

SESSION DE 2008

---

**CONCOURS EXTERNE  
DE RECRUTEMENT DE PROFESSEURS CERTIFIÉS  
ET CONCOURS D'ACCÈS À DES LISTES D'APTITUDE (CAFEP)**

**Section : SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE**

**COMPOSITION SUR UN SUJET DE GÉOLOGIE**

Durée : 5 heures

---

*L'usage de tout ouvrage de référence, de tout dictionnaire et de tout matériel électronique est rigoureusement interdit.*

*Dans le cas où un(e) candidat(e) repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il (elle) le signale très lisiblement sur sa copie, propose la correction et poursuit l'épreuve en conséquence.*

*De même, si cela vous conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, il vous est demandé de la (ou les) mentionner explicitement.*

**NB : Hormis l'en-tête détachable, la copie que vous rendrez ne devra, conformément au principe d'anonymat, comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé comporte notamment la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de signer ou de l'identifier.**

**Tournez la page S.V.P.**

**Remarques importantes**

1 – Le sujet comprend 10 documents.

2 – Seront prises en compte dans la notation : la clarté de la présentation, la précision et la rigueur de l'analyse des documents, les illustrations personnelles et la rigueur des raisonnements.

3 – Certaines figures pourront être jointes à la copie si le candidat considère que des annotations en surcharge constituent des éléments appréciables de réponse aux questions. Il devra alors les coller sur la copie.

## Les évolutions récentes et futures du climat

Le Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC) fait la synthèse, depuis 2001, de ses travaux dans une série de rapports. Le sujet proposé s'appuie, entre autres, sur quelques-uns des nombreux documents scientifiques de ces rapports.

*Vous rédigerez un exposé sur les évolutions récentes et futures du climat. Cet exposé devra s'appuyer sur l'exploitation des documents proposés et devra répondre aux questions ci-dessous. Il sera structuré selon un plan organisé sur deux niveaux (I. A., I. B...) au moins.*

### Introduction

L'introduction de votre exposé présentera les documents ainsi que l'ordre dans lequel vous envisagez de les utiliser.

### Analyse des documents :

#### **Document 1 : Variations de la teneur atmosphérique de CO<sub>2</sub> sur différentes échelles de temps.**

Votre commentaire des courbes comprendra notamment :

- les techniques analytiques utilisées pour déterminer la teneur en CO<sub>2</sub> sur les différentes échelles de temps.
- des précisions sur les objets sur lesquels ces mesures ont été réalisées.

#### **Document 2 : Taille des réservoirs du cycle court du carbone et flux entre réservoirs.**

Votre exploitation comprendra notamment un schéma du cycle court du carbone précisant les différents réservoirs, leur taille et les flux qui les relient. Vous replacerez les émissions industrielles sur ce schéma.

Vous déterminerez :

- l'augmentation annuelle de la concentration du CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère,
- les temps de résidence du carbone dans le réservoir « terres émergées » et dans le réservoir « océan ».

Vous mentionnerez les processus qui contrôlent les échanges de carbone.

#### **Document 3 : Simulations régionales du changement climatique.**

**Document 4 : Ecart à la moyenne du niveau marin global d'après les observations des satellites altimétriques TOPEX/Poseidon et Jason-1.**

Votre commentaire de ces données précisera notamment la technique de l'altimétrie par satellite.

**Document 5 : Fluctuations relatives de la longueur de quatre glaciers du massif du Mont-Blanc depuis 1870.**

Votre commentaire du document devra être accompagné d'un schéma d'un glacier de montagne présentant son organisation et ses éléments constitutifs, en veillant à définir les termes utilisés.

Vous préciserez les facteurs qui contrôlent les bilans de masse d'un glacier de montagne.

**Document 6 : Evolution des températures à différentes échelles de temps.**

Votre commentaire de ces courbes devra préciser :

- les méthodes utilisées pour estimer les températures,
- la signification des barres d'erreur et de la dispersion des valeurs.

**Document 7 : La courbe SPECMAP obtenue pour les derniers 800 ka.**

Votre exploitation comprendra notamment :

- une définition du rapport  $\delta^{18}\text{O}$ ,
- un schéma de principe de l'outil d'analyse qui permet de le déterminer,
- la (ou les) signification(s) de ce rapport.

Vous préciserez quels processus peuvent être à l'origine des variations de ce rapport au cours du temps.

**Document 8 : Températures moyennes dans l'atmosphère actuelle.**

Vous ferez une représentation graphique des informations contenues dans le document sur un schéma légendé et commenté de l'atmosphère terrestre. Ce schéma présentera la stratification et l'évolution de la composition de l'atmosphère avec l'altitude.

En une page maximum, vous expliquerez ce qu'est l'effet de serre, ses principaux acteurs et leurs localisations dans l'atmosphère.

**Document 9 : Simulations globales du changement climatique.**

Vous préciserez la sensibilité des modèles climatiques aux différents scénarios d'émission des gaz mentionnés, grâce à une analyse méthodique des entrées et des sorties des modèles présentés.

Des différentes émissions prises en compte, laquelle (ou lesquelles) vous semble(nt)-t-elle(s) cruciale(s) ?

Quels phénomènes sont responsables de la hausse du niveau des mers envisagée ?

Pour illustrer ce point de manière quantitative, vous évalueriez la hausse du niveau moyen des mers que provoquerait la fonte de 1% des inlandsis. Les valeurs suivantes pourront être utilisées :

Surface totale de la Terre :  $5,1 \cdot 10^8 \text{ km}^2$

Volume total des inlandsis :  $38 \cdot 10^6 \text{ km}^3$

Densité de la glace : 0,9

**Document 10 : Relevés des changements dans la composition atmosphérique.**

Votre exploitation comprendra notamment la définition du forçage radiatif, en  $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ .

**Conclusion**

Une conclusion d'une page maximum est attendue. Elle récapitulera les faits et arguments utilisés dans les études des évolutions du climat récent, et les prévisions de ses évolutions à venir.

## Légendes des documents :

**Document 1** : Variations de la teneur atmosphérique de CO<sub>2</sub> sur différentes échelles de temps. (a) Mesures directes du CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère. (b) Teneur en CO<sub>2</sub> des carottes glaciaires antarctiques de Vostok. (c) Teneur en CO<sub>2</sub> des carottes glaciaires antarctiques du Taylor Dome. (d) et (e) Teneurs en CO<sub>2</sub> déduites géochimiquement des roches sédimentaires (d'après Rapport du Groupe de Travail I du GIEC, IPCC, Summary for Policymakers, 2007).

**Document 2.** Taille des réservoirs du cycle court du carbone et flux entre ces derniers. Les valeurs sont exprimées en Petagrammes (10<sup>15</sup> g) de carbone (d'après Houghton, 2003).

**Document 3** : Simulations régionales du changement climatique (d'après le Rapport du Groupe de Travail I du GIEC, Christensen *et al.*, 2007)

**3A** : Changements des cycles annuels de température et de précipitations pour l'Arctique (valeurs moyennes pour les latitudes supérieures à 60°N). Différences entre les valeurs moyennes calculées pour la période 2080-2099 pour le scénario A1B et les valeurs moyennes pour la période 1980-1999. Trait noir : médiane des valeurs des 21 modèles utilisés, domaine hachuré : dispersion des résultats des différents modèles.

**3B** : Changements des températures et des précipitations annuelles sur l'Afrique. Différences entre les valeurs moyennes calculées pour la période 2080-2099 pour le scénario A1B et les valeurs moyennes pour la période 1980-1999.

