

Compte rendu du Bar des Sciences du mardi 14 janvier 2025 «Montagnes du Jura, un climat incertain ?»

Soirée organisée par : le « Pavillon des Sciences » et animée avec dynamisme par **Marie KEREBEL-ALAR**.
Co-Production : Pavillon des sciences-Pays de Montbéliard Agglomération Ville de Belfort.

Lieu - Horaire : Hotel Bristol –Rue Velotte à MONTBELIARD
le mardi 14 janvier 2025 - De 20h00 à 22h00

Participation : excellente, 120 personnes environ ont participé à ce Bar des Sciences, la salle était pleine.

Thème et Intervenants :

«Montagnes du Jura, un climat incertain ?»

- **Michel Magny** paléo-climatologue,
- **Hervé Richard** paléo-environnemental

Tous deux sont des professeurs et des chercheurs émérites affiliés au laboratoire Chrono-Environnement à Besançon et spécialistes des paléo-environnements. Ils ont partagé ce soir leurs découvertes sur **20 000 ans de changements climatiques**, leurs impacts sur la végétation et les sociétés humaines.

Pour ceux et celles qui veulent en savoir plus, **plongez-vous dans leur ouvrage en cliquant ici :**
Histoire du climat dans les montagnes du Jura. Ce livre est paru en 09/2013 aux « éditions de la Belle Etoile » et coûte 39€

Cette soirée a permis d'éclairer l'avenir de notre climat en croisant science et histoire. Il va traiter des écosystèmes et des sociétés face à un avenir incertain.

Ce compte-rendu est non relu par les conférenciers et n'engage que son rédacteur.

Déroulement de la soirée : les deux conférenciers, tour à tour, nous présentent des diapositives sur le sujet

LE CHANGEMENT CLIMATIQUE DANS LES MONTAGNES DU JURA :

La première diapo montre une photo du lac de Chaillexon (Doubs) en 2020, qui est complètement à sec, ce n'est plus qu'un champ de cailloux.

La conférence se déroule en **3 parties** :

- 1 le réchauffement climatique
- 2 comment se manifeste-t-il en Franche-Comté ?
- 3 comment ce changement impacte les écosystèmes et les activités humaines ?

1) LE RECHAUFFEMENT CLIMATIQUE

➤ **Météorologie et climat**

La météorologie décrit les conditions que l'on vit au jour le jour, le temps qu'il fait d'heure en heure.

Le climat est la moyenne des conditions météorologiques sur une longue période (30 ans ont été choisis par les spécialistes de l'Organisation Mondiale de la Météorologie, OMM, 30 ans par années en décennies entières. La dernière mesure date de la période 1990-2020, la prochaine couvrira la période 2020-2050)

La courbe ci-après montre le climat de la terre de -800.000 ans à nos jours ? On constate que les fluctuations dégagement de gaz carbonique et de méthane suivent exactement les fluctuations de température.

