

Pergélisol et tourbières : bombes climatiques à retardement ?

Alors que la COP 28 vient de conclure ses travaux et que le GIEC entame un nouveau cycle, les émissions de gaz à effet de serre demeurent au centre des débats sur les changements climatiques. Diverses zones riches en carbone organique, telles que le pergélisol ou les tourbières, sont affectées par les changements climatiques et contribuent à des émissions qui s'ajoutent à celles des combustibles fossiles. Afin de mieux appréhender les enjeux mondiaux liés à ces phénomènes, nous avons interviewé la Pr Sophie Opfergelt, géologue et maître de recherches FNRS à l'UCLouvain (Institut ELI), à propos de ses travaux sur le pergélisol en Alaska. Nous avons ensuite abordé le thème des tourbières tropicales avec le Pr Susanne Averti Ifo, enseignant-chercheur à l'Université Marien N'Gouab (Brazzaville, République du Congo). En fin de Lettre, l'agenda reprend des événements liés aux changements climatiques et aux activités du GIEC.

Nous vous souhaitons une agréable lecture de cette Lettre ainsi que la meilleure année 2024 possible !

Inès Gancedo Tarano, Anouchka Lilot, Bruna Gaino, Virginie Meeûs et Jean-Pascal van Ypersele

Sommaire

- > Introduction.....2
- > Entretien avec la Pr Sophie Opfergelt.....3
- > Tourbières tropicales.....10
- > Agenda.....12

> Introduction ^[1]

Dans les régions arctiques et boréales [2] se trouve un réservoir de carbone organique qui atteint presque le double de la quantité de carbone présente dans l'atmosphère, soit entre 1400 et 1600 Gt (milliards de tonnes) de carbone organique [3]). Celui-ci est piégé depuis des milliers d'années dans un terrain appelé pergélisol, ou « permafrost » en anglais. Pour mériter son nom, ce terrain (sol, incluant de la glace, des constituants minéraux et de la matière organique) doit être gelé en « permanence », c'est-à-dire qu'il doit rester à une température égale ou inférieure à 0°C pendant au moins deux années consécutives. Le pergélisol se situe principalement dans l'hémisphère nord, et y constitue environ 25 % de la surface des terres émergées [4].

A ces hautes latitudes, les températures moyennes annuelles augmentent entre 2 et 2,4 fois plus rapidement pour des niveaux de réchauffement planétaire compris entre 1,5°C et 4°C [5]. Le dégel du pergélisol qui en découle va exposer la matière organique à la décomposition microbienne entraînant des émissions de gaz à effet de serre (GES), notamment de méthane et de CO₂.

Afin de mieux comprendre ce phénomène et la menace que le dégel du pergélisol fait peser sur le système climatique, nous avons interrogé la Pre Sophie Opfergelt [6]. Sophie Opfergelt et son équipe [Fig. 1] reviennent d'une campagne de mesures en Alaska où elles ont pu étudier le pergélisol, l'impact des changements climatiques sur celui-ci et les émissions de méthane et de CO₂ qui résultent du dégel du pergélisol.

Un autre terrain riche en carbone subit des pressions anthropiques. Les tourbières dégradées, tout comme le pergélisol, contribuent aux changements climatiques en émettant des gaz à effet de serre. Il nous a donc semblé intéressant de recueillir les propos d'un scientifique travaillant sur les tourbières tropicales en République du Congo, le Pr Suspense Averti Ifo [Fig. 2], spécialiste en écologie tropicale et plus particulièrement dans la compréhension et le fonctionnement des tourbières tropicales. Ses propos, recueillis en marge de la COP28, ont été repris sous forme de texte et complétés avec des données et informations extraites du rapport du GTI du GIEC lors de son sixième cycle d'évaluation.

[1] Clés de lecture : Cette Lettre utilise la nomenclature des Rapports du sixième cycle d'évaluation du GIEC. Une partie des citations et références est extraite du Rapport spécial du GIEC sur l'océan, la cryosphère et les changements climatiques (RSOCC). Le Résumé à l'intention des Décideurs (Summary for Policymakers - SPM) du Rapport de synthèse (SYR) et la "version longue" (Longer Report - LR) du Rapport ont également été utilisés. Certaines informations et exemples proviennent des contributions des Groupes de travail I, II ou III (GTI, GTII et GTIII) au sixième rapport d'évaluation.

[2] La région arctique est la zone à l'intérieur du Cercle arctique, une ligne de latitude située à environ 66,5° au nord de l'équateur. education.nationalgeographic.org/resource/arctic/. La région boréale est située au nord de l'équateur.

[3] RSOCC, SPM § A.1.3. Vous trouverez plus d'informations sur les conséquences des changements climatiques pour l'océan, la cryosphère, les activités humaines qui en dépendent, ainsi que les systèmes naturels dans la Lettre n°15 de la PwG, qui offre notamment un aperçu du RSOCC.

[4] Glossaire du GTI, p. 2243.

[5] GTI, Cross-Chapter Box 12.1.

[6] Le 16 décembre 2023, la Pre Sophie Opfergelt a reçu le Prix Adolphe Wetrems - Sciences Naturelles décerné par la Classe des Sciences de l'Académie Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique pour ses recherches dans le domaine de la dynamique des sols et des changements climatiques. Elle a dédié cette reconnaissance aux anciens et nouveaux chercheurs qui font un bout de chemin avec elle car « leur énergie m'inspire et me pousse à aller plus loin ».



Fig. 1 - Sophie Opfergelt et son équipe, lors de leur dernière mission en Alaska. De gauche à droite : Cécile Osy, Maëlle Villani, Sophie Opfergelt et Maxime Thomas. Accompagne également dans cette mission de 2023 la doctorante Eléonore du Bois d'Aisiche.

Photo de Sophie Opfergelt.



Fig. 2 - Suspense Averti Ifo, spécialiste en tourbières tropicales en République du Congo.

Photo de Suspense Averti Ifo.

Précisions de vocabulaire

Permafrost vs pergélisol ?

Dans les médias, les termes permafrost et pergélisol sont souvent mélangés. Le terme anglais « permafrost » est couramment emprunté en français, mais « pergélisol », à savoir « sol gelé en permanence » est le terme français correct.

Dégel ou fonte du pergélisol ?

Le pergélisol est un matériau solide composé à la fois d'éléments minéraux (par exemple, des argiles), de matières organiques (restes de plantes, de racines et de feuilles) et de glace. Seule la glace, qui représente un tiers des constituants, fond et se transforme en eau, tandis que le reste dégele. Ainsi le pergélisol subit un dégel, il ne fond pas [7]. Souvent, en raison de leur localisation dans l'Arctique, on considère erronément la banquise, les glaciers et le pergélisol comme étant entièrement composés de glace. Lorsque l'on parle de la fonte de la banquise, c'est parce que l'ensemble du matériau peut fondre, transformant la glace en eau. Pour faire une analogie, on parle du dégel d'aliments provenant de nos congélateurs et non de leur fonte.

[7] En anglais, la nuance entre les termes "thawing" et "melting" est importante. On parle ainsi du "thawing of the permafrost" et du "melting of the ice".

Q1. Quel est l'impact des changements climatiques sur le pergélisol ? Quelles rétroactions pouvons-nous craindre entre le réchauffement et le dégel du pergélisol ?