**Document 4** : Ecart à la moyenne du niveau marin global d'après les observations des satellites altimétriques TOPEX/Poseidon et Jason-1. Les points (ronds blancs pour TOPEX/Poseidon, carrés noirs pour Jason-1) correspondent aux estimations brutes tous les 10 jours. La courbe grise représente un lissage sur 60 jours. La droite noire illustre la corrélation linéaire des données. Le niveau de référence est celui de 1997 (Nerem *et al.*, 2006)

**Document 5** : Variations (en m) de la longueur de quatre glaciers du massif du Mont-Blanc depuis 1870. Les distances sont mesurées entre le front du glacier et un point fixe situé en amont du front actuel du glacier (Francou et Vincent, 2007). Une augmentation de la distance mesurée indique un allongement du glacier tandis qu'une diminution de cette distance indique un raccourcissement du glacier.

**Document 6** : Evolution des températures à différentes échelles de temps (d'après le Rapport du Groupe de Travail I du GIEC, IPCC, 2007: Summary for Policymakers).

**6A** : Ecarts à la moyenne relevés dans les températures annuelles combinées de l'air à la surface des terres émergées et à la surface de la mer de 1861 à 2000. Les barres représentent les incertitudes sur les valeurs. La courbe noire donne une tendance lissée sur plusieurs années.

**6B** : Reconstitutions des températures moyennes de l'hémisphère Nord à partir des cercles de croissance des arbres, des coraux, de carottes glaciaires, de relevés historiques et de données instrumentales pour la période 1000-1999.

La courbe noire représente une tendance lissée des valeurs brutes, la zone hachurée représente la dispersion des valeurs mesurées.

**Document 7 :** La courbe SPECMAP obtenue pour les derniers 800 ka par la synthèse des variations normalisées du  $\delta^{18}\text{O}$  de cinq carottes de sédiments océaniques (Daniel *et al.*, 2000).

**Document 8 :** Températures moyennes dans l'atmosphère actuelle. Les valeurs de température sont mesurées à différentes altitudes dans l'atmosphère actuelle.

**Document 9 :** Simulations globales du changement climatique (d'après le Rapport du Groupe de Travail I du GIEC, Christensen *et al.*, 2007)

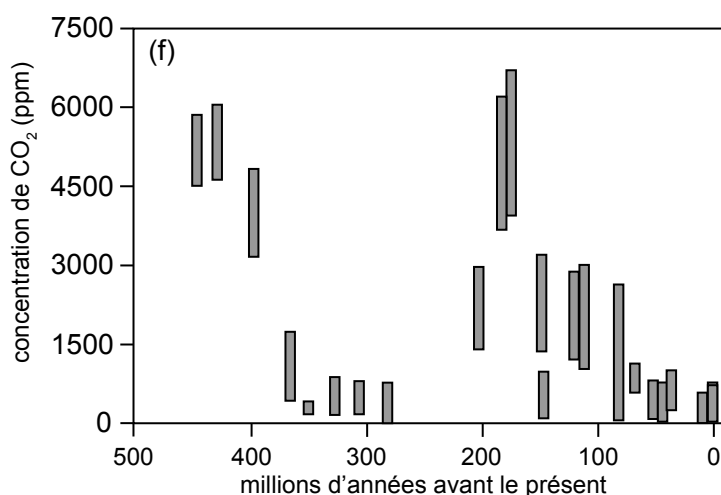
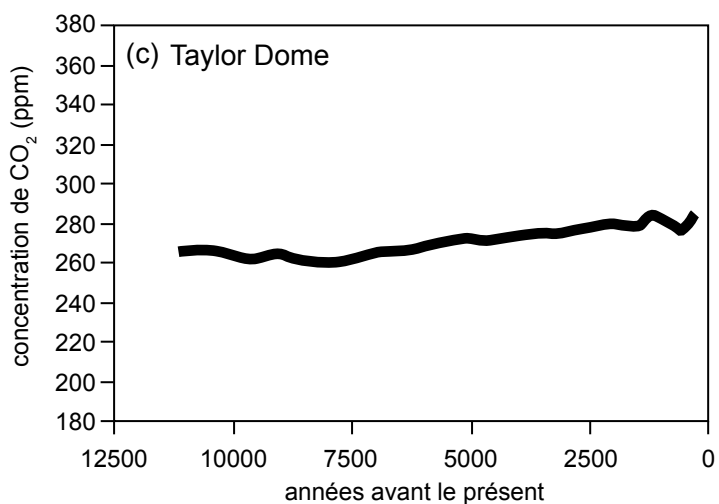
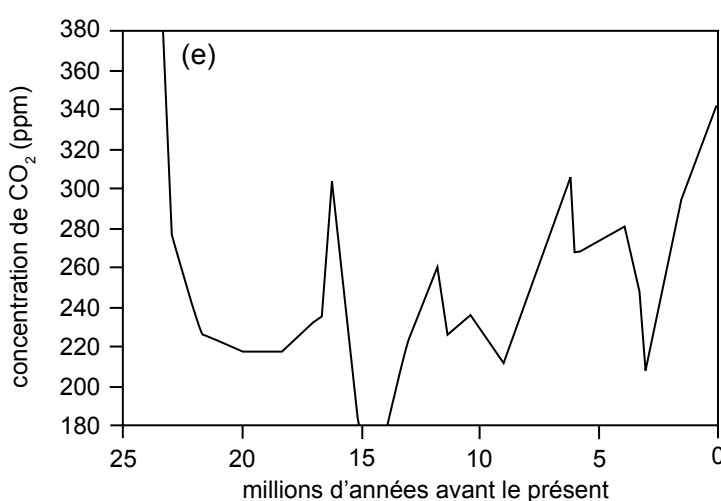
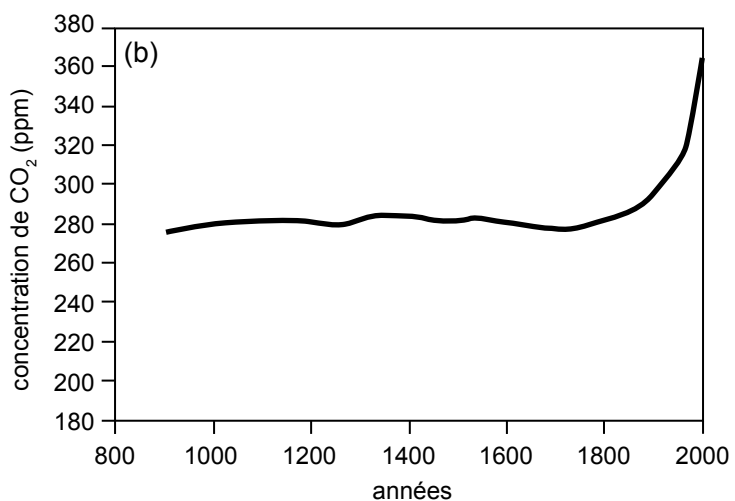
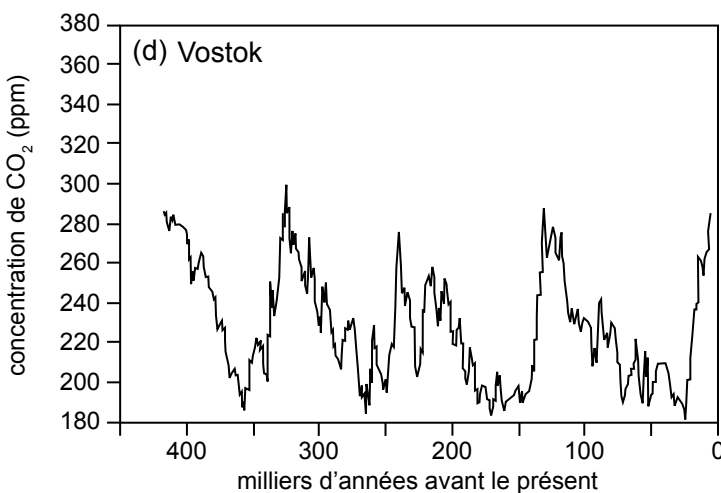
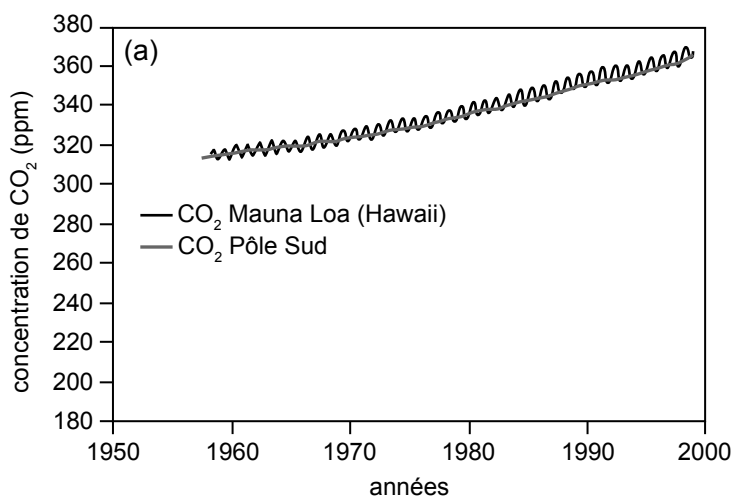
**9A :** Emissions anthropiques de  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  et  $\text{N}_2\text{O}$  pour six des scénarios prospectifs envisagés par le GIEC.

