



Bilan radiatif, effet de serre, gaz à effet de serre

[Marielle Saunois] Bonjour, je suis Marielle Saunois. Je suis enseignante-chercheuse à l'université de Versailles-Saint-Quentin et au LSCE. Dans cette vidéo je vais vous présenter comment les activités humaines ont perturbé le bilan radiatif terrestre en augmentant l'effet de serre et avec pour conséquence une augmentation de la température moyenne à la surface de la Terre. Comme nous venons de le voir dans la vidéo précédente, le bilan radiatif, et donc la température à la surface de la Terre, dépendent de deux processus : le premier c'est l'effet parasol qui va contrôler l'énergie solaire absorbée par la Terre et le second, l'effet de serre, qui lui va contrôler l'énergie de la planète renvoyée vers l'espace. Si l'un de ces deux éléments est perturbé, par exemple l'effet de serre augmente, alors le bilan est perturbé et la température à la surface de la Terre est modifiée, ici elle va augmenter. L'absorption des rayonnements infrarouges terrestres dans l'atmosphère est due à la présence de gaz dits « gaz à effet de serre ». L'autre, ce graphique vous montre le spectre d'émission du soleil et de la Terre. Celui du soleil à gauche est plutôt dans l'UV et le visible, et celui de la Terre à droite essentiellement dans l'infrarouge. Le graphique de dessous vous montre l'absorption de l'ensemble des rayonnements par l'atmosphère terrestre. Vous pouvez voir que des creux, ce qu'on appelle des bandes apparaissent. Chacune de ces bandes est liée à un gaz ou plusieurs. Sous le spectre d'émission de la Terre, vous pouvez voir des bandes d'absorption à la vapeur d'eau H_2O , au dioxyde de carbone CO_2 , au méthane CH_4 , protoxyde d'azote N_2O , et à l'ozone O_3 : vous avez là le rappel des principaux gaz à effet de serre. Comme Gilles Ramstein, dans la première semaine du MOOC et Marc Delmotte lors de cette séquence vous l'ont introduit, l'effet de serre est un phénomène naturel et totalement nécessaire à la vie sur Terre. Sans effet de serre par l'atmosphère, la température de la Terre serait de -18 degrés. L'effet de serre permet d'avoir une température moyenne à la surface de la Terre d'environ 15 degrés, soit une augmentation de plus de 30 degrés. Dans la suite nous parlerons d'effet de serre naturel avant la perturbation par les activités humaines et d'effet de serre additionnel dû aux activités humaines. Sur ce graphique, vous pouvez voir la contribution des différents gaz à effet de serre naturel. Le premier c'est la vapeur d'eau. Effectivement, elle contribue à environ 60% de l'effet de serre naturel. Elle est suivie par le dioxyde de

carbone, le CO_2 pour 26% puis l'ozone O_3 , le méthane CH_4 et le protoxyde d'azote N_2O . Plus les nuages qui vont aussi jouer un rôle dans le climat. Ils ont en effet un pouvoir refroidissant puisqu'ils réfléchissent le rayonnement solaire et donc contribuent à l'effet parasol, mais ils ont aussi un pouvoir réchauffant. Vous avez tous expérimenté qu'une nuit claire sans nuages, est bien plus fraîche qu'une nuit nuageuse. Ça montre bien l'effet de serre des nuages. En moyenne, les nuages vont refroidir le climat mais certains nuages fins et élevés comme les cirrus ont un effet de serre dominant. Les scientifiques sont désormais capables de déterminer les quantités de gaz à effet de serre présents dans l'atmosphère sur des temps géologiques, bien antérieurs au début du développement de l'agriculture et des activités industrielles grâce à l'analyse de carottes glaciaires. Ce graphique vous montre l'évolution des concentrations dans l'atmosphère de trois gaz à effet de serre, le CO_2 , le CH_4 et le N_2O , depuis l'an 0 jusqu'en 2020. Vous pouvez voir que leurs concentrations sont restées quasi constantes sur les 1700 premières années mais que depuis environ 1750, donc c'est l'année qu'on prend comme période de référence pour la période préindustrielle, les concentrations ont augmenté et surtout lors du XXe siècle. À partir de ces mesures, on estime que depuis cette période 1750, les concentrations de CO_2 dans l'atmosphère ont augmenté de 40%, celles du méthane ont été multipliées par 2,6 et les concentrations de protoxyde d'azote dans l'atmosphère ont augmenté, elles, de 20%. Les activités humaines, les industries, le transport, l'agriculture ont donc bien contribué à augmenter les concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère. L'Homme a même introduit dans l'atmosphère des gaz qui n'ont aucune origine naturelle. Ces gaz synthétiques sont composés de carbone, d'hydrogène, de fluor et de chlore : ce sont les chlorofluorocarbones, les hydrochlorofluorocarbones ou encore les hydrofluorocarbones. Ces gaz ont été produits à partir des années 1950 pour l'industrie du froid, de l'isolation ou comme nettoyeurs et gaz propulseurs. Sur la figure de droite, vous pouvez voir que leurs concentrations mesurées seulement à partir des années 1980 sont en augmentation, même si certains tentent aujourd'hui à se stabiliser, voire à diminuer suite à l'application du protocole de Montréal qui vise à protéger la couche d'ozone. C'est donc l'augmentation des concentrations de ces gaz à effet de serre en lien avec les activités humaines qui est responsable de ce qu'on appelle l'effet de serre additionnel. Aujourd'hui, les scientifiques estiment que le CO_2 est le premier gaz à effet de serre anthropique et qu'il a contribué à 57% à l'effet de serre additionnel. Il est suivi par le méthane pour 15%, l'ozone avec 11% et le protoxyde d'azote contribue à 6%. L'ensemble des composés halogénés donc essentiellement les CFCs contribuent, eux, à hauteur de 11%. Ainsi, les scientifiques estiment l'effet de serre additionnel à 3,18 watts par m^2 entre 1750 et 2011, soit une augmentation de température moyenne

à la surface de la Terre de 0,85 degrés entre 1880 et 2012. Si les émissions de gaz à effet de serre produits par l'homme continuent à croître au même rythme qu'aujourd'hui sur les prochaines décennies, les modèles climatiques prédisent qu'en 2100, la température moyenne à la surface de la Terre pourrait augmenter de 2 voire 4°C. La séquence qui suit de Jérôme Servonnat vous en dira plus sur les modèles climatiques en question.