➤ Le climat de la terre

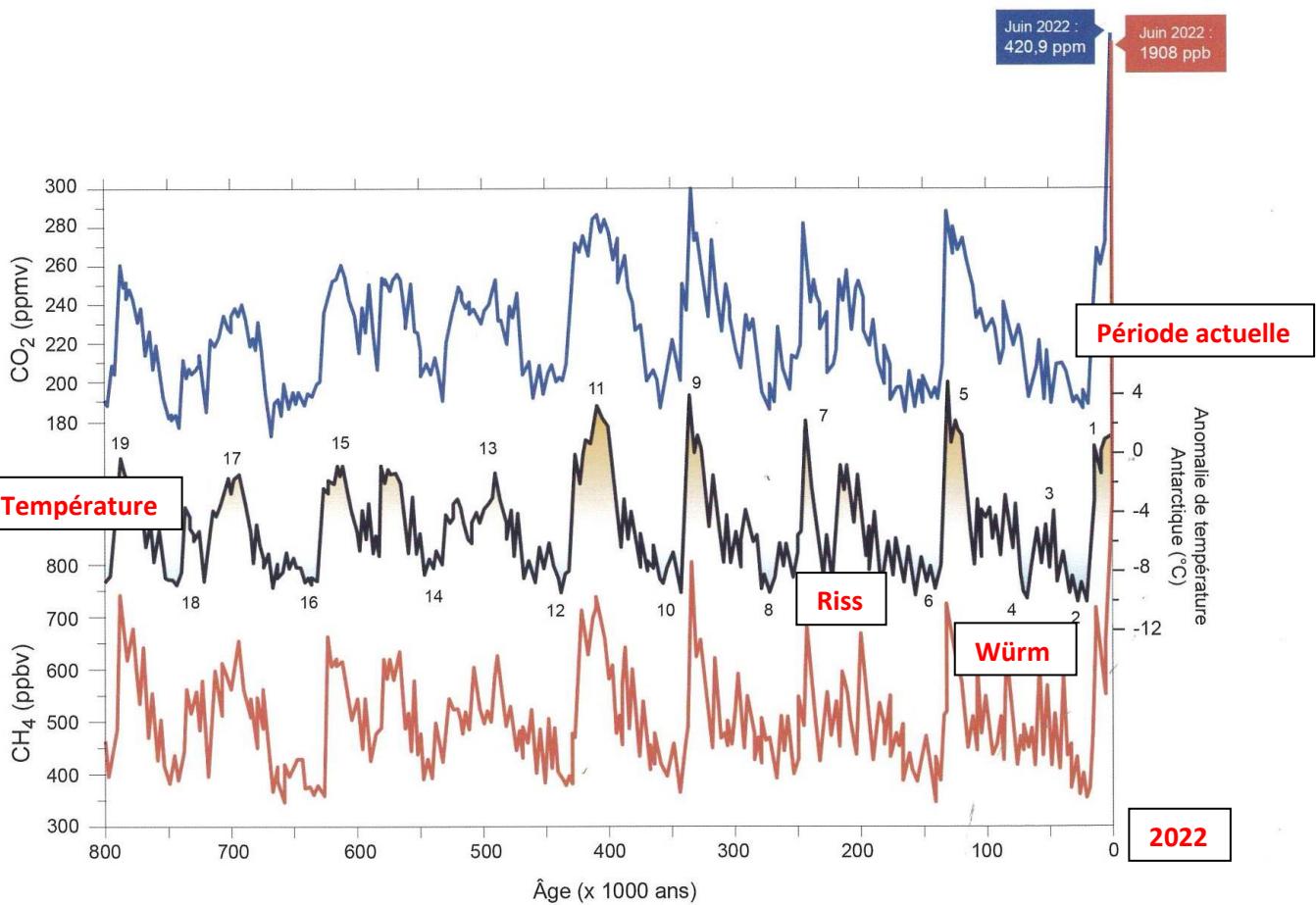


Fig. 8. Concentration en CO₂, en CH₄ et anomalie de température au cours des 800 000 dernières années, enregistrées dans les glaces polaires du forage EPICA en Antarctique.

Le report des concentrations actuelles en CO₂ et CH₄ mesurées dans l'atmosphère en 2022, permet d'appréhender l'amplitude de l'augmentation des gaz à effet de serre (GES) liée aux activités humaines.

On constate que, complètement à droite de ces courbes, en 2022, on retrouve les pics énormes de CO₂ (gaz carbonique) et de CH₄ (méthane) qui vont impacter fortement la montée en température.

On remarque très nettement sur ces courbes les incidences des différentes périodes glaciaires : par exemple

- **Le RISS** : de -370.000 ans à -130.000 ans dans la période du Pléistocène moyen
- **Le WURM** (dernière période glaciaire) : de -115.000 ans à -11.700 ans dans la période du Pléistocène supérieur

Ces phases glaciaires s'expliquent par les variations de l'orbite terrestre autour du soleil (avec l'influence de l'attraction des grosses planètes telles que JUPITER) lorsque la terre s'éloigne du soleil.

On démontre ainsi que **les oscillations du climat depuis quelques millions d'années sont déterminées par des mécanismes naturels**. Ces données ont été possibles par des opérations de carottage en antarctique :

- Toutes les phases glaciaires correspondent à des minima de CO₂ et de CH₄
- Toutes les phases interglaciaires correspondent à des pics de CO₂ et de CH₄

Mais depuis 2 siècles, la teneur en CO₂ augmente régulièrement (passant de 280 ppmv à 420 ppmv) et la teneur en CH₄ augmente également régulièrement (passant de 700 ppmv à 1900 ppmv).

Depuis l'anthropocène (> année 1784 à année 1950), c'est l'homme qui influe directement sur le changement climatique (ce ne sont plus les mécanismes naturels décrits précédemment : montée de l'industrialisation, combustion de pétrole et carbone etc.

