dernier révèle une hausse de 1.57°F (soit 0.87°C) par rapport à la moyenne des températures comprises entre 1951 et 1980⁴. Par ailleurs, des événements climatiques ont été observés au cours de l'année 2015, notamment en Suisse. La crue historique de l'Arve, la formation de crevasses concentriques et l'effondrement de la cavité au glacier de Ferpècle, la menace d'éboulement

¹ Perroud, M et Bader, S., 2013. *Changements climatiques en Suisse – Indicateurs des causes, des effets et des mesures*. Etat de l'environnement n°1308. Office fédéral de l'environnement, Berne, et Office fédéral de météorologie et de climatologie, Zurich, 86 pp.

² IPCC, 2013. *Summary for Policymakers*. In: *Climate Change 2013 : The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y.Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA

³ Idem

⁴ Schmidt, G.A. & Karl, T.R., 2016. *Annual Global Analysis for 2015: 2015 was by far the warmest year in the record*. NOAA/NASA, 11 pp

du rocher du Mel de la Niva ainsi que le manque de neige en sont des exemples^{5,6,7}. D'ici la fin du 21^{ème} siècle, le GIEC prévoit que la température moyenne à la surface du globe est susceptible de dépasser 1.5°C par rapport à 1850-1900, à l'exception d'un scénario climatique dont la moyenne est estimée à 1°C avec une prise en compte d'une réduction stricte des gaz à effet de serre⁸.

Les régions de montagne sont souvent considérées comme des « points chauds » du changement climatique, et les glaciers sont des bons indicateurs de cette évolution. Dans un rapport portant sur le patrimoine glaciaire des trois chablais, il est rappelé l'évolution climatique au cours des siècles, traversée par des périodes de glaciation et de déglaciation. Les premiers glaciers alpins sont apparus il y a quatre millions d'années, et depuis le début du Quaternaire, près de trente glaciations se sont succédées dans les Alpes. Au cours de la dernière glaciation dite Würm, et à leur apogée, les glaciers alpins ont débordé de leur bloc montagneux et se sont étalés jusqu'à Lyon, Grenoble ou Sisteron⁹. Mais, depuis la fin du petit âge glaciaire qui s'est déroulé entre le 14^{ème} siècle et le milieu des années 1800, les glaciers sont en phase de retrait généralisée. Le graphe figurant dans le rapport du GIEC en date de 2001, sur la longueur de vingt glaciers enregistrés dans différentes parties du monde depuis le 16^{ème} siècle (pour certains) jusqu'en 2000, témoigne du recul généralisé des glaciers depuis le milieu du 19^{ème} siècle¹⁰. Dans le cas du glacier d'Aletsch, des rapports scientifiques publiés dans la revue *Les Alpes* (10/1999, 8/2010) ont révélé la tendance décroissante de sa longueur : 26.5 km en 1850, 23.95 km en 1973, 23.27 km en 2000 et 22.27 km en 2008/09^{11,12}. D'ici la

⁵ République et canton de Genève, 2015. *Crue historique de l'Arve: levée des dernières restrictions – 2705.2015*. Publié sur le site internet : <http://ge.ch/eau/actualites/crue-historique-de-larve-leeve-des-dernieres-restrictions>

⁶ Lambiel, S., 2015. *Comment le réchauffement climatique transforme les Alpes*. Le Temps. Publié sur le site internet : <http://www.letemps.ch/suisse/2015/11/19/rechauffement-climatique-transforme-alpes>

⁷ RTS, 2015. *Sur vingt stations de ski, dix offrent des rabais pour manque de neige*. Publié sur le site internet : <http://www.rts.ch/info/suisse/7366017-sur-vingt-stations-de-ski-dix-offrent-des-rabais-pour-manque-de-neige.html>

⁸ IPCC, 2013. *Summary for Policymakers. In: Climate Change 2013 : The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y.Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA

⁹ Perret, A. *Exposition itinérante 2012-2014: patrimoine glaciaire des 3 chablais*. Projet 123 Chablais. 52 pp

¹⁰ IPCC, 2001. *Climate Change 2001: The Scientific Basis*. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Houghton, J.T., Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P.J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell, and C.A. Johnson (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 881pp.

