

La Fête de la science en Orléanais

Une conférence a accueilli un large public le 9 octobre 2023, en partenariat avec l'A3 CNRS (Association des Anciens et des Amis du CNRS) et la SHA (Société Historique et Archéologique de Saint-Cyr-en-Val), sous l'égide du CCSTI Centre-Sciences.

C'est une relance d'activités "post covid", bénéficiant de la proximité de notre village et des campus (CNRS, Université, BRGM, INRAE, INRAP...): les savants viennent au devant de la société et les citoyens sont bienvenus dans les labos.

C'est devenu une tradition à Saint-Cyr-en-Val pour les expositions ou les conférences de scientifiques régionaux ou internationaux comme l'astronaute Claude Nicollier ou le climatologue Hervé Le Treut.

Le conférencier

Thierry Dudok de Wit est enseignant- chercheur au Laboratoire de Physique et Chimie de l'Environnement et de l'Espace (LPC2E, CNRS & Université d'Orléans) et à l'International Space Science Institute (ISSI, Berne). Impliqué dans une mission spatiale de la NASA (Parker Solar Probe) en train de frôler le Soleil, il travaille sur l'impact de l'activité solaire sur notre environnement terrestre et il suit de près les enjeux climatiques.

Le soleil, notre étoile

A3 site / Fête de la Science 2023 A3SCVconfSoleil05.docx 09/11/23 1 / 4

L'environnement spatial de la Terre est en permanence exposé aux variations d'activité solaire, dont certaines peuvent avoir un impact direct sur notre vie et sur nos technologies: dysfonctionnement de satellites, perturbation de communications radio, perte de localisation par GPS, etc. La "météorologie de l'espace" (Space Weather) développée sur le campus d'Orléans La Source, vise à mieux comprendre ces variations et à prédire l'impact du rayonnement solaire sur notre atmosphère. Elle s'appuie sur les dernières découvertes du Soleil (missions Parker Solar Probe, Solar Orbiter). L'évolution du milieu spatial sur des durées longues, contribue aux rapports du GIEC et donc aux fortes attentes sur le lien présumé entre activité solaire et réchauffement climatique.

Activité solaire et variations climatiques : des relations tumultueuses

Thierry Dudok de Wit & Paul Gille



Lever du Soleil depuis l'ISS© ESA/NASA

Saviez-vous qu'aujourd'hui nous comprenons mieux l'intérieur du Soleil que celui de la Terre? Mais, paradoxalement, l'atmosphère solaire est un des milieux les plus énigmatiques de notre univers. En effet, nous ne savons pas expliquer sa température si élevée : plusieurs millions de degrés ! Le Soleil, que l'on croyait immuable, est en réalité une étoile dynamique qui connaît régulièrement des sursauts d'activité. Ceux-ci viennent affecter notre environnement terrestre, le climat, mais aussi nos dispositifs technologiques. Le Soleil est ainsi plein de paradoxes, dont l'un revient souvent dans l'espace public : cette variabilité de son activité n'aurait-elle pas un rôle dans l'évolution actuelle du climat ?

L'effet de serre et le Soleil

Le rayonnement solaire apporte sur la Terre 340 W/m^2 dont 100 sont réfléchis en lumière vers l'espace, 239 rayonnent en chaleur et il en reste 1 W/m^2 pour chauffer la Terre.

Pour mieux comprendre les mécanismes, il faut utiliser des “modèles”. Un modèle est une approximation de la réalité, qui intègre les lois de la physique-chimie et tout ce qu'on sait. Il est donc forcément contraint par l'état de notre savoir.

Que nous disent les modèles ?

Ils permettent de répondre à la question: *et si* ? On peut comparer sur un même graphique [GIEC, 2021] l'évolution de la température moyenne du globe depuis 1850 :