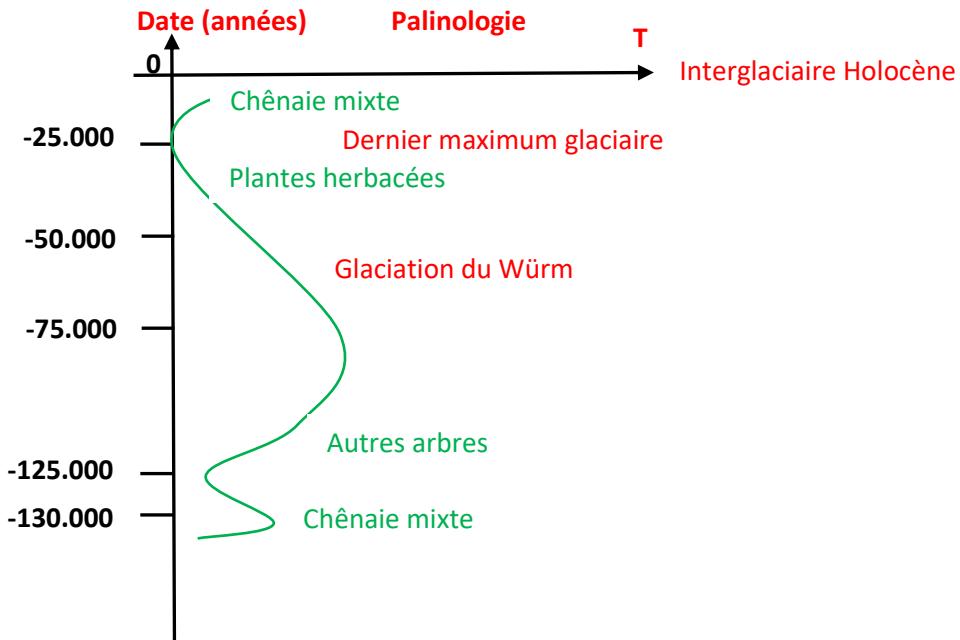
2) LE RECHAUFFEMENT CLIMATIQUE EN FRANCHE-COMTE

➤ Le Jura au maximum de la dernière glaciation

Une diapo montre le Jura occupé par une calotte glaciaire sur une ligne allant Morteau – Pontarlier – Champagnole – Bourg-en-Bresse. Le plateau suisse est alors complètement couvert de glace, ce mur de glace disparaissant seulement lorsqu'on arrive en Italie.

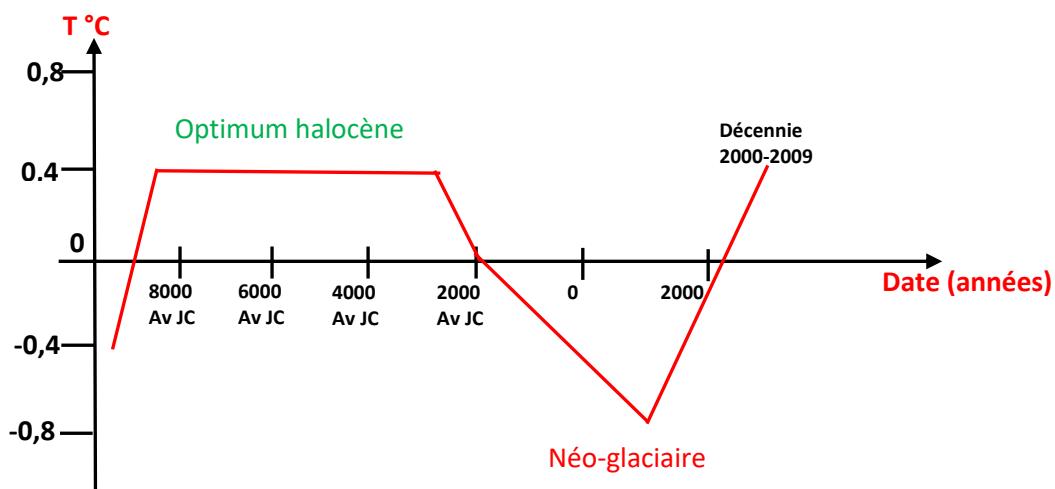
➤ La grande pile (Saint-Germain – 70)

C'est une tourbière proche de Lure. Cette courbe ci-dessous, est l'œuvre de Geneviève WOILLARD qui a isolé et étudié les pollens dans une carotte de sédiments



