III- Un bilan radiatif déséquilibré :

On appelle bilan radiatif la différence entre l'énergie reçue par la Terre et celle réémise vers l'espace. De 1880 à 2018, on a mesuré un réchauffement climatique global d'environ +1°C, ce qui traduit un déséquilibre du bilan radiatif.

Quelles sont les causes de ce déséquilibre radiatif ?

1. A l'aide du document 1, **construire un schéma** des mécanismes l'origine de l'effet de serre. Le schéma ne représentera qu'une portion de la Terre et de son atmosphère, sans prendre en compte sa sphéricité.
2. **Justifier** que le dioxyde de carbone (CO_2) ; le méthane (CH4) ; le protoxyde d'azote (N_2O) et la vapeur d'eau sont des gaz à effet de serre.
3. **Expliquer** pourquoi le PRG du protoxyde d'azote (N_2O) est beaucoup plus élevé que celui du dioxyde de carbone (CO_2).
4. **Expliquer** pourquoi le dioxyde de carbone reste à plus de 20% un contributeur majeur de l'effet de serre.
5. **Montrer** que l'augmentation de la température moyenne terrestre de 1850 à nos jours est liée à une augmentation du forçage radiatif.
6. **Montrer** que cette augmentation de la température moyenne est **observable** via un indicateur climatique : les dates des vendanges.

Document 1 : Les mécanismes de l'effet de serre

"Lorsque le rayonnement solaire atteint l'atmosphère terrestre, une partie (environ 30 %) est directement réfléchie, c'est-à-dire renvoyée vers l'espace, par l'air, les nuages blancs et les surfaces claires de la Terre (on pense évidemment aux régions blanches et glacées comme l'Arctique et l'Antarctique, mais il ne faut pas en surestimer le rôle : leur position aux pôles fait qu'elles reçoivent peu d'énergie solaire) ; l'albédo est la mesure de cet effet de miroir.

Les rayons incidents qui n'ont pas été réfléchis vers l'espace sont absorbés par l'atmosphère (20,7 %) et la surface terrestre (51 %).

Cette dernière partie du rayonnement absorbée par la surface du sol lui apporte de la chaleur qu'elle restitue à son tour, le jour comme la nuit, en direction de l'atmosphère sous forme d'infra-rouge. [...]

L'effet de serre ne s'intéresse qu'à ces rayonnements, qui seront absorbés en partie par les gaz à effet de serre, ce qui contribue à réchauffer l'atmosphère.

Puis dans un troisième temps, cette chaleur contenue par l'atmosphère est réémise dans toutes les directions ; une partie s'échappe vers l'espace, mais une autre partie retourne vers la Terre et [...] donc s'oppose au refroidissement de la surface."

D'après : http://fr.wikipedia.org/wiki/Effet_de_serre

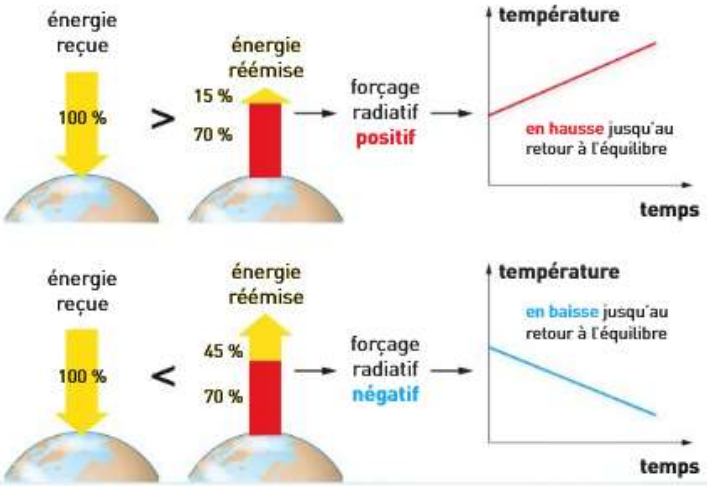
Document 2 : Un bilan radiatif en équilibre dynamique

La reconstitution des températures passées montre de nombreuses oscillations qui traduisent des variations de l'équilibre du bilan radiatif. On parle alors d'équilibre dynamique.

Une diminution de la température résulte d'un bilan radiatif négatif, c'est-à-dire d'une quantité d'énergie reçue inférieure à celle réémise.

C'est l'inverse pour une augmentation de la température de l'atmosphère terrestre.

Ces variations du bilan radiatif sont appelées **forçages radiatifs.**



Deux situations de bilan radiatif déséquilibré causées par des variations de l'albédo.