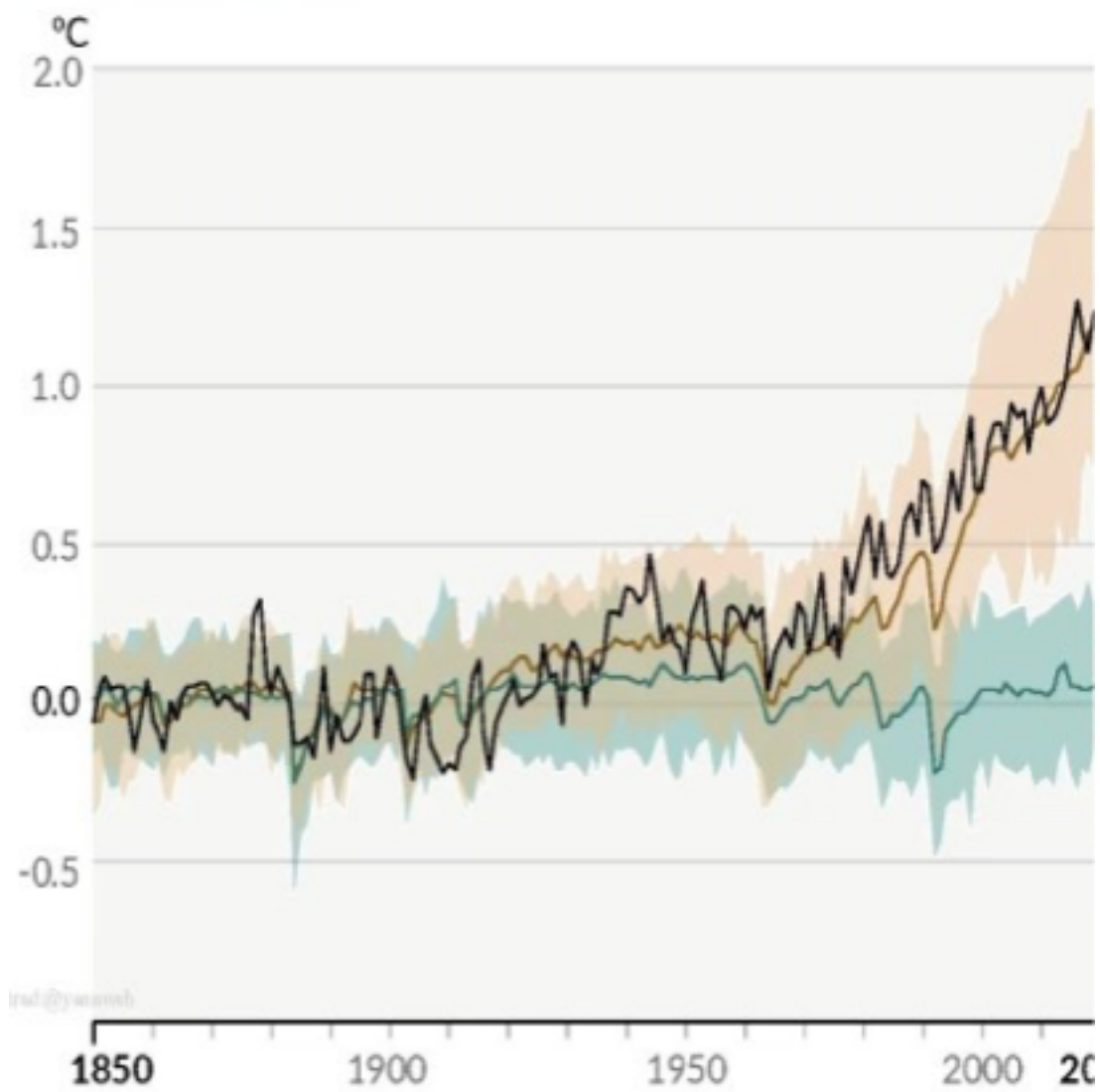
- en bas, des simulations (sans gaz à effet de serre), relativement stables,
- en haut, les observations réelles (incluant les gaz à effet de serre et divers effets naturels) en progression spectaculaire depuis les années 1980.

Ce que montrent les observations

Un exemple spectaculaire en France est le glacier d'Argentière, remplissant le paysage en 1860, quasi disparu en 2015. Anecdotiquement, la taille des sous-vêtements depuis le 18^{ème} siècle illustre le réchauffement climatique.

En recueillant les données sur 20 000 ans, on constate le réchauffement progressif depuis l'ère glaciaire, puis une stabilisation à la période "holocène" (révolution néolithique) suivie d'une accélération brutale au 20^{ème} siècle.

Le constat est que notre civilisation n'a pu se développer qu'à la faveur d'un climat plus stable et clément.



Température moyenne du globe © GIEC 2021





Le glacier d'Argentière en 1860 © Aimé Civiale

Argentière en 2015 © A. Cerdan & R. Noyon

Et si le Soleil était responsable du réchauffement ?

Même la publicité s'en mêle, par exemple aux USA : “Le Soleil est la cause principale du changement climatique. Pas vous. Ni le CO₂”. C’est un débat politique et même la communauté scientifique affiche parfois ses divergences. Les nombreuses causes des variations climatiques peuvent se classer en ;

- Causes naturelles : Variation du rayonnement solaire, Modifications de l’orbite terrestre (cycles de Milankovich), Eruptions volcaniques, Emplacement des continents (circulation océanique), Cycles climatiques (El Niño), Rayons cosmiques, etc.
- Causes humaines : Gaz à effets de serre, Pollution de l’air (aérosols), Occupation du sol

Louis XIV, le Roi Soleil ! De même le Minimum de Dalton (1790-1830) correspond aussi à un climat plus humide en Europe et un petit âge glaciaire, comme en témoigne une photo d'un glacier du Rhône.

