

ÉVALUATION physik.fr

CLASSE : Terminale

E3C : ☐ E3C1 ☒ E3C2 ☐ E3C3

VOIE : ☒ Générale

ENSEIGNEMENT : Enseignement scientifique

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 1 h

CALCULATRICE AUTORISÉE : ☒ Oui ☐ Non

Thème « Science, climat et société »

Le protoxyde d'azote et le réchauffement climatique

Sur 10 points

À l'aube de nouvelles mesures prises pour la circulation des véhicules dans plusieurs grandes villes françaises, visant à limiter les émissions de gaz à effet de serre, nous allons nous interroger sur l'impact de différents gaz sur le réchauffement climatique. Le dioxyde de carbone et le méthane ont toujours été considérés comme les principaux responsables mais l'impact d'un autre gaz, le protoxyde d'azote, n'a-t-il pas été sous-estimé ?

« Troisième gaz à effet de serre au monde, le N_2O (protoxyde d'azote) joue un rôle important dans le réchauffement du climat, à quantités égales, il contribue environ 300 fois plus au réchauffement de l'atmosphère par effet de serre que le dioxyde de carbone. » (Météo France, société scientifique nationale, 2020). À l'échelle mondiale, une part de sa production est d'origine naturelle (majoritairement issue des sols et dans une moindre mesure de l'océan) et l'autre part est d'origine anthropique.

On cherche à étudier l'implication du protoxyde d'azote N_2O comme gaz à effet de serre et à caractériser la part des activités humaines dans ces émissions.

Partie 1 – Implication du protoxyde d'azote comme gaz à effet de serre

D'après le site de Météo France, cité en introduction, le protoxyde d'azote est le troisième gaz à effet de serre.

- 1- Citer les deux premiers gaz à effet de serre.
- 2- Utiliser vos connaissances pour choisir la (ou les) proposition(s) correcte(s) dans chacune des séries a), b) et c). Indiquer sur votre copie le (ou les) numéro(s) correspondant(s).
 - a) Le sol terrestre émet un maximum de rayonnement dans le domaine du spectre :
 1. visible ;
 2. infrarouge ;
 3. ultraviolet.

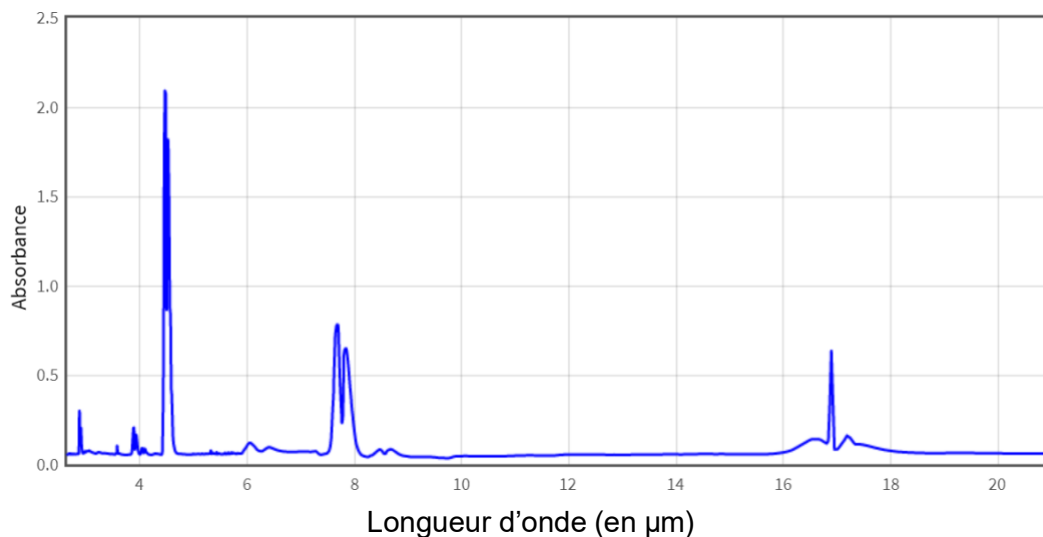
b) Un gaz à effet de serre se caractérise par le fait qu'il :

1. absorbe une partie du rayonnement visible ;
2. réfléchit une partie du rayonnement visible ;
3. absorbe une partie du rayonnement infrarouge ;
4. réfléchit une partie du rayonnement infrarouge.

c) Depuis un siècle, l'ordre de grandeur d'augmentation de la température moyenne du globe est de :

1. 0,1 °C ;
2. 1 °C ;
3. 10 °C.

