

SESSION 2010

OLYMPIADES ACADEMIQUES DE GEOSCIENCES

ACADEMIES DE
BORDEAUX, LIMOGES,
ORLEANS-TOURS
POITIERS, TOULOUSE,
VERSAILLES

Durée de l'épreuve : 4h.

Le sujet se compose de quatre exercices notés sur dix points chacun.

Il comporte de nombreux documents, mais leur exploitation et les réponses attendues sont courtes.

Attention, dans certains exercices, des documents sont à rendre avec votre copie.

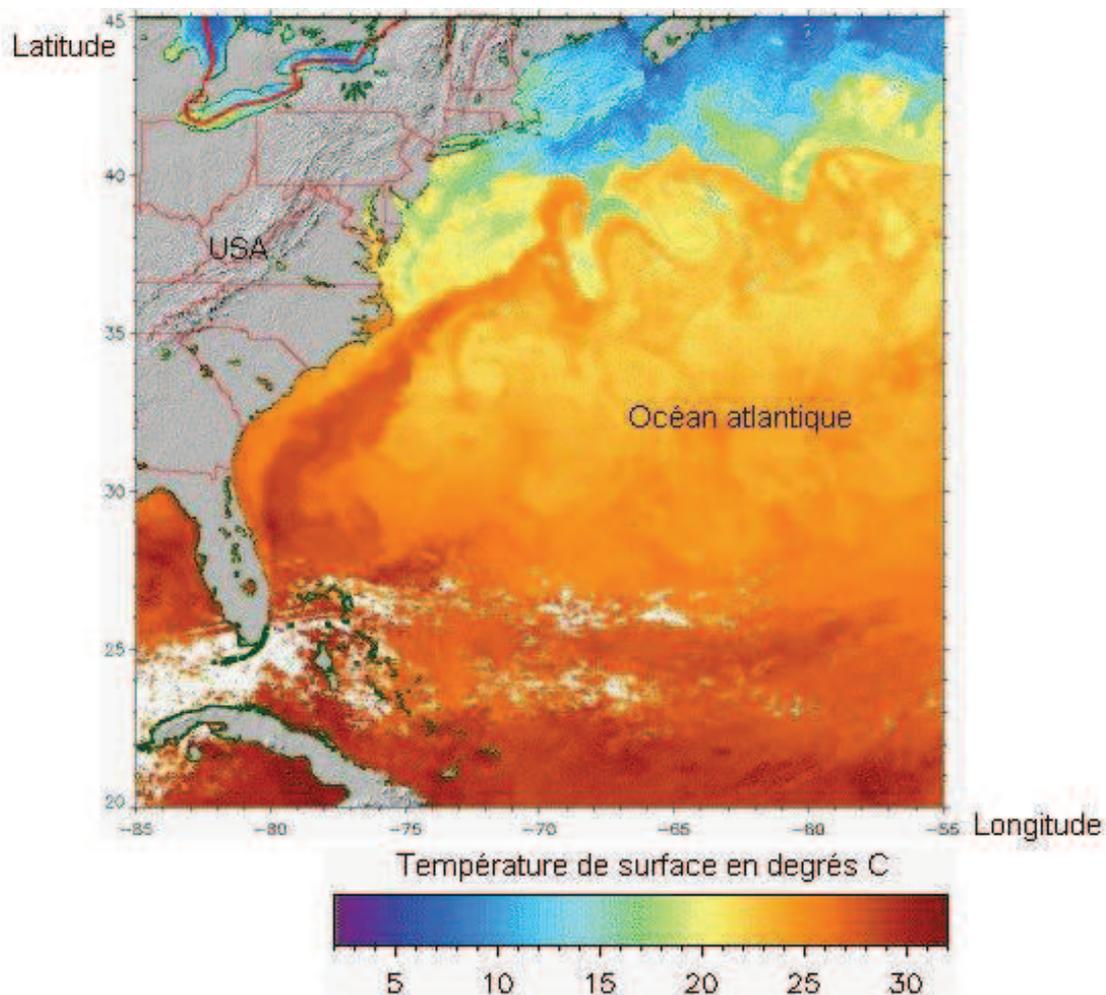
La calculatrice est autorisée.

Exercice 3 : un réchauffement global peut-il refroidir l'Europe ?

Le Gulf Stream est le principal système de courants de l'Atlantique occidental. Formé à l'Est de la Floride par la réunion de plusieurs masses d'eaux issues du Golfe du Mexique, il se divise rapidement en plusieurs segments, aux tracés sinueux, variant en latitude et dirigés vers l'est et le nord-est.

1 Quelques caractéristiques du Gulf Stream

Document 1a : image d'un satellite NOAA traduisant la température de surface de la mer. Les rayonnements captés se situent dans les longueurs d'onde de l'infrarouge thermique et les données acquises sont converties en températures. Les images présentées résultent de compilations d'images acquises pendant trois jours (du 26 au 28 mai 2006), ce qui permet d'éliminer presque tous les nuages (sauf ceux qui apparaissent en blanc sur l'image).