Dès que sa température augmente, le pergélisol commence à dégeler. Les matières organiques qu'il contient commencent à se décomposer, émettant du CO₂ et du méthane. Ces GES s'ajoutent aux émissions globales des activités humaines, entraînant une nouvelle hausse des températures, ce qui fait dégeler le pergélisol plus profondément. On parle du phénomène « rétroaction du carbone du pergélisol » [8].

Il faut noter que c'est un mécanisme d'amplification, une « boucle de rétroaction positive » qui fonctionne dans les deux sens. En d'autres termes, si on arrive à ralentir la hausse des températures par une forte réduction des émissions de gaz à effet de serre provenant de l'activité humaine, cela réduirait le dégel du pergélisol et ferait baisser sa contribution aux émissions globales. Il faut cependant prendre en compte le fait que le processus de dégel est déjà enclenché. Même si le dégel ralentit, il y aura toujours des GES émis par le pergélisol tant qu'il ne sera pas gelé à nouveau. Donc si on parle de risque, il ne sera pas éliminé immédiatement si les autres émissions de gaz à effet de serre cessent brusquement car le dégel est déjà en cours.

[8] « Permafrost carbon feedback » en anglais.

"Le dépassement du niveau de réchauffement de 1,5°C accroît les risques d'impacts graves, tels qu'une augmentation des incendies de forêt, une mortalité massive des arbres, le dessèchement des tourbières, le dégel du pergélisol et l'affaiblissement des puits de carbone terrestres naturels ; de tels impacts pourraient augmenter les émissions de gaz à effet de serre, rendant une inversion de la courbe de température plus difficile (confiance moyenne) (SYR, LR §3.3.4)."

Un autre phénomène d'amplification, ayant des retombées sur le dégel du pergélisol, concerne les conditions atmosphériques qui influent sur le regel du sol en hiver. La température de l'air pendant cette saison joue un rôle crucial dans le déclenchement du regel du sol. Ce facteur, combiné à l'intensité des précipitations de neige, détermine l'épaisseur du manteau neigeux, agissant comme isolant et retardant ou empêchant le regel du sol face aux températures négatives. Autrement dit, une plus grande quantité de neige maintient le sol à une température plus élevée en hiver.

Parmi les facteurs actuellement évalués pour leur influence sur la température de l'air en zone de pergélisol figure la perte de glace de mer dans l'Océan Arctique et son impact sur la circulation atmosphérique au niveau de la bordure de cet océan. Ces éléments font partie des impacts étudiés dans le cadre du projet RESIST [9].

[9] <https://resist-impuls.github.io/>

Q2. Dans quelles proportions le CO₂ et le méthane risquent-ils d'être émis par le pergélisol dans l'atmosphère ?

On sait que le CO₂ restera le gaz dominant mais des incertitudes subsistent quant à la proportion de méthane émise. La plus grande incertitude réside dans l'évolution de l'hydrologie du sol : le dégel conduira-t-il à des zones plus humides ou plus sèches ? En effet, la production de méthane est fortement liée à ce facteur. Les zones sèches vont favoriser l'oxydation et donc la formation de CO₂. C'est dans les zones plus humides, en absence d'oxygène ou avec une quantité d'oxygène très réduite, que se formera davantage de méthane.

Pour donner un ordre de grandeur, on considère que 5 à 15% du stock de carbone contenu dans le pergélisol pourrait être réémis dans l'atmosphère d'ici 2100 [10]. Dans cette proportion de carbone qui sera réémis, entre 1 et 12% sera sous forme de méthane (CH₄), le reste étant sous forme de dioxyde de carbone (CO₂). C'est une variation importante et ce sont des chiffres qui évoluent constamment.

[10] En fonction des différents scénarios, voir question 10 ci-dessous.

Quand j'ai commencé à travailler là-dessus, on nous disait que le méthane représentait 2,5% des émissions de carbone dues au dégel du pergélisol. On se rend compte aujourd'hui qu'il y a beaucoup plus d'incertitudes, ce qui nous amène à considérer jusqu'à une proportion de 12% de méthane.

"Le méthane contribue à une petite fraction du total des émissions de carbone supplémentaires, mais son impact est significatif en raison de son potentiel de réchauffement plus élevé (RSOCC, SPM §B.1.4)."

Q3. La quantité de carbone émise dépend-elle aussi de la composition des sols ?

Le carbone est présent dans le sol sous forme de matière organique qui est peu ou mal décomposée et qui peut former des associations avec les minéraux sous différentes formes [11].

Avec les changements d'humidité du sol, les conditions de stabilité des minéraux changent. Certains métaux auxquels est lié le carbone organique vont être dissous en condition humide et vont exposer ce carbone qui pourra être décomposé et contribuer à augmenter la quantité de GES émise par le pergélisol. La proportion de carbone organique non lié aux minéraux est une des grandes incertitudes à l'heure actuelle lorsqu'on essaye de prédire la quantité de GES qui va être émise avec le dégel du pergélisol.

Q4. Vous revenez d'une mission en Alaska. Depuis que vous y allez, avez-vous pu observer des preuves physiques de ce phénomène de dégel du pergélisol ?

Je suis géologue de formation et j'ai donc une échelle de temps de géologue. Pour moi, un phénomène à la surface de la Terre n'est pas observable à l'œil humain. Je m'étais dit qu'à l'échelle de ma carrière je verrais peut-être des changements dans le paysage mais aujourd'hui je suis en mesure d'observer un changement de paysage en 5 ans, soit l'équivalent de la durée d'une thèse de doctorat. C'est extrêmement frappant et je ne m'y attendais vraiment pas. J'ai conçu la méthode d'étude des sites en me disant qu'il fallait collecter des informations afin que chacune des thèses soit suffisamment complémentaire pour que, au fil d'une carrière, je puisse observer une évolution. Je n'avais jamais envisagé qu'un doctorant lui-même pourrait percevoir une évolution durant sa thèse.

Pour donner un exemple, certaines routes que l'on emprunte tous les jours sont devenues complètement sinusoidales en l'espace de 5 ans [Fig. 3]. Lorsque la glace dans le sol fond, elle est drainée, et elle laisse du vide qui va créer des micro-effondrements. Cela a un impact sur les routes mais également sur les maisons. J'ai entendu des personnes se demander si elles allaient pouvoir léguer leur maison à leur descendance en raison de l'incertitude quant à la stabilité du bâtiment.

"On prévoit que la subsidence de la surface terrestre induite par le dégel du pergélisol aura des répercussions sur les infrastructures de communication et de transport urbaines et rurales dans l'Arctique et dans les régions de haute montagne. La majorité des infrastructures de l'Arctique se trouve dans des régions où l'on prévoit une intensification du dégel du pergélisol d'ici le milieu du siècle (confiance moyenne) (RSOCC, SPM §B.7.2)."

Depuis 2018, nous avons observé un autre problème majeur, les incendies. Entre l'aéroport de Fairbanks et notre site d'étude à Healy (Ndlr : deux heures de route) [Fig. 4], une zone entière a été ravagée par le feu. Le dégel plus profond du pergélisol à ces endroits a entraîné l'inclinaison complète des arbres. On a donc des forêts non seulement brûlées où il ne reste que des troncs mais aussi complètement penchées. C'est une vision impressionnante.