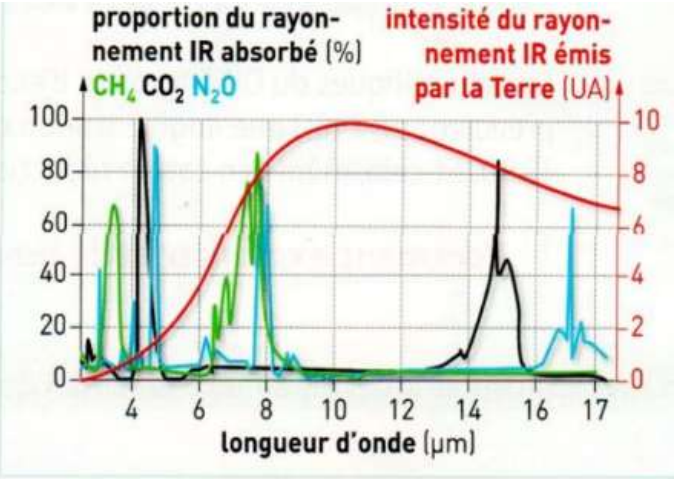
Document 3 : La contribution des principaux gaz à effet de serre au réchauffement de l'atmosphère

Chaque gaz possède un pouvoir de réchauffement global (PRG) qui dépend :

- De sa capacité à absorber le rayonnement IR émis par la Terre
- De son temps de résidence dans l'atmosphère.

Gaz	CO_2	CH_4	N_2O
Temps de résidence	100 ans	10 ans	120 ans
PRG (à 100 ans)	1	28	265

On peut ainsi montrer que, sur une durée de 100ans, 1kg de protoxyde d'azote (N_2O) provoque un réchauffement équivalant à 265kg de CO2 !

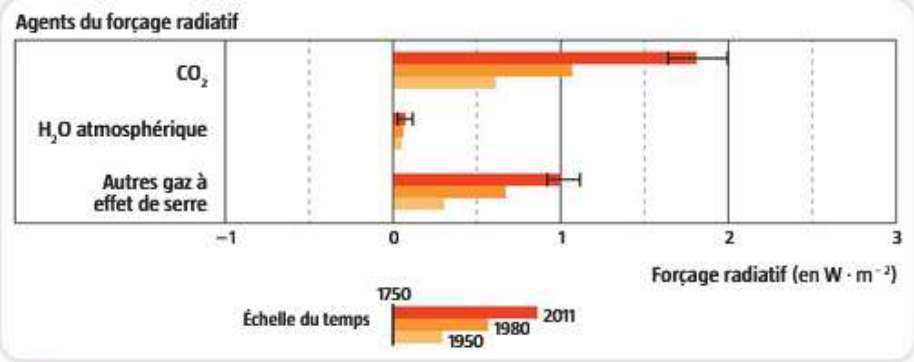


Spectres d'absorption de quelques gaz de l'atmosphère superposés à l'intensité du rayonnement IR émis par la Terre.

Rappel : plus une longueur d'onde est courte, plus l'onde véhicule une grande quantité d'énergie.

Document 4 : Augmentation du forçage radiatif par les Gaz à Effet de Serre

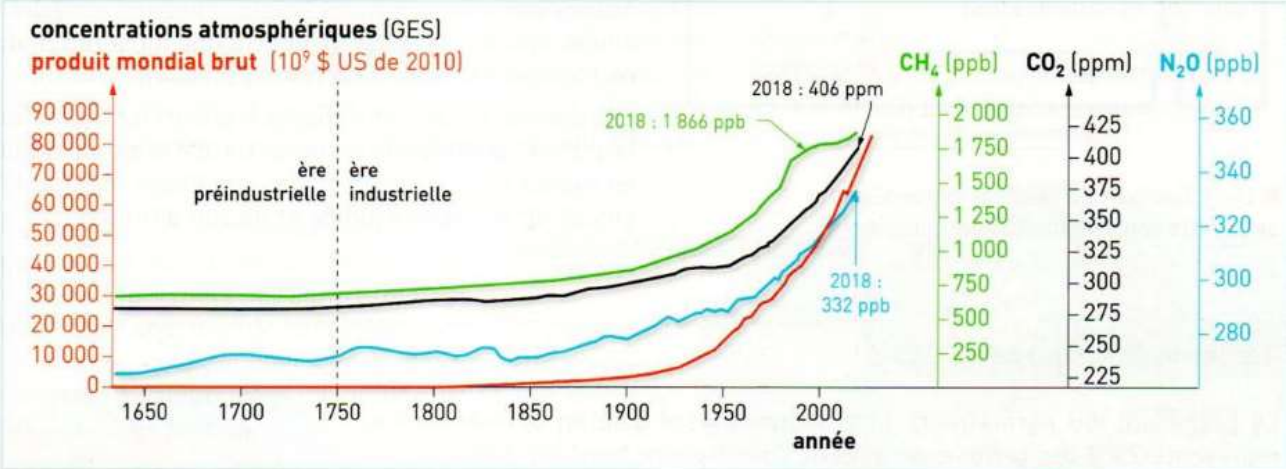
Si le système climatique se réchauffe, c'est qu'il gagne plus d'énergie qu'il n'en perd.



