

TD 1. Effet de serre

Questions

1. Qu'entend-t-on par "effet de serre" et comment influence-t-il le climat de la terre?
2. Quels gaz sont considérés comme gaz à effet de serre et quelles sont les sources de ces gaz?
3. Dans quelle mesure les activités humaines contribuent-elles aux GES?
4. Quels sont les pays qui contribuent actuellement le plus aux niveaux élevés de GES?

Réponses

1. L'effet de serre est la rétention de chaleur dans la couche inférieure de l'atmosphère due à l'absorption et à la réémission par les nuages et certains gaz. La Terre reçoit son énergie du soleil sous forme de rayonnement solaire. Le rayonnement solaire (visible) à ondes courtes traverse l'atmosphère sans rencontrer d'obstacles ou presque et réchauffe la surface terrestre. Le rayonnement thermique à ondes longues émis par la surface réchauffée de la Terre est partiellement absorbé par un certain nombre de gaz à l'état de trace ou "à effet de serre" (GES). Ces gaz sont présents en petites quantités dans l'atmosphère et réfléchissent le rayonnement thermique à ondes longues dans toutes les directions. Une partie du rayonnement est dirigée vers la surface de la Terre (Fig 1).

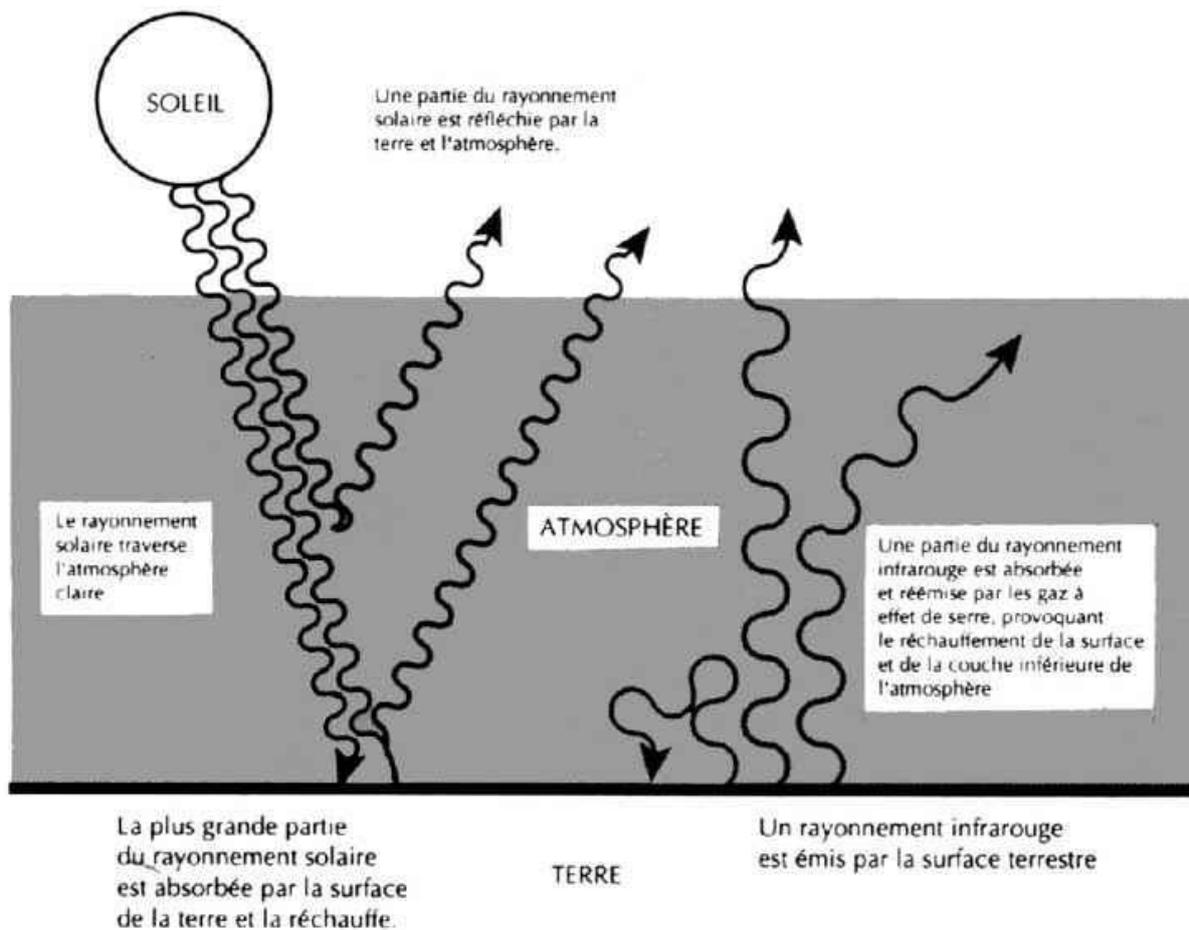


Figure 1. Diagramme simplifié de l'effet de serre (Source: Houghton, 1991)