"Le dégel du pergélisol et la diminution de la neige auront des répercussions sur l'hydrologie et les incendies de végétation en Arctique et en montagne, avec des impacts sur la végétation et la faune (confiance moyenne). On prévoit une augmentation des incendies de végétation pour le reste de ce siècle dans la plupart des régions de toundra et boréales, ainsi que dans certaines régions montagneuses. Les interactions entre le climat et les changements de végétation influenceront l'intensité et la fréquence des incendies futurs (confiance moyenne) (RSOCC, SPM §B.4.3)."

[11] Le carbone présent dans le sol peut soit : (1) être piégé dans des agrégats sans qu'il y ait d'attaches physiques directes entre le carbone et les minéraux, alors spatialement moins accessible par les microorganismes (2) être adsorbé à la surface des minéraux par des liaisons chimiques (3) former des complexes avec des liaisons chimiques entre le carbone dissous et des métaux (aluminium, fer, ...).

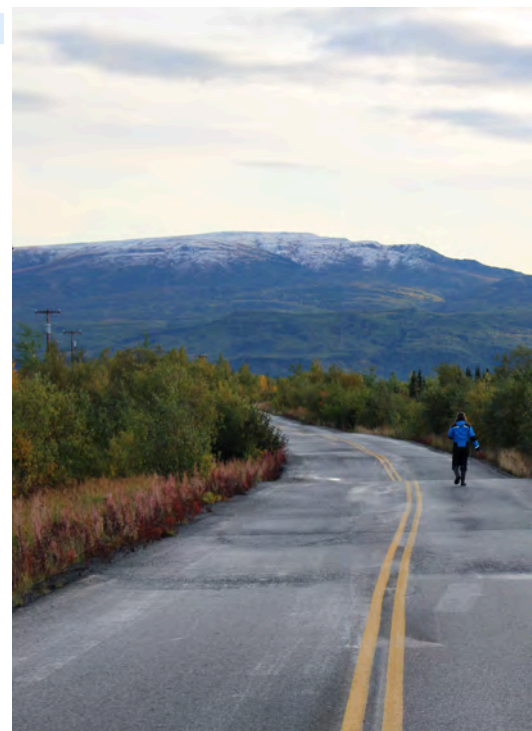


Fig. 3 - Route dégradée en raison du dégel du pergélisol : Stampede Road, au bord de parc National du Denali, Healy, Alaska, Etats-Unis, Septembre 2023.

Photo de Sophie Opfergelt.

Fig. 4 - Vue aérienne (drone) du site d'étude de Eight Mile Lake, à Healy en Alaska, Septembre 2023.

Photo d'Eléonore du Bois d'Aische.

Q5. Dans ce contexte, pouvez-vous nous parler du projet qui a motivé votre mission en Alaska ?

La mission qui s'est déroulée cette année se place dans la continuité d'autres missions, dont l'intérêt est d'effectuer le suivi d'un site d'étude. J'ai commencé à travailler sur le pergélisol en 2017 avec une première mission en Alaska en 2018 (WeThaw [12]). Et nous avons maintenant des prélèvements de 2018 et 2019, 2022 et 2023.

Nous sommes partis dans le cadre de plusieurs projets collaboratifs (LandSense [13], LIFTHAW [14], RESIST [15]) de mi-septembre à mi-novembre 2023, avec comme objectif d'étudier la période de transition entre la fin de l'été et le début de l'hiver et l'influence qu'elle a au niveau des échanges bio-géo-chimiques dans le sol.

Avec le réchauffement climatique, il y a une portion du sol qui ne regèle jamais. Avant, les températures hivernales étaient suffisamment froides et le dégel n'était pas aussi profond pendant l'été. L'énergie était donc suffisante pour regeler la partie supérieure du sol qui dégele en été et qu'on appelle la couche active. Maintenant, ce n'est plus le cas, et on a ce qu'on appelle la formation de taliks [16] qui peuvent être isolés au départ. Ces portions de sol vont rester dégelées pendant l'hiver mais comme elles contiennent de l'eau, il va y avoir un transfert de chaleur qui va progressivement mener à une connexion latérale entre les taliks. On se retrouve avec de l'eau qui circule en profondeur, invisible à l'œil nu, sous une couche de neige et de sol gelé.

Q6. Quelles mesures prenez-vous lors de vos missions ? Quelles sont les informations qu'elles vous apportent ?

Une partie de notre travail consistait à échantillonner l'eau liquide sous la surface gelée pendant cette période de transition [Fig. 5]. Nous utilisons des traceurs de connectivité pour déterminer si cette eau liquide provient d'un talik isolé ou d'un talik connecté latéralement, et ainsi voir l'étendue du réseau de dégel dans le sol [17].

Si nos analyses montrent que l'eau est enrichie en isotopes lourds, c'est le signe que cette poche d'eau est isolée. Cela signifie qu'il n'y a pas eu de mélange avec les sols environnants, indiquant ainsi la présence d'un talik isolé. En revanche, si la composition isotopique de l'eau change et redevient plus faible, cela signifie qu'il y a eu une connectivité et un mélange avec les eaux environnantes, indiquant ainsi un talik connecté, latéral.

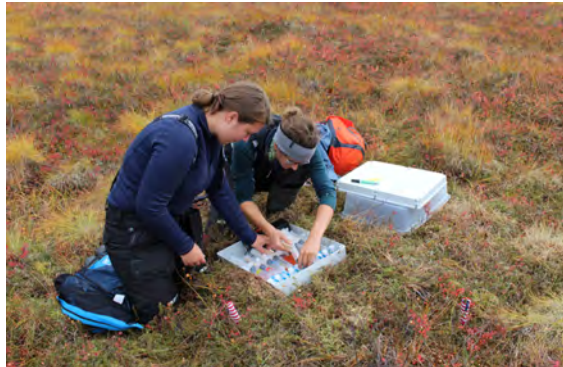


Fig. 5 - Collecte d'eau du sol par M. Villani et C. Osy sur le site d'étude de Eight Mile Lake en Alaska, à l'aide de rhizons insérés dans le sol connectés à des seringues en surface pour « aspirer » l'eau du sol, Septembre 2023. Photo de Sophie Opfergelt.

Nous avons aussi entrepris des mesures géophysiques (Ndlr : via des capteurs dans le sol pour mesurer la température, l'humidité et la conductivité du sol) et des mesures de télédétection (Ndlr : via des drones équipés de différents capteurs dont le lidar [Fig. 6]). Car en complément des analyses chimiques réalisées sur les eaux, ces mesures nous offrent, à l'échelle du site, une meilleure compréhension spatiale de l'influence du dégel, et non uniquement à l'échelle d'un profil de sol. En effet, les mesures de collecte des eaux ne peuvent être effectuées que localement et non à une très grande échelle en raison de leur complexité d'analyse. L'intérêt majeur de la télédétection avec le drone réside dans notre capacité à extrapoler ces données à une échelle plus vaste et à mieux comprendre l'impact du dégel. L'objectif est d'identifier les zones de pergélisol plus ou moins dégradées.