Document 1 – Spectre d'absorption du protoxyde d'azote (N₂O) dans le domaine des infrarouges



Source : d'après la base de données du National Institute of Standard and Technologie (USA)

Le sol émet principalement un rayonnement sur une plage de longueurs d'onde comprises entre 7 et 15 µm.

3- Montrer que le protoxyde d'azote est un gaz à effet de serre en vous appuyant sur le document 1.

Document 2 – Impact des différents gaz sur le forçage radiatif et conséquences sur le réchauffement climatique

L'effet des différents gaz sur le réchauffement climatique dépend :

- de leur concentration dans l'atmosphère ;
- de leur « pouvoir de réchauffement global » (PRG), qui correspond à la puissance radiative qu'une masse d'un kilogramme de gaz à effet de serre renvoie vers le sol sur une durée de 100 ans. On attribue la valeur 1 au PRG du dioxyde de carbone.

	CO ₂ Dioxyde de carbone	CH ₄ Méthane	N ₂ O Protoxyde d'azote	HFC Hydrofluorocarbures	PFC Perfluorocarbures
Concentration atmosphérique en 2022 (en 2005 entre parenthèses)	412 ppm (379 ppm)	1 912 ppb (1 774 ppb)	336 ppb (319 ppb)	255 ppt (> 49 ppt)	92,8 ppt (> 4,1 ppt)
PRG (cumulé sur 100 ans)	1	28	265	[1,4 ; 14 800] selon les gaz	[6 630 ; 11 100] selon les gaz
Origine des émissions anthropiques	Combustion d'énergie fossile, procédés industriels et déforestation tropicale	Décharges, agriculture, élevage et procédés industriels	Agriculture, procédés industriels, utilisation d'engrais	Sprays, réfrigération, procédés industriels	

Note : ppm = partie par million ; ppb = partie par milliard ; ppt = partie par millier de milliard.

Sources :

*GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental avec comité scientifique de relecture) 2014,
AGAGE (organisme sous tutelle de la NASA, USA) 2021,
NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration, Agence gouvernementale
américaine, USA) 2023*

Dans la citation de l'introduction, Météo France indiquait que le protoxyde d'azote contribue environ 300 fois plus au réchauffement de l'atmosphère par effet de serre que le dioxyde de carbone.

4- Indiquer si le document 2 permet de confirmer cette affirmation.

Météo France est l'agence nationale française de météorologie et participe à ce titre à la recherche au sein de laboratoires mixtes avec des universités et avec le CNRS.

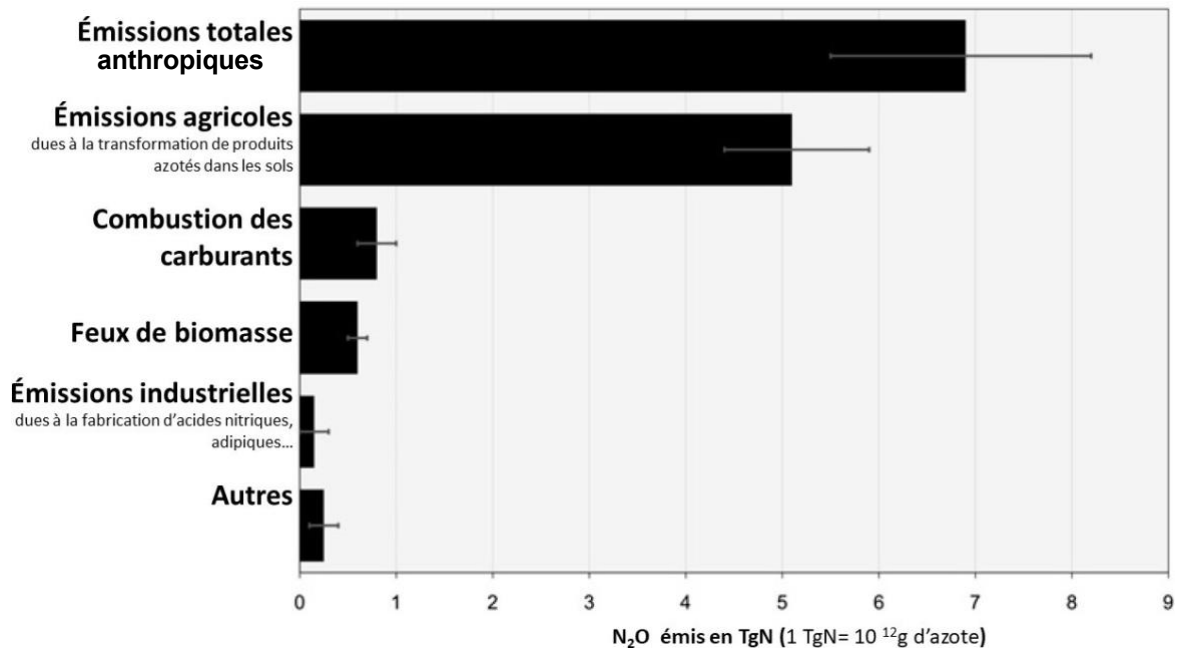
5- Expliquer avec deux arguments différents pourquoi Météo France et les différentes sources citées dans le document 2 sont des sources fiables pour répondre à un questionnement sur le climat.