**9B :** Résultats d'un modèle simple. En haut : projections de la température moyenne mondiale pour les six scénarios présentés en document 9A. En bas : projections du niveau moyen des mers pour les mêmes scénarios. Les zones hachurées représentent l'enveloppe des résultats obtenus par plusieurs modèles pour tous les scénarios envisagés par le GIEC.

**Document 10 :** Relevés des changements dans la composition atmosphérique (d'après le Rapport du Groupe de Travail I du GIEC, *IPCC, 2007: Summary for Policymakers*). Teneurs atmosphériques en  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  au cours des 1000 dernières années et forçages radiatifs équivalents. Les données tirées des carottes glaciaires et des névés à plusieurs emplacements en Antarctique et au Groenland sont complétées par les échantillons atmosphériques prélevés directement depuis des dizaines d'années (trait noir pour le  $\text{CO}_2$ ; ces données sont incorporées à la courbe en trait fin représentant la moyenne mondiale annuelle pour le  $\text{CH}_4$ ).

### Source des documents

- Christensen, J.H., Hewitson, B., Busuioc, A., Chen, A., Gao, X., Held, I., Jones, R., Kolli, R.K., Kwon, W.-T., Laprise, R., Magaña Rueda, V., Mearns, L., Menéndez, C.G., Räisänen, J., Rinke, A., Sarr, A. et Whetton, P. (2007). Regional Climate Projections. *In* : Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K.B., Tignor, M. et Miller, H.L. (éds.), *Climate Change 2007 : The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Daniel, J.-Y., Brahic, A., Hoffert, M., Schaaf, A. et Tardy, M. (2000). – *Sciences de la Terre et de l'univers*. Vuibert, Paris, 634 p.
- Francou, B. et Vincent, C. (2007). – *Les glaciers à l'épreuve du climat*. IRD Éditions et Belin, Paris, 274 p.
- Houghton, R.A. (2003). – The contemporary carbon cycle. *In* : Holland, H.D. et Turekian, K.K. (éds.), *Treatise on Geochemistry*, Elsevier, Amsterdam, 8, p. 473-513.
- IPCC (2007). – Summary for Policymakers. *In* : Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K.B., Tignor, M. et Miller, H.L. (éds.), *Climate Change 2007 : The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Nerem, R.S., Leuliette, E. et Cazenave, A. (2006). – Present-day sea-level change : A review. *C. R. Geoscience*, 338, p. 1077-1083.