¹¹ Hoelzle, M., Vonder Mühl, D. & Maisch, M., 1999. *Les glaciers des Alpes Suisses en 1997/98*. Les Alpes 10/1999. Science et montagne. p.28-40

¹² Paul, F., Kammer, K., Bauder, A., Delaloye, R., Marty, Ch., Nötzli, J., 2010. *Rapport sur la cryosphère dans les Alpes suisses. Neige, glaciers et pergélisol en 2008/09*. Les Alpes 8/2010. Science et montagne. p.42-48

fin du 21^{ème} siècle, un scénario envisagé par Jouvét *et al.* est la perte totale à 90% du volume de glace du glacier d'Aletsch¹³.

Face au retrait avéré du glacier d'Aletsch, Mr Herbert Volken évoque dans le documentaire son inquiétude sur la ressource en eau, la sécurité, l'élevage et le tourisme¹⁴. Les montagnes sont considérées comme des châteaux d'eau et jusqu'à 2 milliards de la population mondiale dépendent d'elles¹⁵. Plus de la moitié de l'eau potable mondiale provient des rivières et des réservoirs associés à ces rivières¹⁶. Les régions de montagne contribuent à hauteur de 40 à 95% au ruissellement de ces rivières¹⁷. Il convient de préciser que la neige reste une source d'eau beaucoup plus importante que les glaciers, d'un point de vue supra-régionale. En Suisse, la fonte des neiges contribue à 40% du ruissellement total, alors que la fonte des glaces à 2%¹⁸. Toutefois, si toute la masse d'eau du glacier d'Aletsch venait à fondre, l'organisation telle que Pro Natura affiche que l'eau obtenue pourrait suffire à fournir chaque jour un litre d'eau à tous les habitants de la planète pendant six ans¹⁹. Concernant l'aspect sécuritaire, le GIEC prévoit une augmentation en nombre et fréquence des événements extrêmes, tels que la sécheresse, qui ont des impacts sur la population humaine²⁰. Par exemple, la sécheresse a conduit à l'abandon de deux villages dans une région montagneuse himalayenne, de l'Upper Mustang au Népal²¹. Au niveau agricole, les effets du changement climatique diffèrent d'une région à une autre. A l'avenir, certaines régions qui sont actuellement trop froides ou trop humides pour favoriser l'agriculture pourraient alors tirer profit d'un réchauffement progressif et des périodes de végétation plus longues. A l'inverse, le changement climatique a des effets négatifs pour des régions aujourd'hui considérées comme les plus chaudes et les plus sèches. En Suisse, un tiers des importations proviennent de ces régions fortement touchées, comme le sud de l'Europe ou l'Amérique du Sud²². Sur son

¹³ Jouvét, G., Picasso, M., Rappaz, J., Huss, M., Funk, M., 2011. *Modelling and Numerical Simulation of the Dynamics of Glaciers Including Local Damage Effects*. Vol. 6, No. 5, 263-280

¹⁴ Anton, M.A., Piffeteau, S., Valentini, A., 2015. *Le glacier est allé chercher des pierres...* Université de Genève. Paru sur le site internet : <https://mediaserver.unige.ch/play/89890>

¹⁵ Kohler, T., Wehrli, A. & Jurek, M., eds. 2014. *Mountains and climate change : A global concern*. Sustainable Mountain Development Series. Bern, Switzerland, Centre for Development and Environment (CDE), Swiss Agency for Development and Coopération (SDC) and Geographica Bernensia. 136 pp.

¹⁶ Idem

¹⁷ Idem

¹⁸ Idem

¹⁹ Pro Natura. Le Grand Glacier d'Aletsch. Zentrum Aletsch. 4 pp.