La quantité de gaz à effet de serre dans l'atmosphère peut influencer sur les températures globales. Si ces gaz devaient augmenter, les températures pourraient s'élever. S'ils devaient diminuer, les températures globales s'abaisseraient.

L'effet de serre est un phénomène bien compris reposant sur des principes scientifiques établis. La température moyenne de la surface de la Terre, par exemple, est supérieure d'environ 33°C à ce qu'elle serait sans la présence de ces gaz. Des observations par satellite du rayonnement émis par la surface terrestre et à travers l'atmosphère confirment l'action des gaz à effet de serre. La composition des atmosphères de Vénus, de la Terre et de Mars est très différente mais leurs températures de surface sont en accord avec les principes

de l'effet de serre. Enfin, des mesures de carottes de glace remontant à 160 000 ans montrent que la température de la Terre a varié avec les quantités de dioxyde de carbone et de méthane, deux des principaux gaz à effet de serre présents dans l'atmosphère (Fig. 2). Les variations survenant dans les quantités de ces gaz peuvent expliquer, mais en partie seulement, les grandes différences de températures globales (5-7°C) entre les époques glaciaires et les périodes interglaciaires (Houghton, 1991). Selon certaines études récentes, les températures et les gaz à effet de serre sont si étroitement corrélés qu'il est difficile de déterminer quelle est la cause et quel est l'effet.