# Document 1



---

***Réservoirs de carbone (Pg C) :***

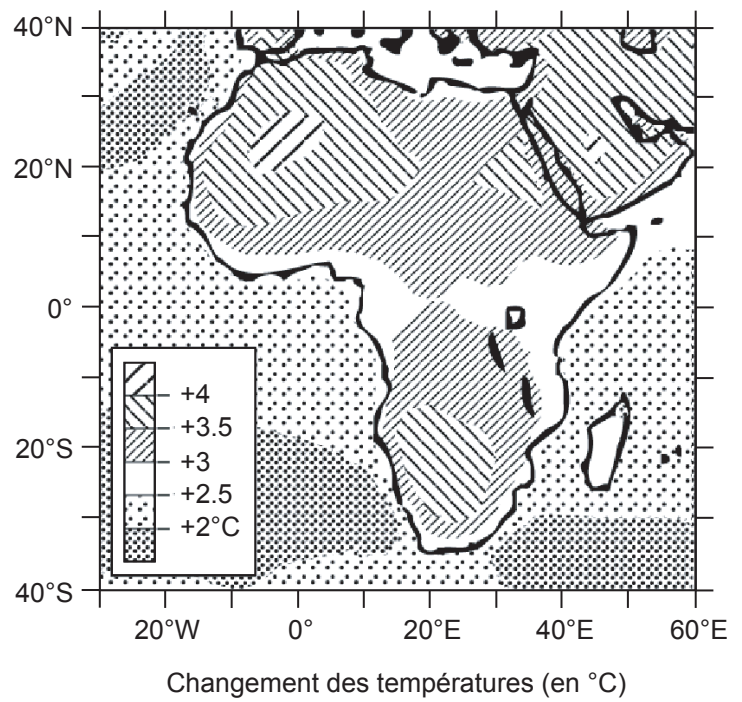
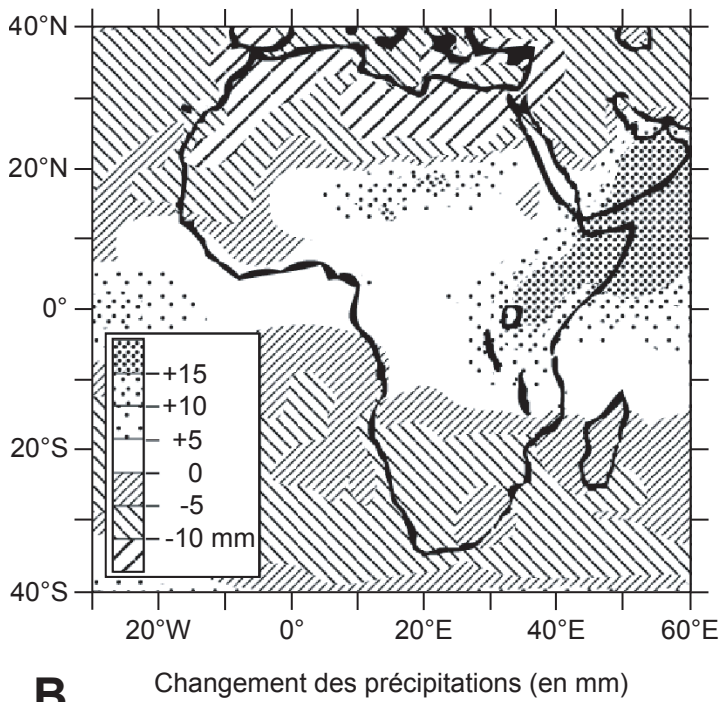
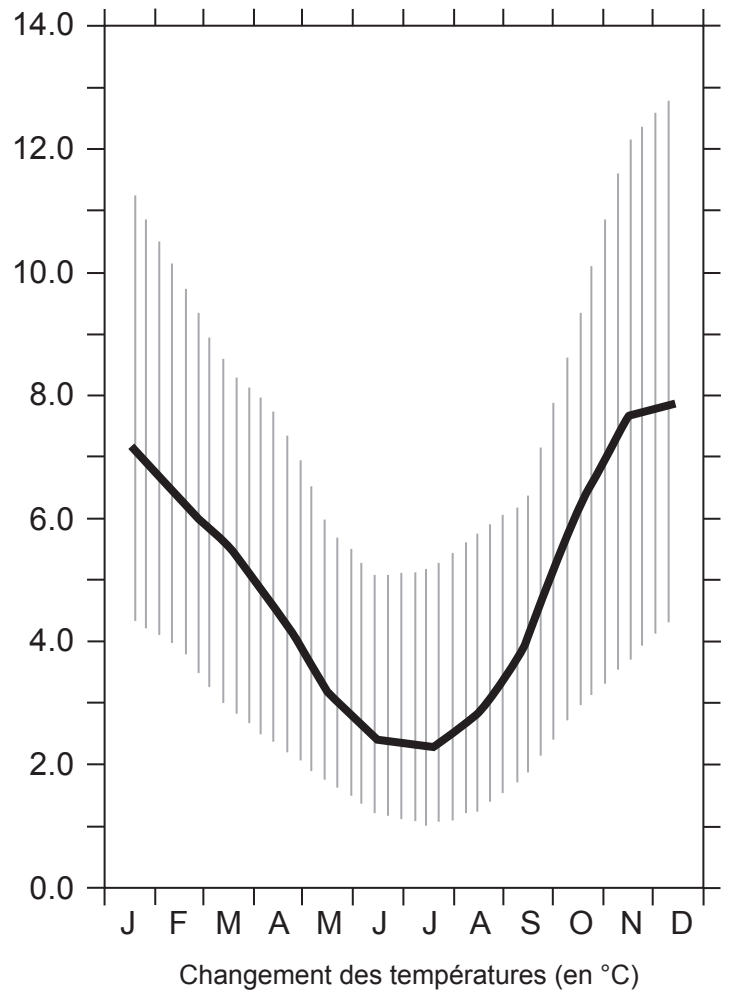
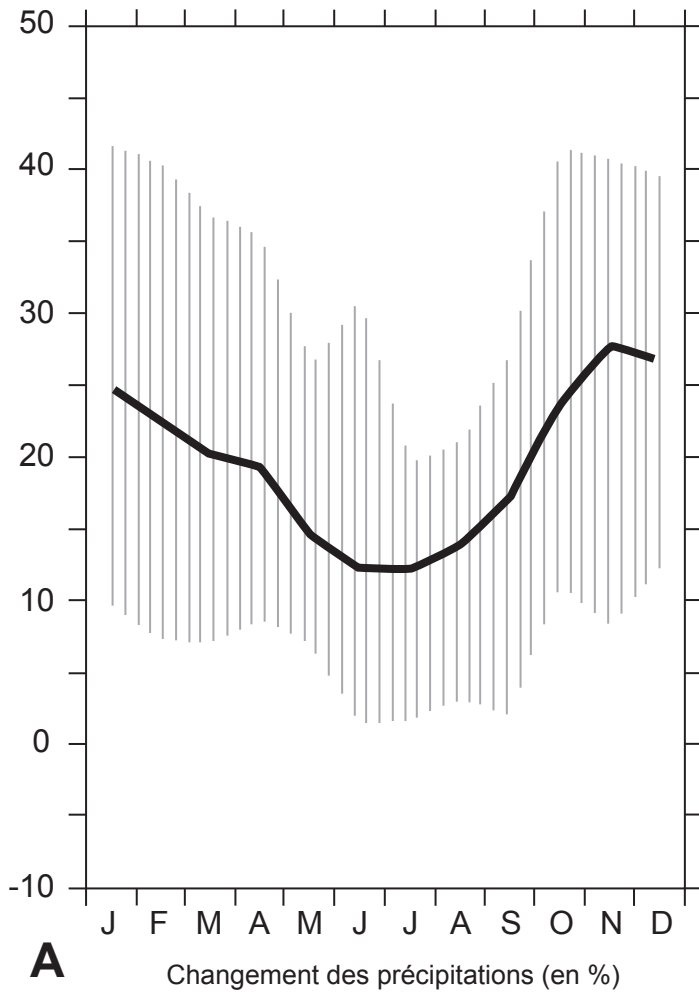
Atmosphère :	780