[12] <https://sites.uclouvain.be/wethaw/>

[13] <https://sites.uclouvain.be/landsense/>

[14] <https://perso.uclouvain.be/sophie.opfergelt>

[15] <https://resist-impuls.github.io/>

[16] Un talik est une couche ou un corps de sol non gelé dans une zone de pergélisol en raison d'une anomalie locale dans les conditions thermiques, hydrologiques, hydrogéologiques ou hydrochimiques - Glossaire du GTI, p. 2251.

[17] *Comment ça marche ?* Le silicium est présent dans la solution expulsée par la glace lorsque celle-ci se forme. Très concentré, il « précipite », c'est-à-dire qu'il devient un solide insoluble. Mais ce sont surtout les isotopes les plus légers du silicium qui précipitent, ce qui a pour conséquence que les plus lourds restent dans les poches d'eau très salées sous la glace.

Fig. 6 - Vol de drone par E. du Bois d'Aïsche sur le site d'étude de Eight Mile Lake en Alaska, Octobre 2023.

Photo de Maëlle Villani.

Q7. Pouvez-vous nous expliquer ce qu'est une « zone critique » ? En quoi les observatoires de la zone critique sont utiles pour étudier l'Arctique ?

La zone critique est définie comme le lieu d'interaction allant du sommet de la canopée jusqu'au bas des eaux souterraines. C'est une mince pellicule, à la surface de la Terre, dans laquelle toutes les sphères (Ndlr : pédosphère, atmosphère, hydrosphère, biosphère et lithosphère) interagissent.

Aujourd'hui, l'Arctique est un observatoire de zone critique qui subit énormément de pression extérieure du fait de la hausse des températures. La dimension « zone critique » a tout son sens parce que le fait de joindre les disciplines à un même endroit permet de beaucoup mieux comprendre comment cette zone évolue. La télédétection que nous utilisons dans le cadre du projet LandSense [18] est une des méthodes utilisées pour étudier la zone critique en complément des mesures dans le sol avec des capteurs, des échantillonnages,...

[18] Voir note de marge [9].

Q8. Vous qui avez eu l'occasion de vous rendre sur place, en contact direct avec les populations, ces dernières sont-elles inquiètes ?

Là où nous effectuons notre étude (Ndlr : au centre de l'Alaska), c'est le secteur du transport avec les routes, les chemins de fer et les bâtiments qui est fortement impacté par le dégel du pergélisol. Il me semble cependant que les populations côtières sont les plus touchées, avec des déplacements de village dus au recul et à la dégradation du littoral ainsi qu'à la fonte de la glace. Dans les zones de pergélisol riches en glace, des effondrements massifs se produisent, obligeant certains villages à se déplacer de plusieurs kilomètres vers des terres plus stables.

"Les municipalités et l'industrie commencent à traiter les défaillances des infrastructures liées aux inondations et au dégel du pergélisol, et certaines communautés côtières ont prévu des plans de relocalisation (confiance élevée) (RSOCC, SPM §A.7.3)."

"La sécurité alimentaire et hydrique a été négativement impactée par les changements de la couverture neigeuse, la glace des lacs et des rivières, et le pergélisol dans de nombreuses régions de l'Arctique (confiance élevée). Ces changements ont perturbé l'accès et la disponibilité de la nourriture dans les zones de pâturage, de chasse, de pêche et de cueillette, nuisant aux moyens de subsistance et à l'identité culturelle des habitants de l'Arctique, y compris les populations autochtones (confiance élevée) (RSOCC, SPM §A.7.1)."

Q9. En Europe, on observe déjà, avec les changements climatiques, une migration d'espèces qui se déplacent vers le Nord et en altitude afin de retrouver des conditions de vie correctes. Dans cet écosystème unique que constituent les régions contenant le pergélisol, quel sera l'impact des changements climatiques sur la flore et la faune indigènes ?

On observe déjà une évolution significative au niveau de la végétation. Au cours des 30 dernières années, on note une avancée de la taïga, aussi appelée la forêt boréale, sur la toundra, végétation plus herbacée dans les hautes latitudes. Tant que le sol était gelé en surface, les arbres ne pouvaient pas s'implanter profondément. Maintenant, avec un dégel plus prononcé, la ligne des arbres s'étend à des latitudes plus élevées ; une tendance quantifiée par les images satellites.

Il y a également une transformation de la composition végétale, surtout dans la zone de toundra, qui est fortement impactée par les changements climatiques. Les modifications de végétation sont très marquées, avec le dégel du pergélisol drainant l'eau et favorisant l'installation d'arbustes qui préfèrent des conditions plus sèches. Dans les zones plus humides, on observe localement une augmentation de la présence de graminées. Le changement de végétation est un phénomène qui a des retombées indirectes sur le dégel du pergélisol. En effet, la végétation joue sur l'albedo de la surface du sol, a un rôle isolant en hiver [19], et intercepte la neige [20]. La présence d'arbustes qui dépassent le niveau de la neige en hiver assombrit la surface et modifie donc son albedo (Ndlr : auparavant contrôlé par une surface entièrement couverte de neige). Les arbustes permettent également une interception de la neige et augmentent localement la capacité isolante du manteau neigeux.

[19] Mousses et lichens.

[20] Arbustes.

La toundra est une zone de vie très importante pour les populations qui vivent des élevages de rennes comme les Samis en Laponie. Avec la réduction de la zone de toundra, l'alimentation des rennes est fortement réduite. Les rennes dépendent du lichen comme principale source d'alimentation, auquel ils accèdent en grattant la neige en hiver. Les changements climatiques entraînent des débuts d'hiver plus chauds, provoquant des cycles de chutes de neige suivis de périodes de fonte. Cela crée une couche de glace sous la neige qui rend difficile l'accès au lichen pour les rennes. Les éleveurs sont obligés de trouver des alternatives pour leur troupeau [Fig. 7], entraînant souvent une sédentarisation. Cette sédentarisation leur offre la possibilité de trouver d'autres sources de revenus pour subvenir aux besoins de leurs rennes. Ces changements ont des répercussions tant sur la faune que sur les communautés dépendantes de l'élevage.

"L'augmentation des incendies de végétation et le dégel brutal du pergélisol, ainsi que les changements dans l'hydrologie de l'Arctique et des montagnes, ont modifié la fréquence et l'intensité des perturbations des écosystèmes (confiance élevée). Cela a eu des impacts positifs et négatifs sur la végétation et la faune, tels que les rennes et les saumons (confiance élevée) (RSOCC, SPM §A.4.2)."

"Les résidents de l'Arctique, en particulier les peuples autochtones, ont ajusté le calendrier des activités pour tenir compte des changements saisonniers et de la sécurité des terres, des glaces et de la neige (RSOCC, SPM §A.7.3)."



Fig. 7 - Troupeau de rennes en Finlande. Photo de Francesco Ungaro via Pexels.

Q10. Quelles sont les estimations d'émissions de GES du pergélisol ?

La synthèse récente du travail de plusieurs chercheurs (Schuur et al., 2022 [21]) dans le domaine a mis en évidence neuf scénarios d'émissions cumulatives projetées de GES émis par le pergélisol [Fig. 8]. Ces scénarios sont basés sur trois niveaux (faible, moyen, élevé) d'émissions nettes de CO₂ et trois niveaux d'émissions nettes de CH₄ vers l'atmosphère pour la période 2000-2099 en fonction des différents scénarios du réchauffement. Le résultat de leur travail montre qu'en équivalence CO₂, on considère que c'est au total entre 55 et 232 Gt de CO₂ équivalent qui vont être émises par le dégel du pergélisol selon les scénarios sur la période 2000-2099.