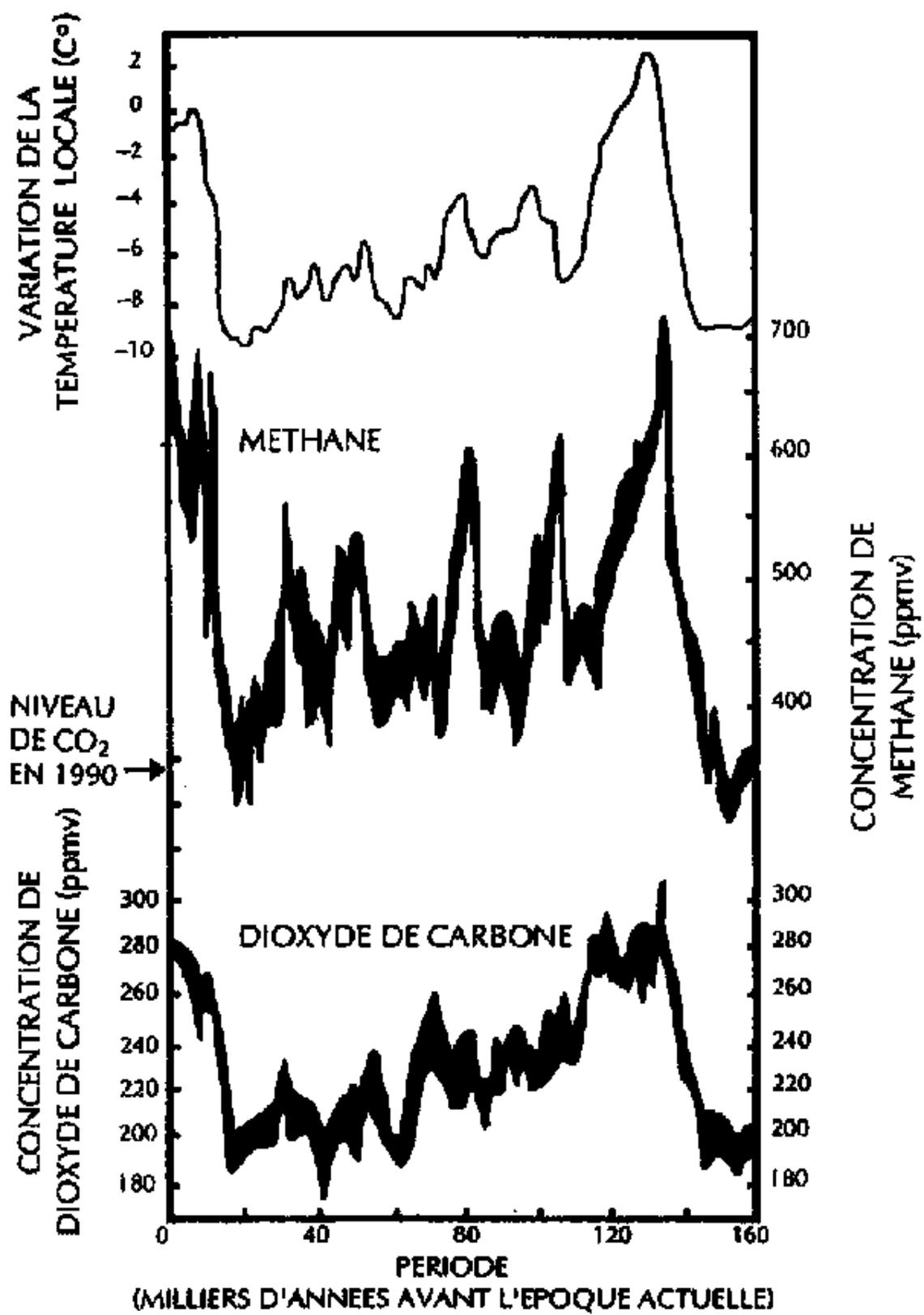


Figure 2. L'analyse de l'air piégé dans les carottes de glace de l'Antarctique montre que les concentrations de méthane et de dioxyde de carbone étaient en corrélation étroite avec les températures moyennes durant les 160 000 dernières années (Watson et al, 1990).

2. Les gaz à effet de serre (GES) présents dans l'atmosphère terrestre comprennent la **vapeur d'eau** (H_2O), le **dioxyde de carbone** (CO_2), le **méthane** (CH_4), l'**oxyde nitreux** (N_2O), les **oxydes d'azote** (NO_x), l'**ozone** (O_3), le **monoxyde de carbone**

(CO) et les **chlorofluorocarbones** (CFC). Les concentrations de ces gaz dans l'atmosphère terrestre ont varié au cours des périodes géologiques. Depuis la dernière période glaciaire, les niveaux de ces gaz sont restés relativement constants. A mesure que l'agriculture et l'élevage se développaient, que la population mondiale augmentait et que les sociétés s'industrialisaient, les niveaux de certains de ces gaz augmentaient sensiblement (Houghton, 1991). On trouvera ci-dessous une description des principaux GES et de leurs sources:

VAPEUR D'EAU (H_2O) - La vapeur d'eau est le plus répandu des GES et celui qui exerce le plus fort effet de serre. La quantité de vapeur d'eau n'est affectée que dans une faible mesure par les activités humaines comme l'irrigation ou la construction de réservoirs. La quantité de vapeur d'eau augmente quand l'atmosphère se réchauffe. Des quantités accrues de vapeur d'eau pourraient renforcer l'effet de serre.

DIOXYDE DE CARBONE (CO_2) - Le dioxyde de carbone est le plus important des GES influencé par l'activité humaine aussi bien en terme de quantité dans l'atmosphère que pour ses effets potentiels sur le réchauffement de la planète. Ce gaz provient de la respiration des animaux et des végétaux, de l'utilisation des combustibles fossiles et de la combustion ou de la décomposition des plantes et des arbres. Les cimenteries sont une autre source importante de CO_2 (IPCC, 1992).

Depuis le début de la révolution industrielle, au milieu du XVIIIe siècle, l'utilisation de combustibles fossiles a augmenté. Il faut ajouter à cela la déforestation à grande échelle et le brûlage des déchets. Ces activités et d'autres interventions humaines ont entraîné une augmentation de près de 25% de la concentration de dioxyde de carbone dans l'atmosphère, de 290 ppmv (parties par million en volume) à 355 ppmv à l'époque actuelle. Cette augmentation a surtout eu lieu depuis 1940 (Hair et Sampson, 1992). On a observé dernièrement une diminution du taux de croissance du CO₂ dans l'atmosphère (Sarimento, 1993, voir encadré 2.1).