Terres émergées :	2 000
végétation	500
sols	1 500
Océan :	39 000
eaux de surface	1000
eaux profondes	38 000
Réserves de combustibles fossiles :	10 000

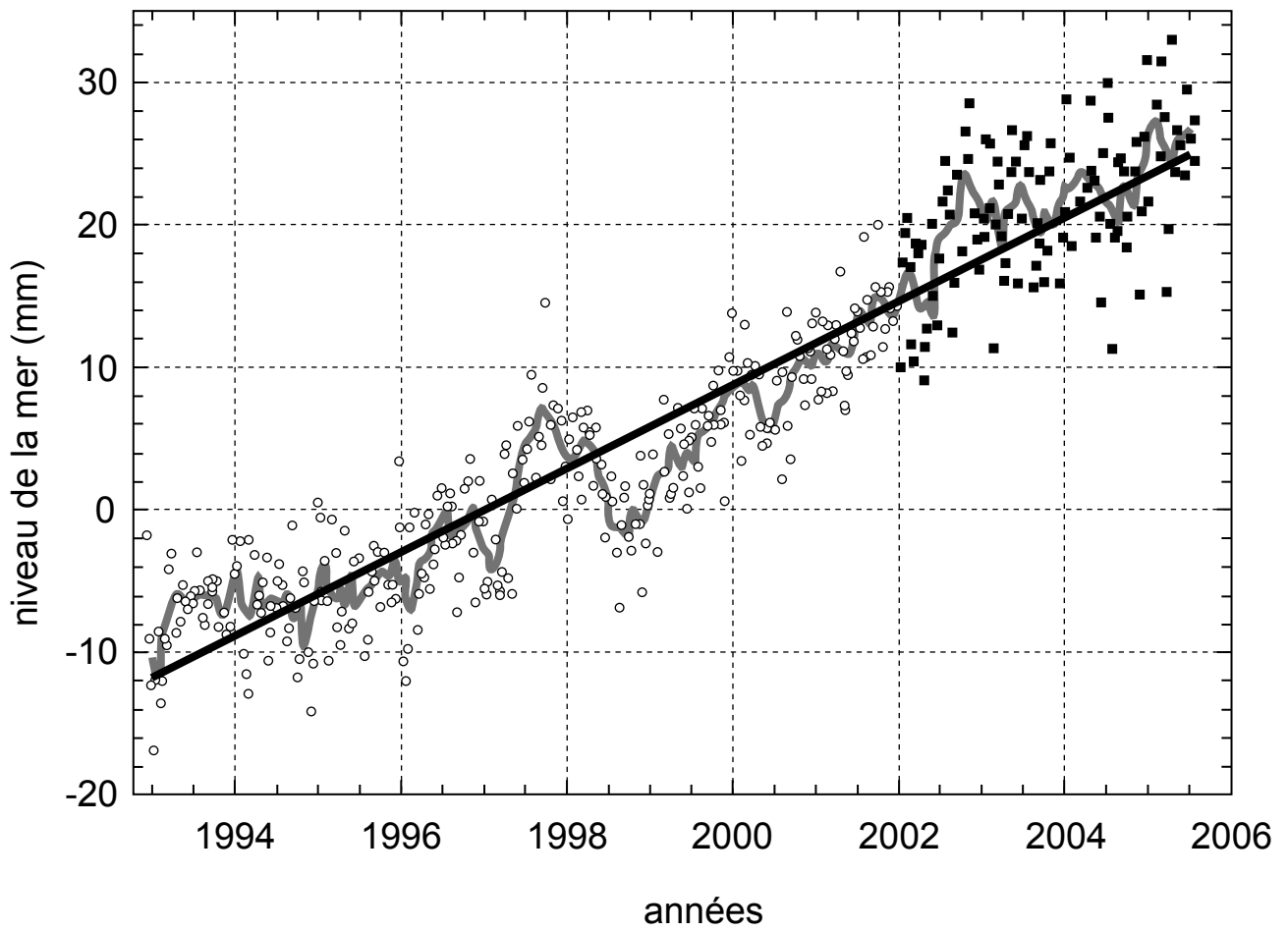
***Flux annuels (Pg C . an<sup>-1</sup>) :***