➤ Températures globales en Franche-Comté

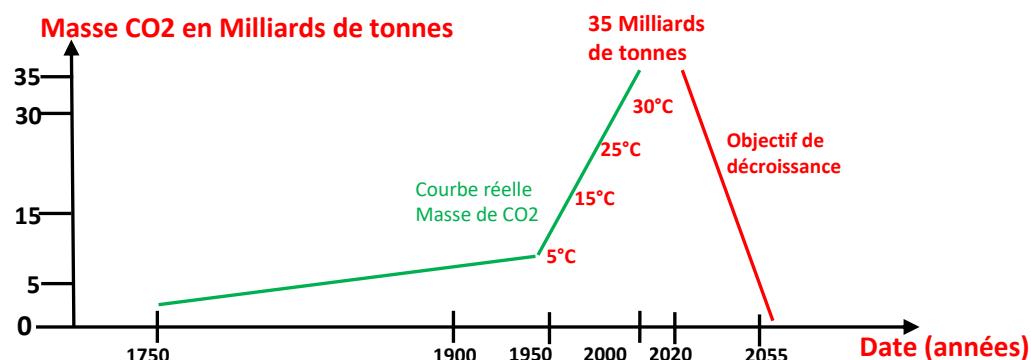
Le climat de référence est celui de la période 1961-1990



Une phase glaciaire, autrefois provoquant une baisse de 4°C, maintenant, avec le régime du aux humains, on observe un réchauffement de +4°C.

➤ Emissions de CO₂ dans le monde

Le pic des émissions de gaz carbonique devrait être atteint en 2025 pour suivre les décisions du GIEC.



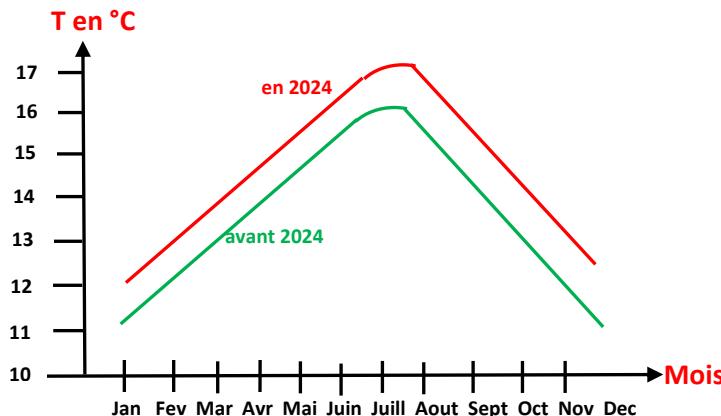
L'objectif de l'atteinte de la neutralité carbone est 2050 (ne pas émettre plus de CO₂ que le système terre ne peut absorber).

On a calculé que **les coûts d'atténuation** (réduction des émissions) et **d'adaptation** (aux risques induits par le changement climatique) sont inférieur à 2% du PIB mondial.

Le changement climatique nécessaire est donc à la portée de la communauté internationale, ce n'est qu'une question de volonté politique pour chaque pays de la planète !

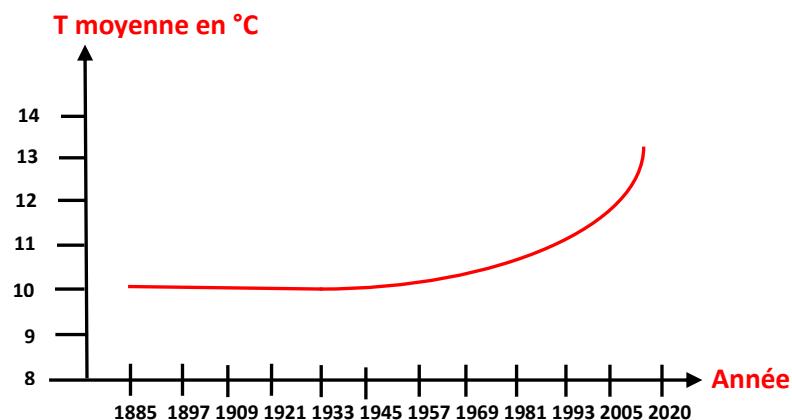
➤ **Mesure du changement climatique à l'échelle de la planète :**

La courbe de la température mondiale en fonction du mois de l'année est la suivante :



➤ **Le réchauffement climatique à Besançon :**

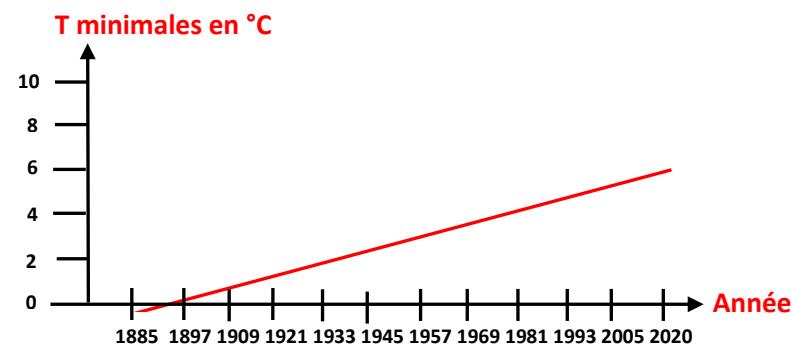
La courbe de la température annuelle moyenne à Besançon en fonction de l'année est la suivante (entre 1885 et nos jours) :



Se rappeler que la **canicule de 1911** a fait environ **30.000 morts en France**.