METHANE (CH₄) - La principale source de ce gaz est la décomposition anaérobie (décomposition par des microorganismes en absence d'oxygène libre dans l'air). Elle a lieu dans les rizières et les marécages. Le méthane provient également des bovins et autres ruminants, y compris des animaux sauvages, dont la digestion est fondée sur la fermentation entérique. Les termites, très abondants dans les forêts tropicales, sont une autre source de méthane (Zimmerman et al, 1982). D'autres sources comprennent la combustion de la biomasse et la décomposition des remblais et des marécages. Les incendies de forêt dégagent une unité de méthane pour 100 unités de dioxyde de carbone. Le niveau de méthane dans l'atmosphère qui était de 0,8 ppmv en 1850 atteint aujourd'hui 1,7 ppmv. Depuis 1970, pour des raisons inconnues, le taux de croissance du CH₄ dans l'atmosphère terrestre a baissé, passant d'environ 20 ppbv/an à 10 ppbv/an (IPCC, 1992).

OXYDE NITREUX (N₂O) - Ce gaz est dégagé par la déforestation et le feu qui y est associé, la combustion de la biomasse, l'intensification des processus de nitrification et dénitrification du sol dans des zones humides par intermittence, l'application d'engrais azotés et l'utilisation des combustibles fossiles.

MONOXYDE DE CARBONE (CO) - Le monoxyde de carbone n'est pas un véritable gaz à effet de serre. Toutefois, il influe sur le pouvoir d'oxydation de l'atmosphère terrestre et contribue de ce fait à augmenter les concentrations de méthane et d'oxydes nitreux. Le brûlage des savanes herbeuses comme mode de gestion du bétail et des pâturages est peut-être la source la plus importante de monoxyde de carbone. En effet, les combustions lentes et incomplètes dégagent **des quantités plus importantes de CO qu'un brûlage vif et rapide.**

OXYDES D'AZOTE (NO_x), ANHYDRIDE SULFUREUX (SO₂), OZONE (O₃) ET CHLOROFLUOROCARBONES (CFC-11 et CFC-12) - Ces GES proviennent de processus industriels, non biotiques, comme l'utilisation de combustibles fossiles, l'industrie chimique et certains appareils ménagers. La foresterie et les autres modes d'utilisation des terres ne sont pas sources de GES.

L'ozone est un gaz présent partout dans l'atmosphère bien qu'il réside surtout dans la stratosphère où il agit comme un écran protecteur et empêche les rayons ultraviolets nocifs d'atteindre la surface de la Terre. Dans la couche inférieure de l'atmosphère (troposphère), O₃ se forme sous l'effet de la foudre ou comme une composante du brouillard photochimique. L'exposition à des niveaux élevés de O₃ troposphérique peut causer des dommages aux plantes et nuire à la santé humaine. Certaines variétés de haricots et de tabac sont connues pour leur sensibilité à des concentrations élevées de O₃. Plusieurs essences forestières peuvent être endommagées par une exposition à des concentrations élevées de ce gaz (Jacobson et Hill, 1970).

Les CFC, qui étaient utilisés autrefois comme propulseurs d'aérosols et servent encore pour la climatisation, favorisent la destruction de l'ozone stratosphérique et contribuent à son appauvrissement. On pense que c'est

pour cette raison que des trous d'ozone apparaissent en certaines saisons au-dessus des régions polaires

3. Les activités humaines sont responsables de l'émission de quantités croissantes de certains GES dans l'atmosphère. L'utilisation des combustibles fossiles, la déforestation (et le feu qui y est associé) afin de disposer de nouvelles terres pour la culture ou le pâturage, et la combustion du bois et du charbon de bois dégagent tous de grandes quantités de GES. Environ 7 Gt de CO₂ ont été libérées dans l'atmosphère chaque année durant les années 80 par les activités humaines. Environ 75-80 % de cette augmentation est dû aux industries et presque tout le reste à la déforestation et aux modes d'utilisation des terres (Watson et al, 1990). La production de paddy et l'élevage sont également des sources de GES, par leur émission de méthane. Depuis plus d'un siècle, les scientifiques soutiennent que l'augmentation de ces émissions pourrait affecter le bilan radiatif de l'atmosphère, **provoquant une élévation sensible et durable de la température du globe** (Plass, 1959; Hepting, 1963)

4. Les dix pays qui contribuent le plus aux émissions de gaz à effet de serre sont les Etats-Unis, l'ex-URSS, le Brésil, la Chine, l'Inde, le Japon, l'Allemagne, le Royaume-Uni, l'Indonésie et la France. Dans bon nombre de ces pays, le secteur de l'industrie et des services est très développé et utilise des volumes considérables de combustibles fossiles (Watson et al, 1990). En 1990, 36% des émissions globales de carbone dues à la consommation d'énergie provenaient des pays en développement (y compris la Chine et l'ex-URSS). Cette valeur est en augmentation par rapport à l'estimation de 28% faite en 1970 (Global Environmental Change Report, 1994).