Cette estimation des émissions de GES par le pergélisol reste encore incertaine car elle se base sur différentes hypothèses, elles-mêmes sources d'incertitudes :

(1) Une hypothèse posée est que le stock de carbone organique du pergélisol est homogène ; on ne tient pas compte des interactions entre les minéraux et le carbone organique. (2) Une autre hypothèse est que le sol à l'échelle de l'Arctique dégèle de manière progressive. Or, on sait que dans certaines zones, plus de 50% du sol contient de la glace, pouvant causer des effondrements (thermokarsts [22]) [Fig. 9]. Ces effondrements profonds ne touchent pas uniquement la couche active sur les 2 ou 3 premiers mètres du sol, cela peut s'effondrer sur des dizaines de mètres, exposant le carbone organique profond. (3) L'érosion côtière n'est pas prise en compte. C'est un phénomène abrupt et aléatoire et donc difficile à quantifier. (4) On ne tient pas compte des émissions de carbone hivernales. On considère que le système est inerte en hiver. Mais on voit bien aujourd'hui qu'avec de l'eau qui circule dans le sol, ce n'est plus le cas. Il y a également des émissions de carbone en hiver. (5) En été, les flux latéraux d'eau transportent le carbone du sol vers les rivières, passant par des chemins de ruissellement préférentiels appelés "watertracks" [Fig. 10]. Ce transfert altère l'environnement du carbone organique, créant des zones d'accumulation locales avec des émissions potentielles de GES. Mais actuellement, ce phénomène n'est pas quantifié de manière précise.

[21] Schuur EAG, Abbott BW, Commane R, et al 2022. Permafrost and Climate Change: Carbon Cycle Feedbacks From the Warming Arctic. *Annu Rev Environ Resour* 47:343-371. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-012220-011847>.

[22] Thermokarst est le processus par lequel des formes de relief caractéristiques résultent du dégel du pergélisol riche en glace ou de la fonte d'une glace massive - Glossaire du GTI p. 2251.

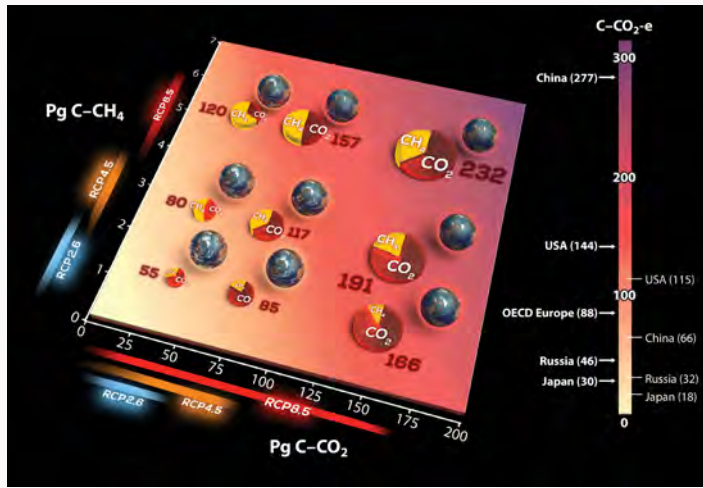


Fig. 8 - Impact combiné des émissions de dioxyde de carbone et de méthane : scénarios et récits. Permafrost and Climate Change: Carbon Cycle Feedbacks From the Warming Arctic. Edward A.G. Schuur, et al. 2022, 47:1, 343-371.

Cette figure reprend les neuf scénarios d'émissions cumulatives projetées de GES émis par le pergélisol basés sur trois niveaux (faible, moyen, élevé) d'émissions nettes de CO₂ et trois niveaux d'émissions nettes de CH₄ vers l'atmosphère pour la période 2000-2099 en fonction des différents scénarios du réchauffement. Les axes indiquent la quantité de carbone (en pétagrammes ou gigatonnes) émise pour chaque scénario. Les diagrammes circulaires montrent la répartition des émissions entre le CO₂ et le méthane. Dans l'ensemble, les émissions de CH₄ par masse varient de 0,9 à 11,9 % des émissions totales de carbone selon la gamme de scénarios. Dans le coin inférieur droit, le CH₄ joue un rôle moins important dans les émissions totales. Tandis que le coin supérieur gauche suggère des émissions de CH₄ moyennes à élevées comparées aux émissions de CO₂. Ces proportions vont dépendre du rôle plus ou moins important que la croissance accrue des plantes va jouer dans la captation de carbone, mais également des conditions aérobiques ou anaérobiques qui vont favoriser respectivement la formation de CO₂ ou de méthane. Cette figure n'inclut pas les estimations extrêmes qui dépendent des processus (décrits ci-dessus) dont on ne maîtrise pas encore tous les tenants et aboutissants.



Fig. 9 - Cratère d'effondrement de Batagaika en Sibérie, Russie, surnommé « porte de l'enfer » : une dépression de type thermokarst d'1 km de long et environ 100 m de profondeur formée par le dégel de la glace en profondeur. Photo de Google Earth.



Fig. 10 - "Watertrack", zone d'écoulement de l'eau sur le site d'Eight Mile Lake en Alaska en Septembre 2023, au cœur des préoccupations du projet LIFTHAW . Photo de Sophie Opfergelt.

Q11. Selon le dernier rapport du Global Carbon Budget (2023) [23], le budget carbone restant ayant une probabilité de 50 % de limiter le réchauffement climatique mondial à 1,5 °C a diminué à 275 Gt de CO₂ à partir du début de 2024. Ce phénomène de dégel du pergélisol est-il pris en compte dans le budget carbone restant ?

On retrouve dans le 6^{ème} rapport d'évaluation du GIEC que le pergélisol est une source d'émissions de carbone, mais ce n'est pas implémenté de manière précise dans le budget carbone restant pour atteindre les objectifs 1,5 ou 2 °C, en raison des incertitudes qui subsistent [24]. Actuellement, les estimations dérivent de simulations qui tiennent compte uniquement du volume de carbone organique dégelé saisonnièrement dans la couche active.

[23] <https://essd.copernicus.org/articles/15/5301/2023/>

[24] Décrites ci-dessus.

Q12. Comment contribuez-vous aux travaux du GIEC ?

Notre objectif est d'identifier les processus majeurs qui sont actuellement encore mal quantifiés mais qui devraient être représentés dans les futurs modèles. Nous savons qu'il est difficile d'intégrer des phénomènes qui se produisent à petite échelle, et l'enjeu ici est donc de regarder ce qu'il se passe à l'échelle du sol pour le spatialiser à une échelle plus large. Nous pourrions ensuite extraire les tendances majeures à l'échelle d'un site qui se dégrade afin d'identifier et d'intégrer les processus dominants qui sont actuellement manquants dans les prédictions. Ces travaux feront l'objet de publications qui seront certainement prises en compte dans le prochain rapport du GIEC.