Partie 2 – Évolution des concentrations en protoxyde d'azote et origines

Document 3 – Émissions mondiales de protoxyde d'azote en 2005

En 2005, la production mondiale de protoxyde d'azote, toutes origines confondues (anthropiques et naturelles), était estimée à 14,5 millions de tonnes.

Le graphique ci-dessous présente les différentes contributions anthropiques (dues à l'activité humaine) aux émissions totales de N_2O en 2005 :



avec 1 TgN = 1 million de tonnes d'azote

Source : d'après les comptes rendus de l'Académie nationale des sciences américaine
[www.pnas.org]

Les émissions de N_2O d'origine agricole proviennent essentiellement de la transformation des produits azotés tels que les engrais dans les sols, les déjections des animaux d'élevage (lisier, fumier) ou les résidus de récolte.

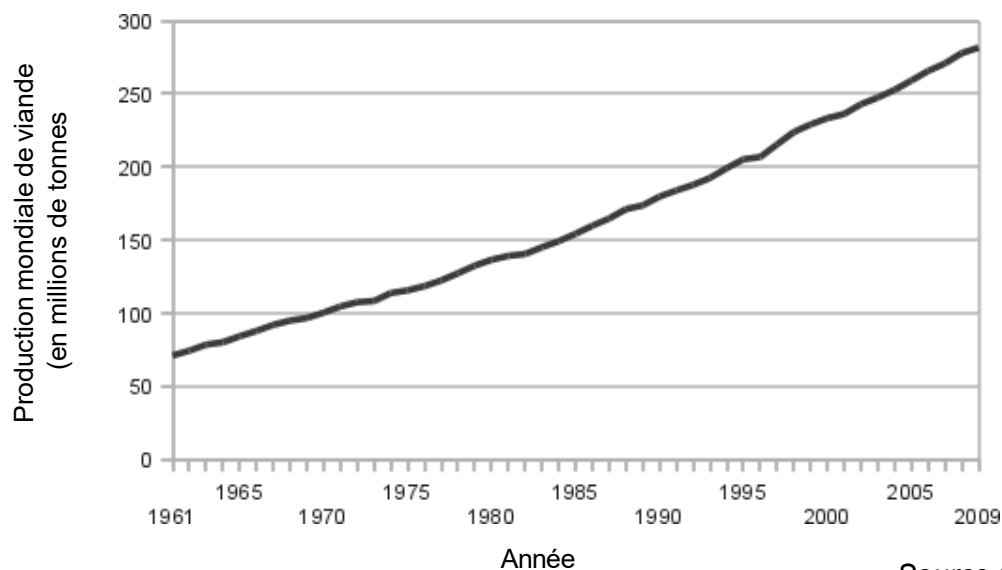
6- Utiliser les informations du document 3 pour :

- exprimer les émissions totales de N_2O anthropiques en tonnes d'azote pour l'année 2005 ;
- calculer le pourcentage des émissions de N_2O anthropiques par rapport aux émissions totales pour 2005 ;
- calculer le pourcentage des émissions de N_2O liées aux activités agricoles par rapport aux émissions totales anthropiques pour 2005.

Les émissions de N_2O d'origine anthropique ont augmenté de 30 % au cours des trois dernières décennies. Les croissances les plus importantes se produisent dans les économies émergentes, en particulier du Brésil, de la Chine et de l'Inde.

Au cours des dernières décennies, la production végétale et le nombre de têtes de bétail ont également augmenté rapidement (*Source CEA*).

Document 4 – Évolution de la production mondiale de viande de 1961 à 2009



Source : FAOSTAT

La croissance des émissions de protoxyde d'azote et celle de la production de viande sont donc concomitantes, c'est-à-dire qu'elles se sont produites en même temps.

- 7- Justifier s'il est rigoureux scientifiquement de conclure qu'il existe une relation entre deux phénomènes à partir de leur concomitance. Vous pourrez vous appuyer sur les caractéristiques de la démarche permettant d'établir un fait scientifique.
- 8- Développer deux arguments permettant ici d'établir un potentiel lien de causalité entre l'évolution montrée dans le document 4 et l'augmentation de la production de protoxyde d'azote anthropique.