L'impact du rayonnement solaire

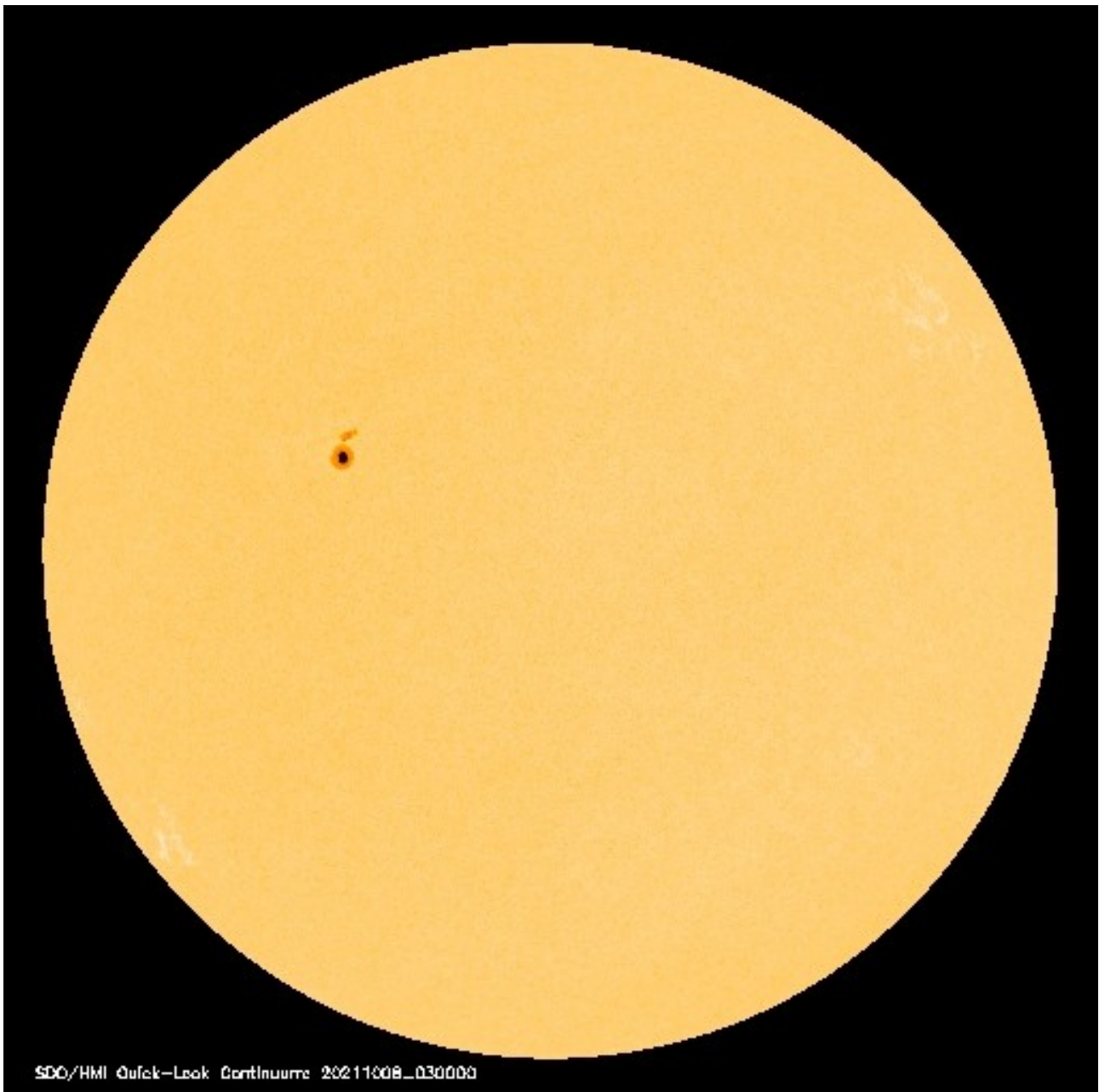
Le rayonnement solaire est mesuré depuis 1978 par des satellites. Au-dessus de l'atmosphère, une surface de 1 m² reçoit une puissance moyenne de 1361 W. Le bilan est : l'impact est bien trop faible, mais il n'y a pas assez de recul (40 ans) pour conclure à un impact de la variabilité de ce rayonnement sur le long terme. Mais il y a des effets plus subtils comme l'impact du rayonnement UV. Le rayonnement solaire inclut : la lumière visible (60%), l'infrarouge (32%), l'ultraviolet (8%). Cette petite contribution ultraviolette a un impact sur l'environnement terrestre fort différent, particulièrement sur la couche d'ozone, le vortex polaire et le *jet stream*, provoquant une hausse des températures dans la stratosphère.