Par ailleurs, le **nombre de jours de chaleur** (Température $T > 25^\circ\text{C}$) est passé de **43 jours à 56 jours entre 1961 et 2020**, il est de **96 jours en 2018**.

Si on analyse le **nombre de jours de gel par hiver** : il a diminué de **16 jours entre 1961 et 2020** avec une courbe des **températures minimales** ayant l'aspect suivant :



Les précipitations à Besançon ont oscillé entre 300 mm et 1500 mm d'eau entre les années 1890 et 2020.

➤ **Le réchauffement climatique à Montbéliard:**

Le site « CLIMADIAG Commune » indique que les températures moyennes à Montbéliard sont montées de 1,5°C à 3,6°C en hiver et de 18°C à 21°C en été (entre les années 1885 et 2020).

Sur la même période, le nombre de jours de gel est passé de 70 jours à 44 jours par an. Parallèlement, le nombre de jours avec risque de feux de végétation a augmenté.

3) LES IMPACTS SUR LES ECOSYSTEMES ET LES ACTIVITES HUMAINES

➤ **L'enneigement à Mouthe (935m)**

Il diminue de façon catastrophique : le nombre de jours avec plus de 10cm de neige au sol est passé de 75 jours en 1990 à 54 jours en 2020. Cela a des conséquences sur le tourisme (station de Métabief). On prévoit qu'il y aura moins de 40 jours de neige par an à partir de 2040, il sera donc impossible de rentabiliser la station.

➤ **L'enneigement prévisible au Ballon d'Alsace**

Entre les années 2041 et 2060, la température hivernale augmentera entre 1,2°C et 2°C. La hauteur d'enneigement diminuera de 17% à 34% sur cette période. Le nombre de jours avec 30cm de neige passera de 39 jours à 25 jours. On constate que la courbe des températures sur la période 1930-2020 pour Besançon suit exactement la courbe de Lyon avec un écart de -2°C.

➤ **Premières conséquence du réchauffement climatique :**

Sous nos latitudes, en montagne, on sait que **1°C de réchauffement climatique équivaut à une descente de 100km en latitude et de 100m en altitude**. En Suisse, en 2040 à Bâle, on aura le climat actuel de Lyon et en 2100 celui de Barcelone.

➤ **Courts films sur les impacts du changement climatique dans le Haut Jura :**

Michel Magny et Hervé Richard nous passent un **premier court film concernant un exploitant possédant 90 vaches dans le Jura**. Il nous parle des **impacts négatifs sur la production d'herbe** nécessitant d'utiliser plus la diversité de ses prairies. **L'arbre devient une solution de protection du sol**. L'exploitant doit réaliser ses fauches plus tardivement. Cela a un **impact important sur l'économie fourragère**. Il y a nécessité de se regrouper dans des Groupements d'Intérêts Economiques et Ecologiques. Il faut aussi **réagir plus vite si on veut améliorer ses résultats**.

Une diapo montre l'évolution de la pousse d'herbe sur les plateaux du Jura : **plus il fait chaud, moins l'herbe pousse, la conséquence est directe sur la baisse du nombre de vaches par hectare**.

Michel Magny et Hervé Richard nous passent un **second court film sur les tourbières** qui sont de véritables gardiennes du carbone. **Les tourbières** se mettent en place dans un milieu gorgé d'eau et **créent un très gros stock de carbone piégé dans le sol** (représentant plus de 30% du stock de carbone dans le sol). Par contre, avec le réchauffement climatique, les températures de ces tourbières augmentant, on abaisse leur niveau d'eau et la tourbière devient minéralisée, le carbone repasse alors dans l'atmosphère sous forme de CO₂.

Un « programme light 2014 et 2029 » a été créé pour réhabiliter les tourbières. Son efficacité doit être obtenue d'ici 2030. Se rappeler que les tourbières représentent 3% des terres immersées de la planète.

Le tiers du carbone stocké dans la totalité des sols représente la moitié du carbone atmosphérique (sous forme de CO₂ et CH₄), soit les **2/3 de la biomasse terrestre**.

L'équation suivante se réalise :

Sol + Rivières + Lacs + Océans = puits pour la moitié des émissions de gaz à effet de serre.