émissions industrielles	7
atmosphère → océan	90
océan → atmosphère	88
atmosphère → terres émergées	120
terres émergées → atmosphère	118

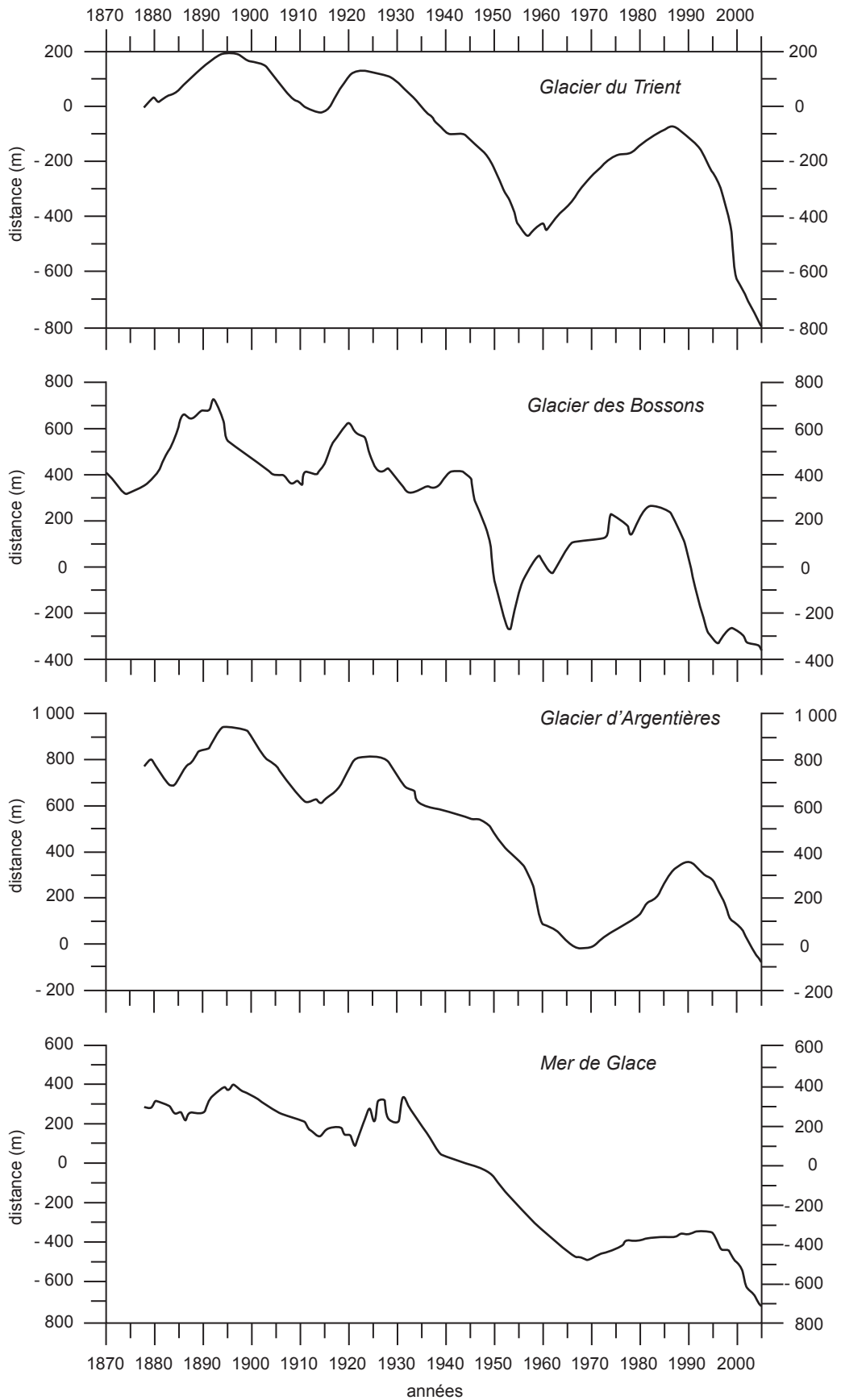
---

**Document 2**

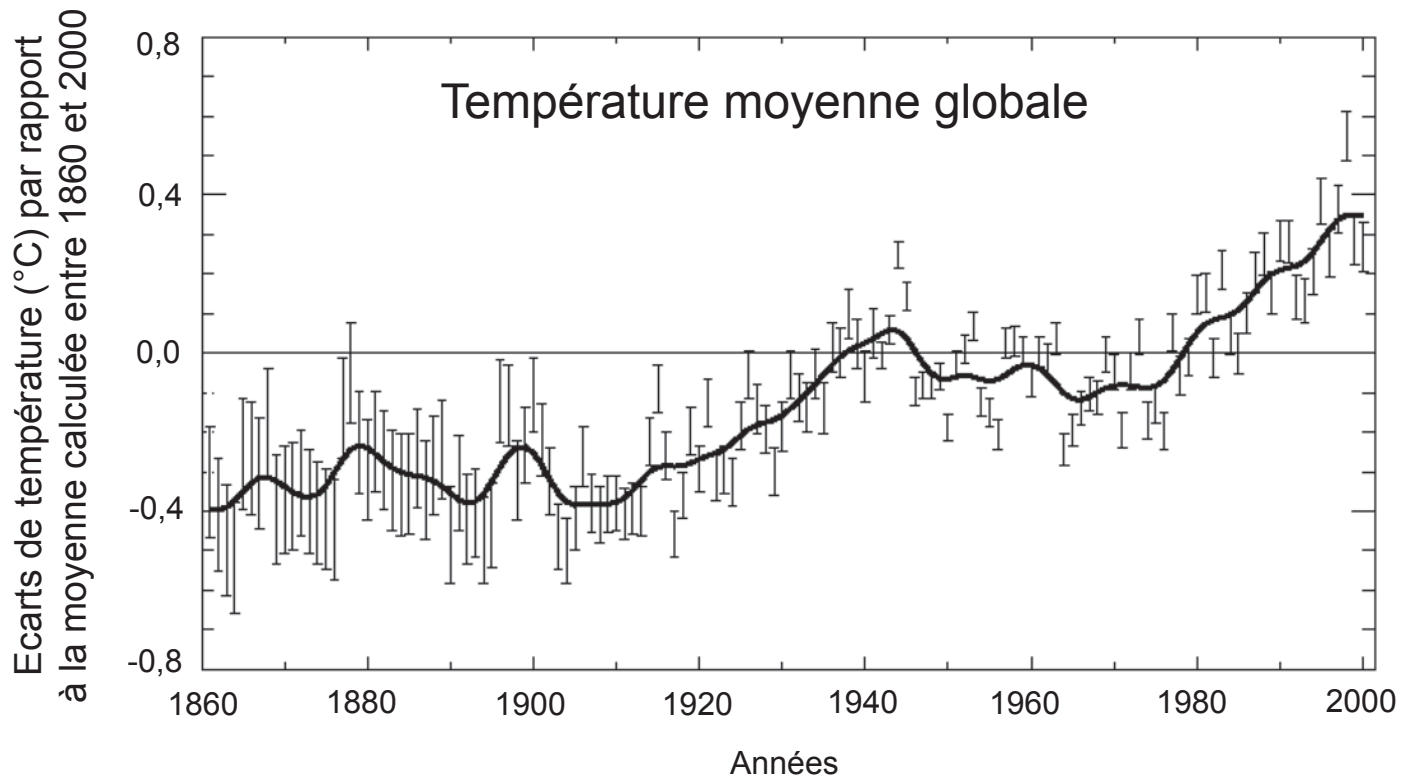
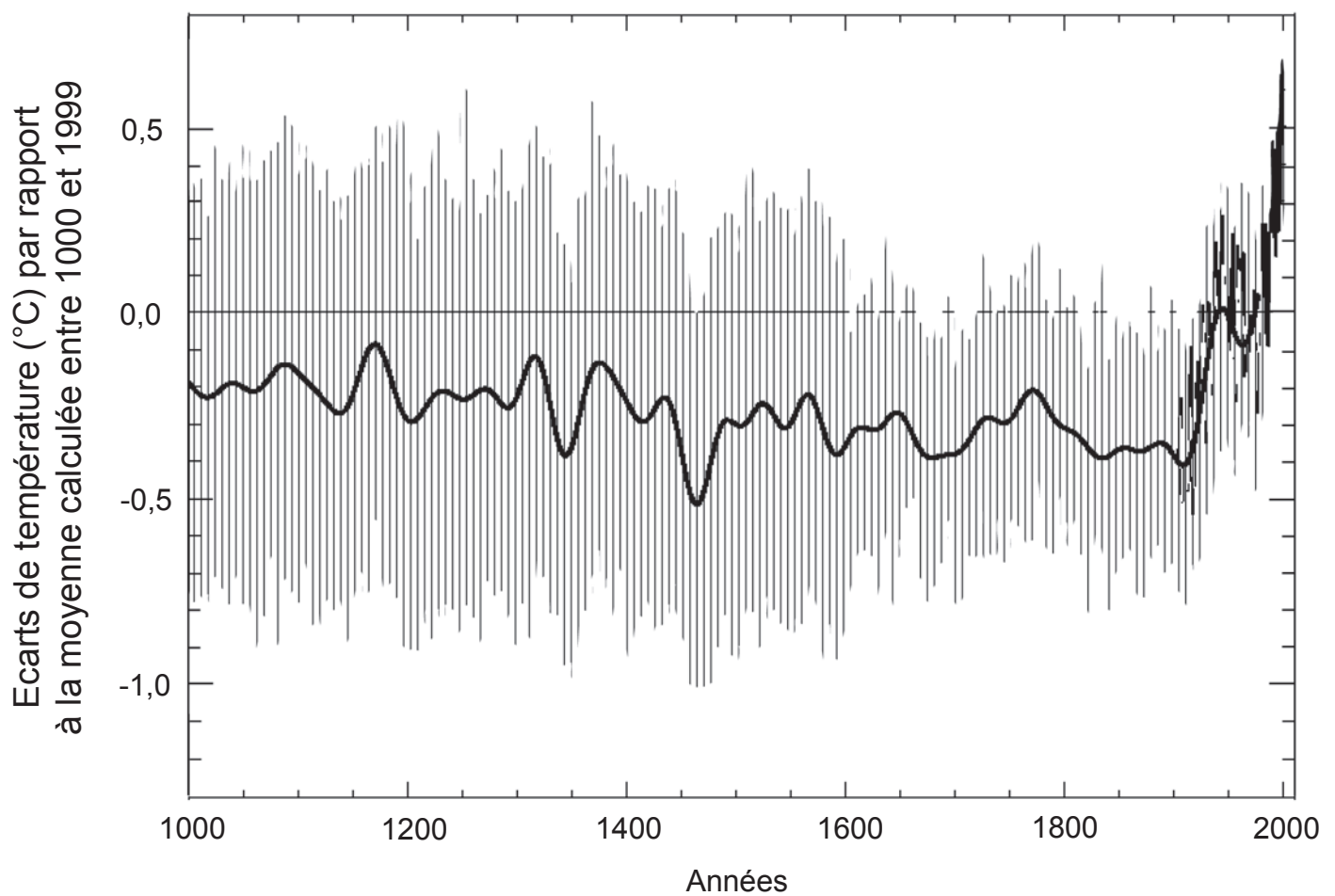