²⁰ IPCC, 2012. *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation*. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, 582 pp.

²¹ CEPAD Consultants, 2011. *District Climate and Energy Plan*. Final report. 132 pp.

²² Easterling W.E., Aggarwal P.K., Batima P., Brander K.M., Erda L., Howden S.M., Kirilenko A., Morton J., Soussana J.F., Schmidhuber J. & Tubiello F.N., 2007. *Food, fibre and forest products*. Dans: Changement

propre territoire, certaines régions suisses pourraient s'attendre à une augmentation du rendement potentiel des grandes cultures et culture fourragère, si la hausse des températures n'excède pas 2°C et si la disponibilité en éléments fertilisants et en eau est suffisante²³. D'un point de vue touristique, à ce jour, une recherche menée par Abegg *et al.* (2007) a démontré que sur six cent soixante-six domaines skiables alpins situés en Allemagne, France, Italie, Autriche et Suisse, 91% bénéficient d'un enneigement naturel sûr (hors enneigement artificiel). Si la température venait alors à augmenter d'1°C, ce chiffre tomberait à 75%. Puis, pour une hausse de 2°C, il serait à 61% et de 4°C à 30%²⁴. Toutefois, des disparités importantes sont observées tant au niveau national que régional. Globalement, les régions des Préalpes seront impactées plus tôt et plus fortement par la hausse des températures que les régions d'altitude²⁵. Un ensemble de répercussions du changement climatique, notamment sur la gestion des eaux, l'agriculture et le tourisme sont rappelées par l'Office Fédéral de l'Environnement (OFEV)²⁶.

Des réponses au changement climatique existent, pouvant prendre en compte la révision des cartes de dangers, le déploiement de stratégies d'adaptation pour le ski, la mise en place de glaciers artificiels et l'utilisation de la prière comme pour les habitants de Fiesch et Fieschertal, en valais suisse. Au 18^{ème} siècle, le glacier d'Aletsch avait tendance à créer des catastrophes en faisant déborder le lac Märjelensee qui venaient inonder les communes. Les catholiques ont alors décidé de trouver une solution avec la bénédiction du pape à Rome. Ils réalisent une procession tous les 31 juillet depuis le village jusqu'à la chapelle située dans la forêt d'Ernen et prient pour que le glacier recule. A ce jour, le glacier ayant tellement reculé, Mr Herbert Volken a demandé l'autorisation de changer le but de ce vœu auprès du pape Benoit XVI. Cette demande a été acceptée en 2010²⁷.

climatique 2007 : Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution du Groupe de travail II au quatrième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) (Eds. Parry M.L., Canziani O.F., Palutikof J.P., van der Linden P.J. & Hanson C.E.), Cambridge University Press, Cambridge, UK, p. 273-313.

²³ Abegg, B., 2011. *Le tourisme face au changement climatique*. Un rapport de synthèse de la CIPRA. COMPACT n°08/2011. 32 pp.

²⁴ Abegg, B. *et al.*, 2007. *Effets du changement climatique et adaptation dans le tourisme d'hiver*. In : Agrawala, S. (éd.) : Changements climatiques dans les Alpes européennes, OCDE, Paris, p. 25-60.

²⁵ Abegg, B., 2011. *Le tourisme face au changement climatique*. Un rapport de synthèse de la CIPRA. COMPACT n°08/2011. 32 pp.

²⁶ OFEV, 2015. *Répercussions des changements climatiques sur la société et l'économie*. Publié sur le site internet : <http://www.bafu.admin.ch/klima/13877/14399/14404/index.html?lang=fr>

²⁷ Anton, M.A., Piffeteau, S., Valentini, A., 2015. *Le glacier est allé chercher des pierres...* Université de Genève. Paru sur le site internet : <https://mediaserver.unige.ch/play/89890>