Influence de certains gaz sur le forçage radiatif depuis 1950 comparé à sa valeur de 1750.

Document 5 : Activité économique et composition atmosphérique

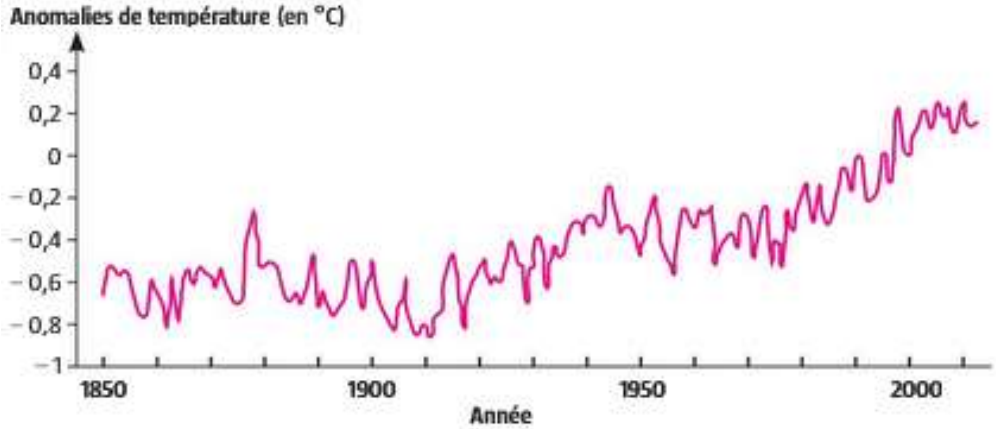
Le graphique ci-dessous représente l'évolution des teneurs en GES ainsi que l'évolution de la richesse mondiale exprimée par le produit mondial brut (PMB) qui est la somme des produits intérieurs bruts (PIB) de chaque nation. Le PMB est un indicateur de l'activité économique mondiale

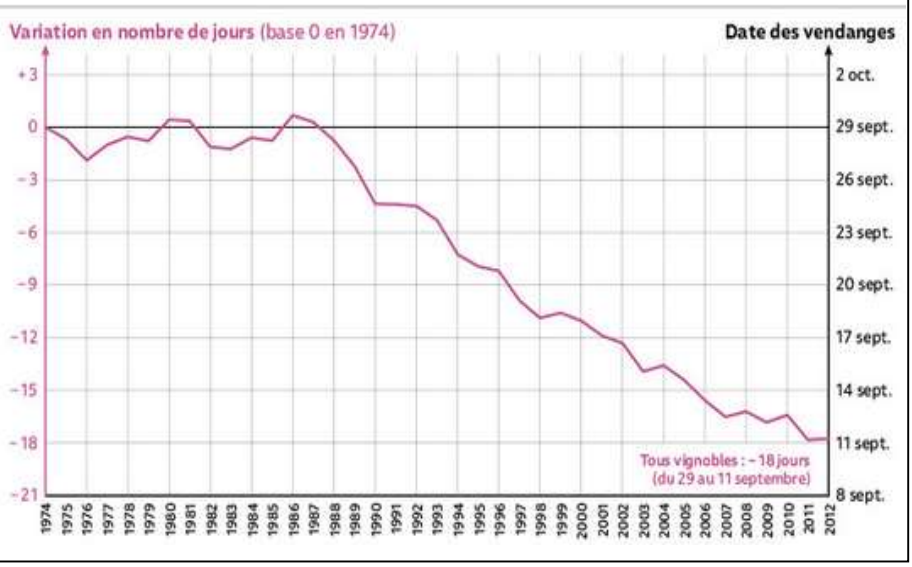


Évolution de la concentration en GES comparée à celle du PMB. 1 ppm = 1 000 ppb.

Document 6 : Anomalie de température de 1850 à nos jours

Anomalies de températures moyennes en surface, combinant les terres émergées et les océans. Les anomalies sont calculées par rapport à la moyenne de la période 1961-1990.



Document 7 : Date des vendanges depuis 1974, indicateurs d'une variation du climat

La date des vendanges dépend de la maturité des raisins, celle-ci est en partie contrôlée par le climat (dans les régions au climat frais, la maturation des raisins est généralement plus tardive).