Des pièges à éviter

Les débats sur le réchauffement, ses causes et ses conséquences, peuvent être faussés par un manque de rigueur méthodologique ou une interprétation injustifiée de certains diagrammes.

Ne pas confondre corrélation et lien de causalité. Par exemple, un parallélisme apparent peut rapprocher (mais sans expliquer) le Nombre de taches solaires avec les productions de l'industrie automobile, de l'industrie lourde ou de l'industrie du bâtiment [archives de la Banque Nationale Suisse entre 1925 et 1937]. Attention aussi aux fausses apparences: sur les graphiques des températures mesurées, distinguer les variations erratiques à court terme et les tendances à long terme. L'effet "cueillette de cerises" consiste à choisir arbitrairement des mesures effectives mais singulières, hors contexte. Les attaques *ad hominem* détournent l'évaluation d'une mesure ou d'un principe vers la critique de son auteur, par exemple Greta Thunberg serait une prêtresse verte, donc la cause qu'elle défend serait inacceptable...

(déforestation), Traînées des Modification de la couche d'ozone, etc.
avions,



Le Soleil, à l'œil nu

Les taches solaires sont observées depuis longtemps : Galilée (1612), Staudach (1762), Schwabe (1836) et leur compilation a donné naissance au “nombre de taches solaires”. Ce nombre de taches varie périodiquement, c’est un traceur d’activité solaire, qui suit un cycle d’environ 11 ans.

Historiquement, on a relevé le Minimum de Maunder (1640-1710) avec un climat plus humide en Europe, correspondant au règne de

L'état actuel des connaissances

Notre connaissance actuelle est compilée dans les rapports du GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat).

Son dernier rapport (2021) rassemble l'état de l'art de la compréhension physique, en 3900 pages, représentant plus de 40 000 publications scientifiques passées au crible !

Quel consensus ? 97% des experts du climat attribuent le réchauffement climatique à l'impact de l'activité humaine (avec des conséquences majeures pour l'humanité).

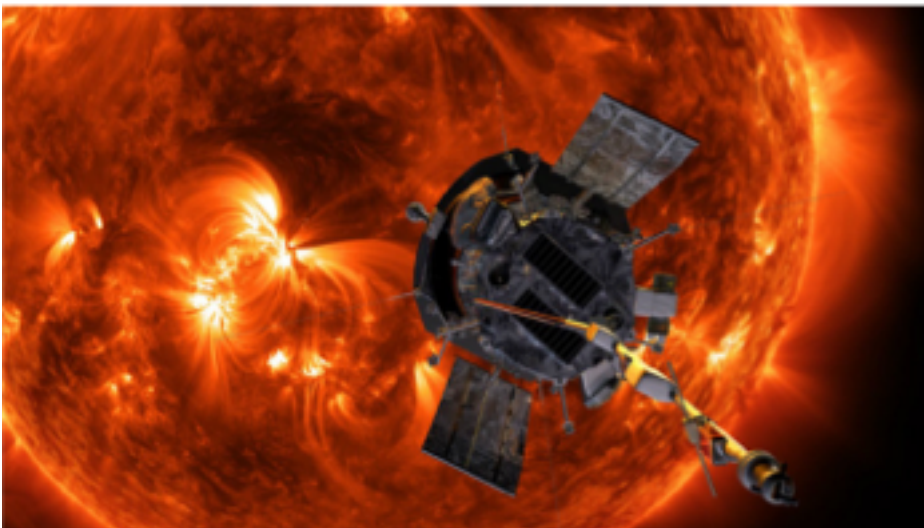
En conclusion

OUI : Un fort consensus des scientifiques **ET** des preuves montrent que **l'homme est la cause** première du dérèglement climatique actuel. **Pas le Soleil.**

ET : Les contraintes physiques du système climatique font que **la Terre va continuer à se réchauffer** sur les prochaines décennies. Nous ne pouvons pas y échapper.

AUSSI : Soignez votre capacité d'écoute, de dialogue, mais aussi de regard critique sur des problèmes complexes pour lesquels il n'existe pas de solution simple.

A3 site / Fête de la Science 2023 A3SCVconfSoleil05.docx 09/11/23 4 / 4



Parker Solar Probe © NASA Solar System Exploration