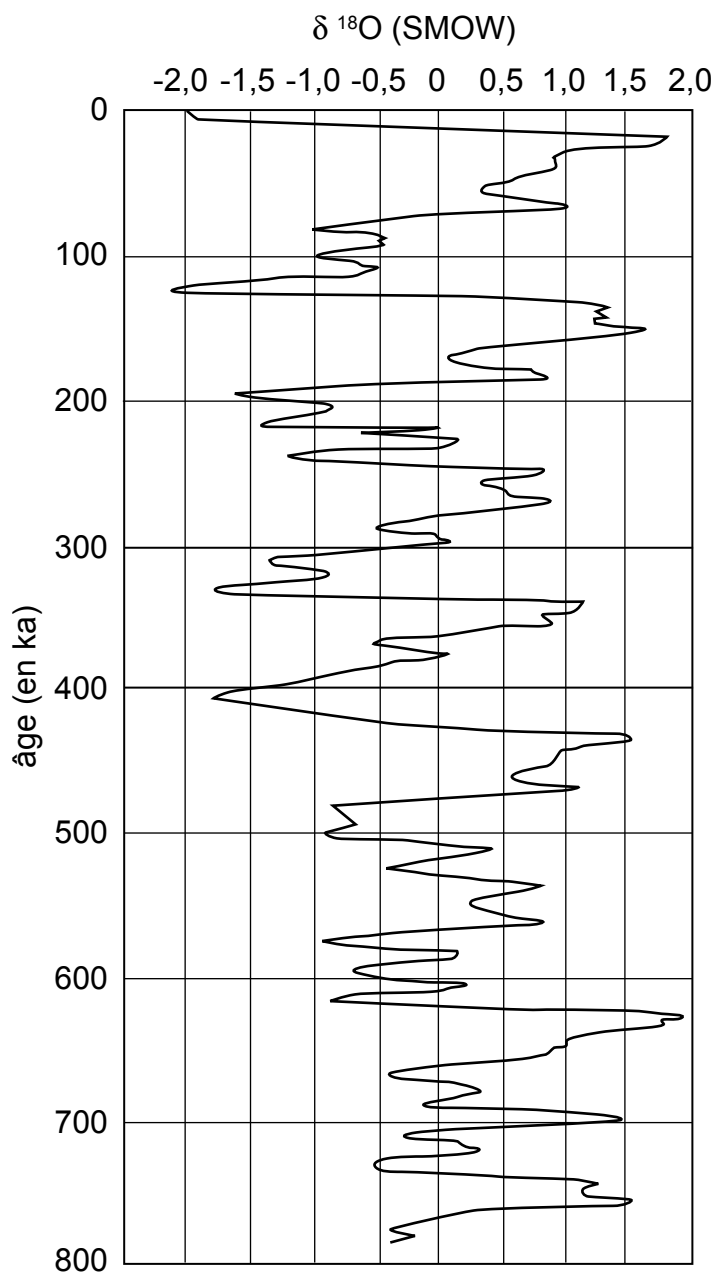


## Document 4



**Document 5**

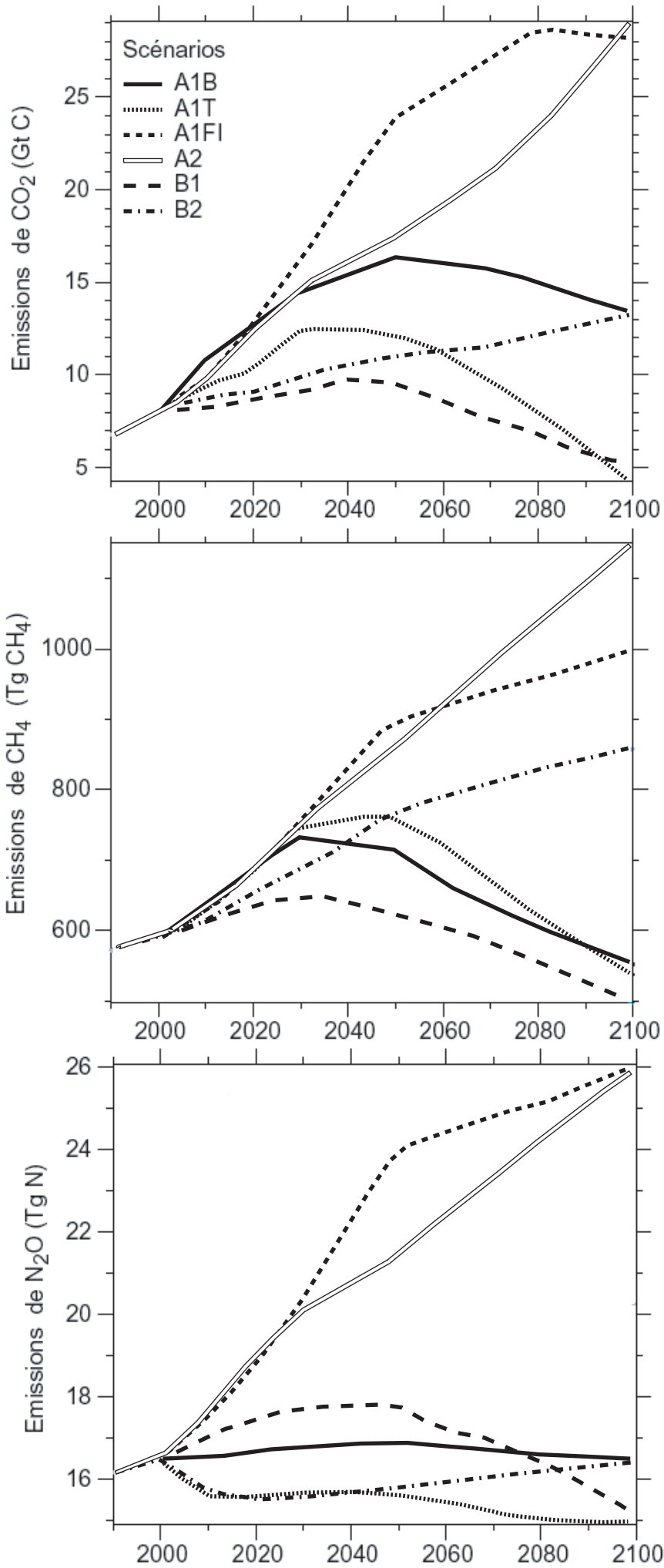
**6A****6B**

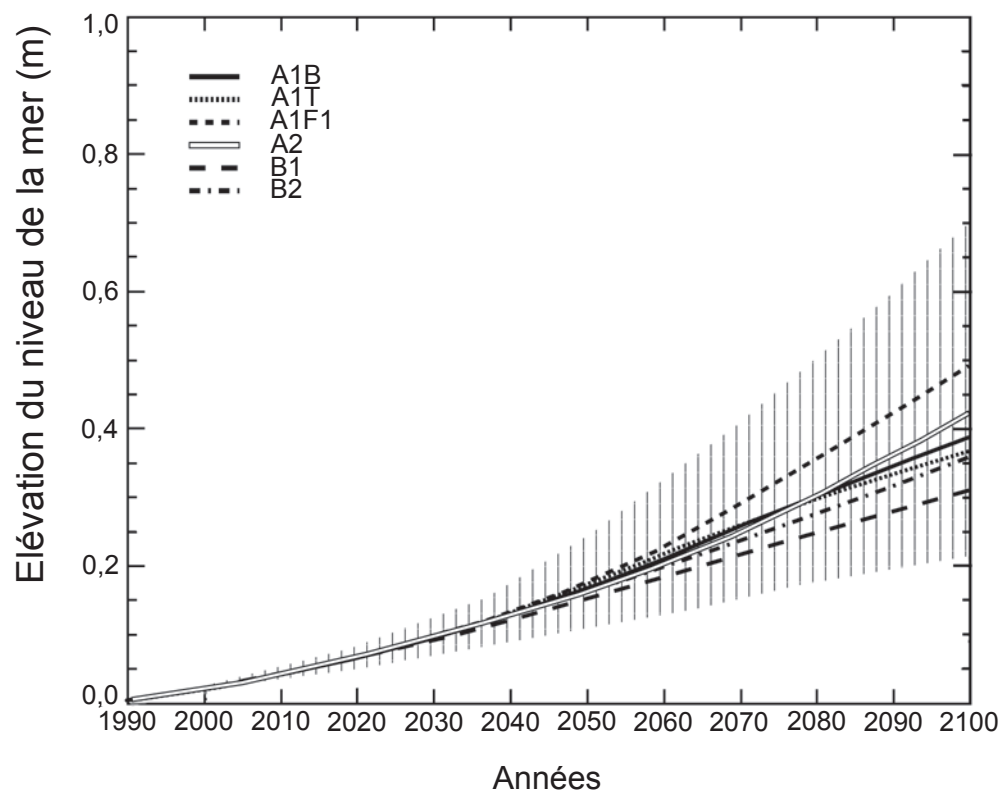
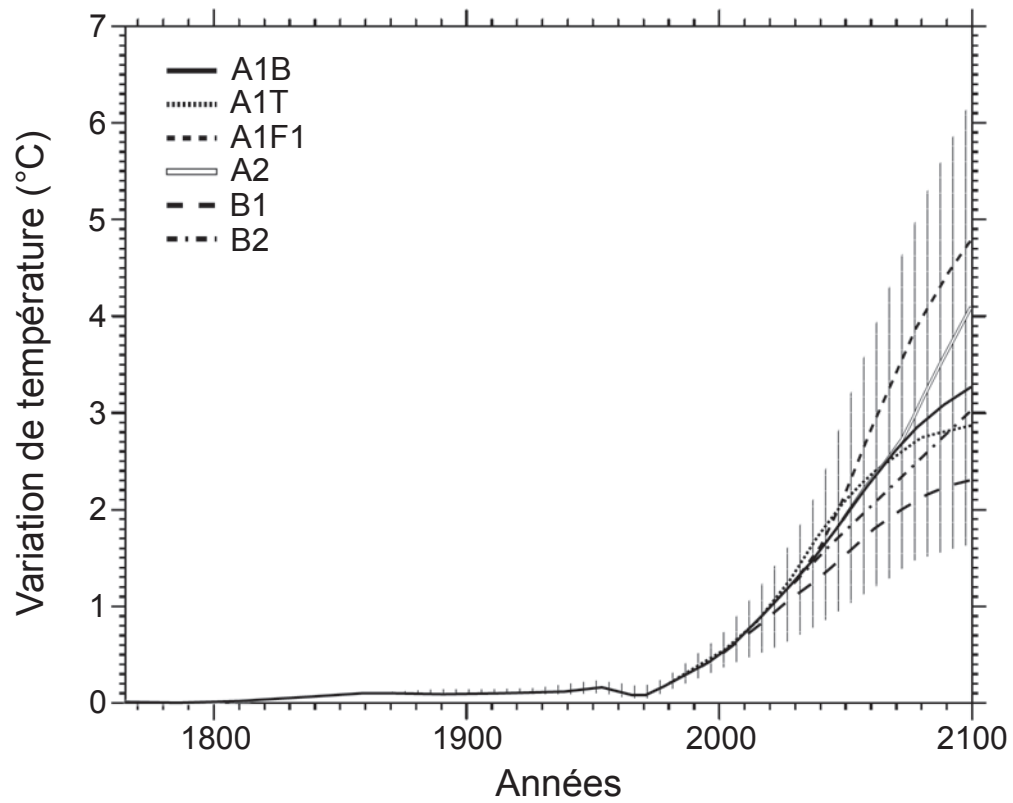