Carbone du pergélisol et rétroactions sur le climat : Qu'en dit le GIEC?

A quel niveau d'émissions nous attendons-nous dans le futur [25] ?

Les émissions futures provenant du dégel du pergélisol influencent la valeur totale des budgets carbone. Dans le Projet d'Intercomparaison de Modèles Couplés Phase 6 (CMIP6) utilisé pour le 6^{ème} rapport d'évaluation du GIEC, la plupart des modèles n'ont pas inclus la dynamique du carbone dans le pergélisol. Un petit nombre représente l'effet de l'épaississement de la couche active sur la décomposition, et aucun modèle du système terrestre (ESM) ne représente le thermokarst ou les interactions entre le feu et le carbone du pergélisol. La moyenne d'ensemble de CMIP6 prévoit dès lors une rétroaction carbone-climat négative dans la région du pergélisol. Cependant, les modèles qui incluent le carbone du pergélisol montrent une rétroaction carbone-climat positive dans la région du pergélisol. Étant donné la capacité actuelle limitée des ESM à évaluer les rétroactions du pergélisol, les estimations dans le rapport du GIEC sont basées sur les résultats de modèles de surface terrestre incluant le pergélisol. En fonction du scénario considéré, les pertes de carbone du pergélisol d'ici 2100 varient de plusieurs dizaines à plusieurs centaines de GtC, avec une estimation maximale de 240 GtC [26]. Le GIEC conclut que le dégel du pergélisol terrestre entraînera le relâchement de carbone dans un monde plus chaud. Cependant, il existe une faible confiance quant au moment, à l'ampleur et à la linéarité de la rétroaction climatique du pergélisol en raison de la large gamme d'estimations publiées et de la connaissance incomplète et de la représentation dans les modèles des facteurs et des relations. Ces incertitudes ne remettent pas en cause la conclusion fondamentale selon laquelle les émissions mondiales de CO₂ devraient diminuer jusqu'à zéro net pour arrêter le réchauffement climatique mondial.

[25] GTI, Box 5.1 et TS3.3.1.

[26] Pour rappel, 1 tonne de carbone correspond à 3,7 tonnes de CO₂ ou à 1,3 tonne de méthane. Il faut aussi tenir compte du potentiel de réchauffement global du méthane non-fossile qui est de 27 à l'horizon de 100 ans (GTI, Table 7.15).

Q13. D'autres sols du Nord et des tropiques sont connus pour contenir des quantités relativement importantes de carbone organique, en particulier les tourbières saturées en eau. Il n'y a pas toujours de gel dans ces régions, mais avec les changements climatiques, des problèmes d'humidité et de sécheresse se posent également. Existe-t-il des similitudes entre le pergélisol et les tourbières?

Bien sûr, le lien est direct. La toundra arctique [Fig. 11] peut être considérée comme une tourbière géante. L'enjeu de l'un de nos projets (LandSense) est de travailler à la fois sur les tourbières des Fagnes en Belgique et sur celles en Alaska. Nous avons donc équipé entièrement une tourbière dans les Fagnes pour suivre l'évolution du carbone en réponse aux changements hydrologiques, tout en étudiant parallèlement l'impact du dégel en Alaska. J'ai plusieurs collègues dans la communauté du pergélisol qui mènent des recherches à la fois sur des tourbières tropicales et des tourbières arctiques.



Fig. 11 - Site enneigé, Alaska, Octobre 2023.

Photo de Maëlle Villani.

> Tourbières tropicales

Les tourbières

La tourbière est une terre où les sols sont principalement constitués de tourbe, un dépôt de matières végétales partiellement décomposées, naturellement riche en eau (jusqu'à environ 90%) [27].

Les tourbières ne recouvrent que 3% de la surface terrestre mais stockent entre 470 et 620 Gt de carbone, soit environ 25% du carbone organique du sol à l'échelle mondiale [28]. Ces tourbières fournissent également un nombre important d'autres services écosystémiques tels que la régulation hydrologique, le maintien de la biodiversité et la contribution aux moyens de subsistance humains. Les tourbières sont des refuges exceptionnels en termes de biodiversité, tant au niveau de la flore qu'au niveau de la faune, et abritent certaines espèces endémiques. Ces services écosystémiques peuvent être amenés à disparaître suite à des perturbations de l'équilibre, notamment l'assèchement des tourbières qui va exposer la matière organique et mener à sa décomposition par les micro-organismes.

Les émissions de CO₂ des tourbières dégradées, tout comme celles du pergélisol, contribuent aux changements climatiques dans une boucle de rétroaction positive [29]. Le bilan carbone des tourbières à l'échelle mondiale risque de passer de « puits » à « source » avant la fin du siècle, principalement en raison des émissions des tourbières tropicales, ainsi que de celles dues au dégel du pergélisol [30].

Dans ce cadre, nous avons interviewé en marge de la COP28 le Pr Suspense Averti Ifo, enseignant chercheur à l'Université Marien N'Gouab (Brazzaville, République du Congo) et spécialiste en écologie tropicale et plus particulièrement dans la compréhension et le fonctionnement des tourbières tropicales. Voici ce qu'il nous a dit:

Aujourd'hui, dans le bassin du Congo et plus globalement sur le continent africain, plusieurs menaces pèsent sur les tourbières. Dans certains pays, plus de 50% des tourbières ont été dégradées, notamment dans la zone australe mais aussi en Afrique de l'Est. Dans les tourbières de la Cuvette Centrale du bassin du Congo [Fig. 12], dont le stock de carbone est estimé à une trentaine de milliards de tonnes [31], le taux de dégradation est encore faible : moins de 5%.

Les changements climatiques constituent un risque pour les tourbières tropicales, avec la prolongation des saisons sèches. Sans la protection de l'eau, la matière organique accumulée dans ces tourbières sera soumise à la minéralisation et la dégradation, provoquant d'importantes émissions de gaz à effet de serre dans l'atmosphère (CO₂ et méthane). Ce dessèchement des tourbières devrait s'accroître avec chaque incrément supplémentaire du réchauffement climatique [32]. La hausse des températures et les sécheresses prolongées entraînent aussi une augmentation du risque d'incendie dans les tourbières drainées. La hausse des températures et les sécheresses prolongées entraînent aussi une augmentation du risque d'incendie dans les tourbières drainées [33].



Fig. 12 Tourbière au Congo.
Photo de Suspense Averti Ifo.

[27] Glossaire du GTI, p. 2243

[28] GTII, §2.4.3.8.

[29] GTII, §2.4.3.8.

[30] GTII, §9.6.2.1.

[31] GTII, §9.6.2.1.

[32] GTII, SPM §B.6.2.

[33] GTII, CCP7.3.3.

Cependant, le plus grand risque pour les tourbières tropicales (qui dépasserait les impacts des changements climatiques selon le GIEC [34]) devrait découler du drainage et de la conversion de celles-ci à la foresterie ou à l'agriculture. Une menace directement liée aux activités humaines. Entre 850 et 2010, environ 80 millions d'hectares de tourbières ont été convertis en terres agricoles, ce qui équivaut à 260 GtCO₂ émis [35]. Certaines zones d'exploitations forestières, notamment en République du Congo, franchissent la limite des tourbières avec des conséquences significatives sur la stabilité de ces écosystèmes fragiles.