Depuis 100 ans, la planète a perdu la moitié de ses milieux humides.

➤ **L'état sanitaire de nos rivières:**

Nos rivières sont gravement menacées par l'augmentation de la température de l'eau et par la pollution (désoxygénéation due au phénomène d'eutrophisation lié à la fertilisation excessive des sols par les engrains dans les rivières et les bassins versants de fleuves qui les déversent ensuite dans les estuaires et les zones côtières). La conséquence est une **érosion quantitative et qualitative de la biodiversité**.

➤ **La Loue et les rivières en 2100 :**

La Loue aura une augmentation de température comprise entre 2,7°C et 4°C, **elle perdra 67% de son débit en été et gagnera 25% du débit actuel en hiver** (dû à l'accroissement des pluies diluviales en hiver).

Il y aura une « méditerranéisation » du climat dans nos régions : les rivières et fleuves verront leur débit diminuer fortement en été et augmenter fortement en hiver.

➤ **Impacts sur les forêts :**

Le **réchauffement climatique de 1976 à 2006 a provoqué une augmentation des isothermes de 60m par décennie** mais, parallèlement, **les isothermes de la végétation ont augmenté seulement de 30m et les arbres de 9m**.

Ceci constitue la notion de « dette climatique ».

➤ **Impacts sur les pôles de puits de carbone :**

Le **réchauffement climatique provoque un affaiblissement** des pôles de puits de carbone : le stock de carbone continue à augmenter mais la dynamique d'absorption du CO₂ par les forêts françaises diminue.

Entre 2005 et 2013, 63 millions de tonnes de CO₂ ont été absorbées.

Entre 2014 et 2022, seulement 35 millions de tonnes de CO₂ ont été absorbées.

➤ **Nécessité de « renaturer » les villes :**

Une carte de Franche-Comté nous est montrée en diapo, qui donne, en rouge, les îlots de chaleur. Ceux-ci couvrent pratiquement toute la région. On voit nettement le rôle de la canicule en juin 2018 qui fut la plus forte dans la zone de Besançon et dans la boucle du Doubs (32°C) alors, qu'à côté de ces zones, la température est de 23°C.

Il y a lieu de replanter des arbres et autres plantes dans les villes pour les « renaturer ».

➤ **Dessin d'enfant sur une vision de la ville en 2050 :**

Le jeune Lenny (8 ans) en Suisse, a dessiné sa vision de son village en 2050 : on y voit « un village de pierre » car la pierre est un bon isolant thermique, on y voit aussi des plantes un peu partout, aussi des plantes carnivores. Lenny conclut qu'avec le réchauffement climatique, tous les hommes habiteront dans des maisons en pierre.

4) TEMOIGNAGES ET QUESTIONS DES PARTICIPANTS – REPONSES DES CONFERENCEURS

Question d'un participant : dans les courbes montrées, on voit des alternances entre des périodes glaciaires et des pics de température. En fait, rien n'a changé depuis des millénaires ?

Réponse des conférenciers : on ne peut pas dire cela, reprenez le premier graphique montré (voir page 2 de ce document), le dernier pic (années 2020) est très au-dessus de tous les autres et, ce qui a changé, ce qui est nouveau, est que ce pic est dû à l'impact de l'homme et n'est plus du aux mécanismes naturels des variations de l'orbite terrestre. Dans tous les cas, les pics de CO₂ correspondent toujours à un réchauffement climatique mais, de nos jours, ce réchauffement est de plus en plus fort.

Question d'une participante : j'ai assisté à une conférence faite par des agriculteurs dans la région, avec un film. On constate que tous les champs sont gris en été (dû au réchauffement climatique) mais dû aussi du fait d'avoir voulu éradiquer les renards. Alors les campagnols se sont mis à pulluler et à manger les racines des plantes. Ne croyez-vous pas qu'on amplifie certains phénomènes en touchant à la biodiversité ?

Réponse des conférenciers : vous avez pleinement raison. Nous connaissons cet effet de pullulation de campagnols et leurs effets sur les plantes. Par ailleurs, les agriculteurs ont du mal à diminuer la taille de leurs troupeaux suite à la diminution des surfaces herbées.

Question d'un participant : au niveau de la tourbe, une jardinière ici en a acheté. Elle a constaté que des m³ de tourbes sont vendus provenant de Roumanie, ce qui provoque un accroissement du CO₂. Que faut-il faire ?

Réponse des conférenciers : ce phénomène est bien connu : il faudrait réglementer tout cela au niveau de l'Europe et prendre conscience qu'on appauvrit les milieux humides quand on achète de la tourbe.