## Document 7

altitude (km)	5	11	15	20	33	49	59	74	87	99	115	133
température (°C)	-11	-37	-43	-42	-24	-4	-17	-64	-98	-87	-18	51

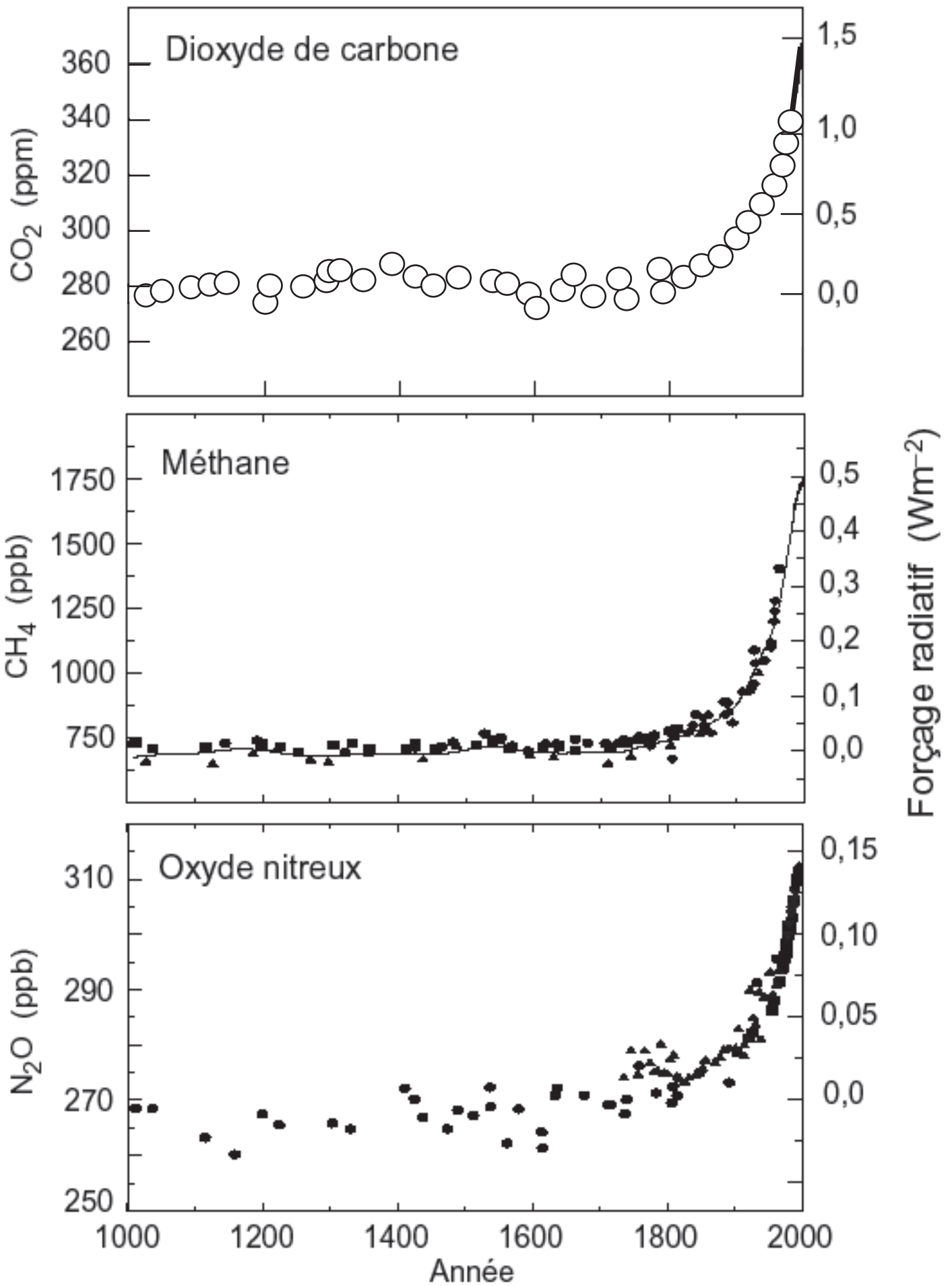
## Document 8







Concentration atmosphérique



SESSION DE 2008

---

**CONCOURS EXTERNE  
DE RECRUTEMENT DE PROFESSEURS CERTIFIÉS  
ET CONCOURS D'ACCÈS À DES LISTES D'APTITUDE (CAFEP)**

**Section : SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE**

**COMPOSITION SUR UN SUJET DE GÉOLOGIE**

**RECTIFICATIF**

*La légende du document 1 comporte des erreurs et doit être remplacée par le texte ci-dessous :*

**Document 1** : Variations de la teneur atmosphérique de CO<sub>2</sub> sur différentes échelles de temps.

- (a) Mesures directes du CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère.
  - (b) et (d) Teneur en CO<sub>2</sub> des carottes glaciaires antarctiques de Vostok.
  - (c) Teneur en CO<sub>2</sub> des carottes glaciaires antarctiques du Taylor Dome.
  - (e) et (f) Teneurs en CO<sub>2</sub> déduites géochimiquement des roches sédimentaires.
- (d'après Rapport du Groupe de Travail I du GIEC, IPCC, Summary for Policymakers, 2007).