Les populations locales, bien loin de connaître l'importance environnementale des tourbières, ont néanmoins depuis longtemps compris le rôle de ces écosystèmes en tant que réserve de nourriture ; surtout les éleveurs nomades et les pêcheurs [36]. Durant la saison sèche, lorsque l'eau se retire et expose une réserve de matière organique, ces populations pratiquent une agriculture de subsistance durable (récoltes destinées à subvenir aux besoins de l'agriculteur et de sa famille). Elles cultivent des plantes à cycle végétatif court, telles que la tomate, l'aubergine ou le maïs. De plus, les tourbières servent de refuge exceptionnel pour la faune aquatique, permettant aux habitants de pratiquer la pêche.

La restauration des écosystèmes tourbières n'est pas encore à l'ordre du jour. La restauration peut impliquer l'élimination d'espèces non indigènes (comme le palmier à huile) et le rétablissement de la forêt naturelle. Mais la forêt tropicale de tourbières est difficile à restaurer complètement et les poissons d'étang indigènes, vitaux en tant qu'aliments locaux, ne reviennent souvent pas après un assèchement [37]. Tout récemment lors du dernier Sommet des Trois Bassins forestiers [38], à l'occasion de la décennie mondiale pour la restauration, la forestation et le reboisement mais aussi la restauration des terres, la question de la restauration des écosystèmes tourbières a été évoquée. C'est donc encore très récent et il y a peu de restauration des tourbières tropicales dégradées à ce jour [39].

Selon le Pr Suspense Averti Ifo, différentes mesures peuvent être prises pour protéger les tourbières. Il faudrait, dans chaque pays, un cadre juridique solide qui reconnaîtrait l'existence des tourbières et qui donnerait des lignes directrices sur l'utilisation durable de ces tourbières. De nombreux projets de développement sont en cours en République du Congo et dans d'autres pays du continent africain. Les plans d'affectation des terres doivent prendre en compte l'existence des tourbières afin d'éviter de développer des projets dans ces zones, où le stock de carbone est très important, mais aussi où il existe des preuves irréfutables d'endémisme. L'investissement dans la recherche est vital afin de multiplier les études de terrain. Une part importante de la protection de ces tourbières repose sur la sensibilisation des décideurs politiques, en se basant sur les données scientifiques. Il est important que ceux-ci soient suffisamment informés de l'importance environnementale et écologique des tourbières. On ne peut pas parler de conservation, de protection des tourbières sans avoir une bonne connaissance de leur valeur en matière de biodiversité [40]

[34] GTII, §2.5.3.4.

[35] GTII, §2.4.3.8.

[36] GTII, Box 1.3.

[37] GTII, Cross-Chapter Box Natural.

[38] Qui s'est tenu du 26 au 28 octobre 2023 à Brazzaville

www.thethreebasinsummit.org/fr/accueil/.

[39] GTII, Table 2.6.

[40] Des chercheurs belges sont impliqués dans des recherches liées aux tourbières. C'est le cas notamment du Pr Alberto Borges de l'ULiège et du Pr Steven Bouillon de la KU Leuven qui étudient les émissions de CO₂ et CH₄ et la dynamique du carbone organique dans le fleuve Congo depuis 2010. Leurs recherches montrent que les eaux de surface du fleuve Congo composent la matière organique végétale et, par conséquent, soutiennent une émission de CO₂ et CH₄ quantitativement importantes. Ils essaient encore de comprendre si cette production fluviale de CO₂ et CH₄ est alimentée par du carbone organique ancien de la tourbière ou plutôt du carbone organique plus récent dérivé de la végétation contemporaine. Pour plus d'informations :

<https://www.nature.com/articles/ngeo2486>

<https://bg.copernicus.org/articles/16/3801/2019/>

> Agenda et informations brèves

Activités du GIEC

16 au 19 janvier 2024	60^e session plénière du GIEC, Istanbul, Türkiye. L'objectif de cette réunion était de fixer les éléments clés du programme de travail jusqu'en 2030. Il a été décidé de réaliser un 7 ^{ème} Rapport d'évaluation en 3 volumes et un rapport de synthèse, un rapport spécial sur les villes et les changements climatiques, deux rapports méthodologiques sur les facteurs climatiques à courte durée de vie et sur les technologies de capture, d'utilisation et de stockage du dioxyde de carbone, ainsi qu'une mise à jour des lignes directrices techniques du GIEC de 1994 sur les incidences et l'adaptation, y compris les indicateurs d'adaptation, les mesures et les méthodologies.
-----------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Conférences et événements

2 au 4 février (soirée événement le samedi 3 février) Rue de Ville 15, 7322 Pommerœul (Hainaut).	Exposition photo : « Arctique en Transition » Plongez au cœur de l'aventure arctique avec l'exposition photo de l'équipe de Sophie Opfergelt, "Arctique en Transition" du 2 au 4 février 2024. Après des missions dans la région arctique, dont le récent périple de deux mois en Alaska, leur passion de partager l'expérience vécue sur le terrain, mêlant savoir scientifique et art, a donné naissance à cette exposition exceptionnelle. Informations : Lien vers l'événement Facebook
8 au 9 février, Liège (Palais des Congrès)	Sommet Climate Chance Europe 2024 WALLONIE Dans le cadre de la Présidence belge du Conseil de l'Union européenne, la Wallonie et l'association Climate Chance organisent un sommet sur l'« Adaptation au changement climatique, solutions basées sur la nature et résilience ». Un événement large et inclusif qui rassemblera des acteurs non étatiques, représentants locaux et européens de la société civile et des institutions. Au total, ce sont une quinzaine d'ateliers, des visites de terrain, des rencontres parallèles et deux séances plénières qui permettront d'échanger sur les solutions concrètes pour atteindre les objectifs du Pacte Vert européen. Lieu : Palais des Congrès, Liège. Informations : https://www.climate-chance.org/sommets-coalitions/sommets-climate-chance/sommet-climate-chance-europe-2024/
10 février (10h-12h), Lieu à confirmer	Délibération citoyenne : « Vers un pacte européen pour l'avenir – les prochaines étapes de la transition écologique » SDG Watch Europe et le Bureau européen de l'environnement (BEE) organisent une délibération citoyenne : "Vers un Pacte européen pour l'avenir - les prochaines étapes de la transition écologique". Cette initiative invite les citoyens de l'UE à discuter de l'avenir du Green Deal Européen. But: donner une voix aux groupes sous-représentés dans l'élaboration des politiques, en encourageant la participation citoyenne. Informations et inscriptions : https://ec.europa.eu/eusurvey/runner/citizensdeliberation1
12 au 13 février, Liège (Palais des Congrès)	Rencontre européenne de l'économie sociale Cette rencontre dédiée aux transitions inclusive, verte et numérique est une occasion unique pour l'économie sociale de rassembler des acteurs de terrain, scientifiques, décideurs politiques et autres parties prenantes afin d'échanger autour de modèles économiques innovants, résilients et inspirants pour une Europe plus sociale et plus durable. Informations : https://developpementdurable.wallonie.be/agenda/rencontre-europeenne-economie-sociale
13 février, Bruxelles (TrainWorld)	Journée « Les jeunes et le climat - Cinq ans après les grèves scolaires, quatre mois avant les élections en Belgique et en Europe » Cinq ans après le mouvement YouthForClimate lancé par Anuna De Wever et Adélaïde Charlier, cette journée donnera l'occasion de revenir sur cette période, de relire les recommandations du Panel Climat (http://www.panelclimat.be/) créé alors, et de réfléchir à ce qu'il reste à faire pour répondre aux inquiétudes, à l'éco-anxiété parfois, des jeunes d'aujourd'hui par rapport au dépassement des limites planétaires. Après l'interpellation par des jeunes des président.e.s des partis politiques belges, la journée se terminera par une évocation festive de la carrière du Pr Jean-Pascal van Ypersele au service du climat et du développement durable. Lieu: TrainWorld, dans le cadre de l'exposition « Animalia » Informations et inscriptions: http://www.youthandclimatefuture.be/
22 février, Louvain-la-Neuve	Francqui Chair 2024 : Conférence inaugurale - « The magic power of water in plants under climate change » donnée par la Professeure Kathy Steppe Lieu et heure: UCLouvain, auditoire Sud08 (et en ligne) de 16 à 17h Informations et inscription : https://uclouvain.be/fr/facultes/agro/registration.html
18 mars, Verviers	Réchauffement climatique et transition énergétique : le projet Katabata Informations et inscription (gratuite mais obligatoire): https://www.news.uliege.be/cms/c_18178768/fr/rechauffement-climatique-et-transition-energetique-le-projet-katabata