Question d'un participant : on a parlé du réchauffement climatique en Franche-Comté (qui est au nord de l'Europe) mais pas d'un phénomène qui risque d'être dramatique : la disparition de l'Amoc.

Précisions du rédacteur : l'évolution d'un grand courant marin suscite beaucoup d'interrogations depuis plusieurs dizaines d'années, il s'agit de la circulation méridienne de retour Atlantique, l'Amoc. Son comportement fait débat dans la communauté scientifique, et certains avancent le fait qu'aucune preuve tangible n'a encore pu être donnée sur son éventuel affaiblissement. Mais une nouvelle étude de l'université de Miami estime avoir la confirmation que le courant s'est bien affaibli au cours des 20 dernières années et qu'il a contribué à la hausse du niveau de la mer.

Réponse des conférenciers : les courants mondiaux (tels que le Gulf Stream) amènent des hivers plus doux. Mais un enfoncement des eaux des pôles (plus froides) qui s'écoulent au fond de l'Atlantique et resurgissent dans le Pacifique puis dans le Gulf Stream en Atlantique nord. Ces eaux véhiculent 50% de la chaleur entre les tropiques et

les pôles. Finalement le GIEC a sous-estimé le risque de chute du courant océanique mondial qui a abouti à un refroidissement climatique. Si on dépasse 2°C de réchauffement, il risque de se créer une cascade de phénomènes qui nous feraient perdre la main sur les écosystèmes terrestres.

Question d'un participant : quid du permafrost du grand nord qui se réchauffe plus vite que nos régions ?

Réponse des conférenciers : c'est exact, la libération du CH₄ par la disparition du permafrost créerait des phénomènes très importants.

Question d'un participant : est-ce que cela a du sens de prendre des moyennes sur 30 ans pour déterminer le climat ?

Réponse des conférenciers : on a du mal toujours à faire la distinction entre la météo et le climat. Le climat se définit sur une moyenne sur 30 ans, c'est pertinent. Prenez l'exemple des Rousse qui ont vu un plateau de ralentissement du réchauffement de températures pendant 4 ans. La moyenne sur 30 ans permet de lisser ces phénomènes.

Question d'un participant : à partir de quelle température la vie sur terre serait-elle compliquée?

Réponse des conférenciers : à partir des années 2070, si on continue la pente actuelle (+3 à +4 °C à la fin du siècle), le tiers de la population mondiale (3 milliards sur 10 milliards à cette époque) seraient dans des zones inhabitables (à cause de la chaleur mais aussi de la vapeur d'eau). Cela, poserait un problème énorme d'immigration auquel il faudrait ajouter les effets dus à la hausse du niveau des mers. Se rappeler qu'au Bangladesh, 120 millions d'habitants vivent au raz de la mer...

Témoignage d'une participante : ma fille travaille en République Démocratique du Congo. Quand je la vois en visioconférence, elle apparaît toujours avec une poche de glace sur la tête. Elle m'a dit qu'autrement le climat serait insupportable.

Question d'un participant : quelle est la part effective de l'homme dans le réchauffement climatique?

Réponse des conférenciers : l'impact de l'homme est qu'on sort des courbes oscillantes vues précédemment et qu'on accentue les pics de CO₂, de CH₄ et donc de Température. Le réchauffement en cours est seulement produit par l'accentuation des volumes de gaz à effet de serre déversé dans l'atmosphère. Les variations de l'activité du soleil (en particulier, les oscillations de la quantité de carbone 14 déversée par le soleil dans l'atmosphère) impliquent une légère oscillation du niveau des lacs en France (exemple, lac d'Annecy) mais ces variations sont très petites et complètement négligeables par rapport à l'influence de l'homme.

Question d'un participant : ne pensez-vous pas qu'en tant qu'humain, on s'en est toujours sorti ?

Réponse des conférenciers : ceci est faux : l'humanité a eu des pertes énormes suite aux changements climatiques. La technologie peut aider mais ne va pas pour autant nous sauver, ce sont plutôt les progrès dans la baisse de nos consommations qui nous feront nous en sortir. Il faudra réduire notre impact pour retrouver un équilibre satisfaisant.

Remarque d'un participant : on peut dire que l'influence de l'homme est passée d'une augmentation de 4°C sur 100.000 ans à une augmentation de 3°C sur seulement les 200 dernières années...

Question d'un participant : que veut dire que les solutions représentent 2% du PIB mondial ?