Ce QR code permet de télécharger les Lettres précédentes et d'autres informations liées à la Plateforme ou au GIEC : plateforme-wallonne-giec.be
Inscription pour recevoir gratuitement les futures Lettres : lettre@plateforme-wallonne-giec.be avec le sujet « abonnement » ou via le formulaire d'inscription disponible sur notre site.

Ce document peut être reproduit, y compris sous forme adaptée, à condition de respecter les droits de reproduction propres aux sources citées dans cette Lettre, quand il y a lieu, et d'indiquer le site plateforme-wallonne-giec.be ainsi que le nom du ou des auteurs du contenu reproduit.

Editeur responsable : Pr Jean-Pascal van Ypersele, UCLouvain, Place Louis Pasteur 3, bte L4.03.08, B-1348 Louvain-la-Neuve, Belgique.



Missions de la Plateforme wallonne pour le GIEC

Objectifs

La "Plateforme wallonne pour le GIEC" a été instaurée par le Gouvernement wallon en 2016. Ces principaux objectifs sont :

- de faciliter la participation des scientifiques wallons et francophones de Belgique aux activités du GIEC (Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat)
- de contribuer à la diffusion des évaluations réalisées par celui-ci auprès des différents décideurs et acteurs, y compris les citoyens.

Ces missions contribuent à aider la Wallonie à s'engager dans les politiques climatiques ambitieuses que requiert notamment l'Accord de Paris (2015). En 2019, la Région wallonne a renouvelé son soutien à la Plateforme en établissant une nouvelle convention-cadre qui lui a ajouté des missions, principalement en matière d'adaptation.

La plateforme est placée sous la responsabilité du professeur Jean-Pascal van Ypersele (Université catholique de Louvain).

Tâches générales en lien avec les travaux du GIEC

Les principales missions en lien avec les travaux du GIEC consistent à :

- informer les preneurs de décision via différents canaux (Lettre d'information, réponses à des demandes d'information, participation à des conférences)
- faciliter le travail de relecture des rapports du GIEC par des experts wallons et tenir à jour un registre d'experts : voir plateforme-wallonne-giec.be
- participer à la valorisation et à la représentation à l'étranger des activités scientifiques liées au travail de la Plateforme
- contribuer, sur demande, aux travaux du comité des experts du décret climat
- effectuer une veille scientifique générale sur tous les aspects des changements climatiques, en lien avec les missions qui précèdent.

Impacts et adaptation en Wallonie

Depuis 2019, la Plateforme est chargée de missions relatives aux impacts et à l'adaptation en Région wallonne :

- assurer une veille scientifique ciblée sur l'adaptation et les impacts des changements climatiques en Wallonie dans les différents secteurs
- développer une base de connaissances ainsi qu'une liste d'indicateurs d'impacts
- contribuer à faciliter l'intégration de l'adaptation dans les différentes politiques régionales (forêt, agriculture, gestion de l'eau, santé, ...).

Lettres déjà parues et toutes disponibles sur le site

<https://plateforme-wallonne-giec.be> :

n° 31 :
Rapport de synthèse,
Concepts-clés et exemples



n° 30 :
Jean-Pascal van Ypersele :
LE GIEC doit être la voix la
plus solide du climat



n° 29 :
Limites à la croissance : que
dit le GIEC ?



n° 28 :
« Crise » énergétique et
climat : comment agir
rapidement ?



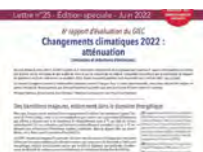
n° 27 :
Impacts et adaptation en
Europe et en Afrique



n° 26 :
COP27 : Quels espoirs,
quels enjeux ?



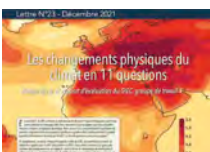
n° 25 :
Changements climatiques
2022 :
Atténuation



n° 24 :
Changements climatiques
2022 : Impacts,
vulnérabilité et adaptation



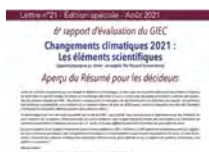
n° 23 :
Les changements physiques
du climat en 11 questions



n° 22 :
Systèmes alimentaires et
climat -
De la ferme à la table



n° 21 :
Changements climatiques
2021 :
Les éléments scientifiques



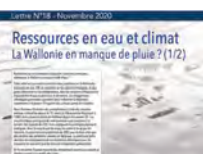
n° 20 :
Ressources en eau et climat
(2/2) :
Etat actuel, risques et pistes
d'adaptation



n° 19 :
Impacts et adaptation -
Somme et rapports 2020/21



n° 18 :
Ressources en eau et climat
(1/2) : La Wallonie en
manque de pluie ?



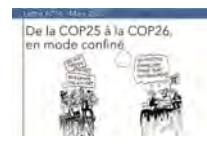
**Inscrivez-vous à notre
Lettre :**



n° 17 :
Changements climatiques
2022



n° 16 :
De la COP25 à la COP26,
en mode confiné



n° 15 :
Océans et cryosphère



n° 14 :
Changements climatiques
et terres



n° 13 :
« Sauver le climat » : les
bases



n° 12 :
COP24 - Quelles avancées ?



n° 11 :
Rapport spécial du GIEC
« Réchauffement de 1.5°C »



n° 10 :
Réconcilier habitat et climat



n° 9 :
Empreinte carbone



n° 8 :
Vague de froid et
changements climatiques



n° 7 :
Pertes et préjudices
climatiques



n° 6 :
Le 6^e Rapport d'évaluation
du GIEC



n° 5 :
Action climatique et
développement
durable



n° 4 :
Communiquer sur les
changements
climatiques



n° 3 :
Budget carbone



n° 2 :
COP22 ; Scénarios
d'émissions



n° 1 :
Emissions de HFCs