Réponse des conférenciers : la Fondation Rousseau a fait des calculs globaux des coûts nécessaires pour empêcher ce réchauffement climatique. Ils arrivent à 2% du PIB mondial, ce qui est énorme en valeur absolue (Note du rédacteur : PIB mondial en 2023 = 105 billions de dollars, soit 105 mille milliards de dollars = 105×10^{12} dollars 2% du PIB mondial = $2,1 \times 10^{12}$ dollars = 2,1 mille milliard de dollars) mais cela n'est pas hors de portée des différents états, c'est une question de volonté politique.

Question d'un participant : quelles sont les actions suggérées par le GIEC ?

Réponse des conférenciers : construire plus de digues ou déménager (anticiper plutôt qu'essuyer des catastrophes).

Question d'un participant : déménager ne réduira pas le CO₂?

Réponse des conférenciers : C'est vrai mais cette adaptation doit être couplée avec la réduction de CO₂. Continuer à construire en béton est ce qu'il ne faut pas faire. Ainsi que continuer à exploiter et utiliser du charbon...

Rédacteur : Jean-Pierre BULLIARD

IESF Bourgogne Franche-Comté

Vice - Président des Ingénieurs INSA de Franche-Comté

Pour le compte du Pavillon des Sciences

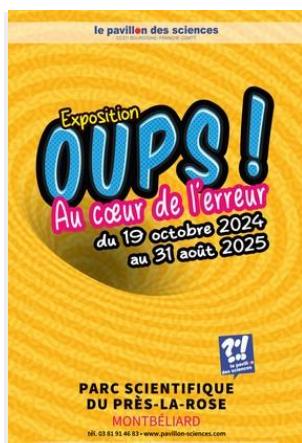
- ***Notre monde a changé de base et il devient urgent d'en comprendre les nouveaux principes.***

Programme des prochains « Bar des Sciences » : pour tout renseignement complémentaire contacter :

Marie KEREBEL-ALARY – Tél : +33 6 84 62 84 63 E-Mail : marie@pavillon-sciences.com

- **Mardi 25 février 2025** - Lieu : Bar de l'Hôtel Bristol — rue Velotte - Montbéliard à 20 heures. **« Le cou de la girafe est-il inné ou acquis ?»**
- **Lundi 17 mars 2025** - Lieu : les Bains Douches - 4 rue Charles Contejean 25200 Montbéliard à 20heures **SUR RESERVATION – «DeLaurentis : des longs métrages imaginaires»**
- **Mardi 25 mars 2025** - Lieu : Bar de l'Hôtel Bristol —rue Velotte - Montbéliard à 20 heures. **« Allergies : vive les microbes !»**
- **Mardi 15 avril 2025** - Lieu : Bar de l'Hôtel Bristol — rue Velotte - Montbéliard à 20 heures. **«Symbiose : quand l'humain s'en mêle. »**
- **Vendredi 16 mai 2025** - Lieu : Théâtre de Marionnettes - 30 Bis Rue Jean de la Fontaine-Belfort à 20 heures. **«De nouveaux rites funéraires ?»**
- **Jeudi 12 juin 2025** - Lieu : CRUNCH Lab UTBM Campus de Belfort Rue Becquerel Bâtiment 14, 90000 Belfort à 20 heures. **«Femmes de sciences au XXème siècle»**

EXPOSITIONS DU MOMENT AU PAVILLON DES SCIENCES



Du 19 octobre 2024 au 31 août 2025

"Oups ! Au cœur de l'erreur"

L'exposition est une invitation dans le monde des couacs, flops, bêtises, et autres grosses boulettes, de la tarte Tatin à la catastrophe de Fukushima... pour accepter que l'erreur soit humaine...

L'échec, dans notre société, est mal vu. "Il faut réussir !"

Pourtant bon nombre de réussites sont basées sur une succession d'expériences préalablement ratées ou d'expériences qui, quelquefois, ont abouti à un résultat étonnant, inattendu.

Tous les domaines, y compris la science, fonctionnent sur ce principe. Il faut faire des erreurs pour mieux réussir. L'idée de l'exposition est de montrer que les savants et savantes ne regardent simplement pas l'échec comme nous. Le raté est une donnée en lui-même.

À partir de 10 ans.

Une exposition créée par le Pavillon des sciences en partenariat avec la Région Bourgogne-Franche-Comté, Pays de Montbéliard Agglomération et en collaboration avec le mémorial Futuba au Japon.

Renseignements et réservations : 03 81 91 46 83

Voir détails sur :

Le Site Internet du Pavillon des Sciences : www.pavillon-sciences.com.

Parc Scientifique du Près-la-Rose – 25200 MONTBELIARD