Copyright © 2006 by the Ocean Remote Sensing Group, Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory

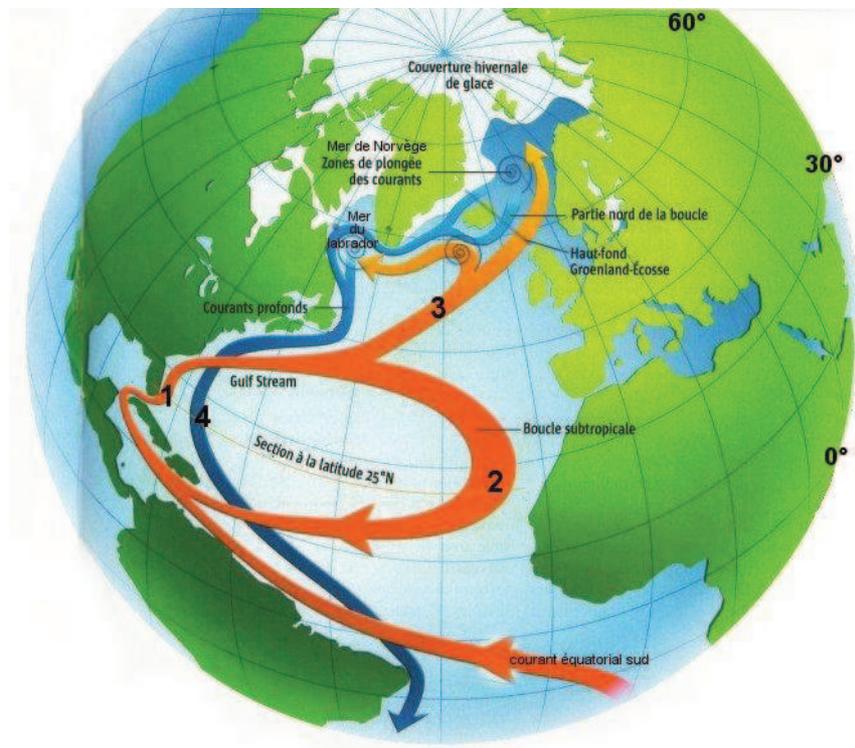
Document 1b : le Gulf Stream circule sur une hauteur de 500 m et sa vitesse moyenne est de $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Le débit d'un courant s'exprime en Sverdrup. $1 \text{ Sv} = 1 \text{ million de } \text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$.

2 Le Gulf Stream, une petite branche de la circulation thermohaline globale

Document 2a : circulation thermohaline globale dans l'Atlantique Nord

D'après La Recherche n°399 Juillet Août 2006



Document 2b : Les trajets de l'eau

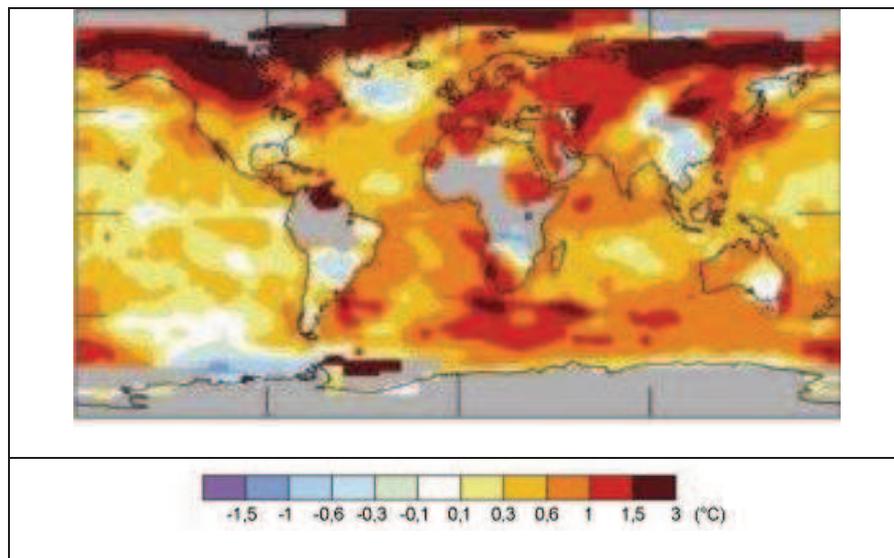
... « Le Gulf Stream transporte vers le nord-ouest de l'Europe les eaux du golfe du Mexique chauffées par le soleil tropical. Ce sont des eaux salées car elles ont été soumises, dans la première partie de leur parcours, le long des côtes torrides de Louisiane et de Floride, à de fortes évaporations. Ces eaux chaudes et salées arrivent en mer de Norvège et en mer du Labrador. Elles y sont bientôt refroidies par les vents glacés qui dévalent du pôle. Devenues froides et toujours salées, ce sont maintenant des eaux denses, lourdes, qui plongent. Les eaux de surface s'enfoncent et descendent vers le fond à grande vitesse... Se constitue ainsi dans les grandes profondeurs un courant qui descend l'Atlantique vers le sud. Ce courant longe l'Antarctique et gagne le Pacifique, traverse l'océan Indien, franchit le cap de Bonne Espérance et débouche dans l'Atlantique. Retrouvailles avec le courant équatorial sud qui l'emporte plein ouest vers le golfe du Mexique et le Gulf Stream. La boucle immense est bouclée. Elle aura duré mille cinq cents ans.

Les océans sont parcourus de tuyaux superposés (les courants), les uns transportant du froid, les autres du chaud. L'ensemble constituant un formidable système de climatisation....qui comme tous les systèmes, peut se dérégler... »

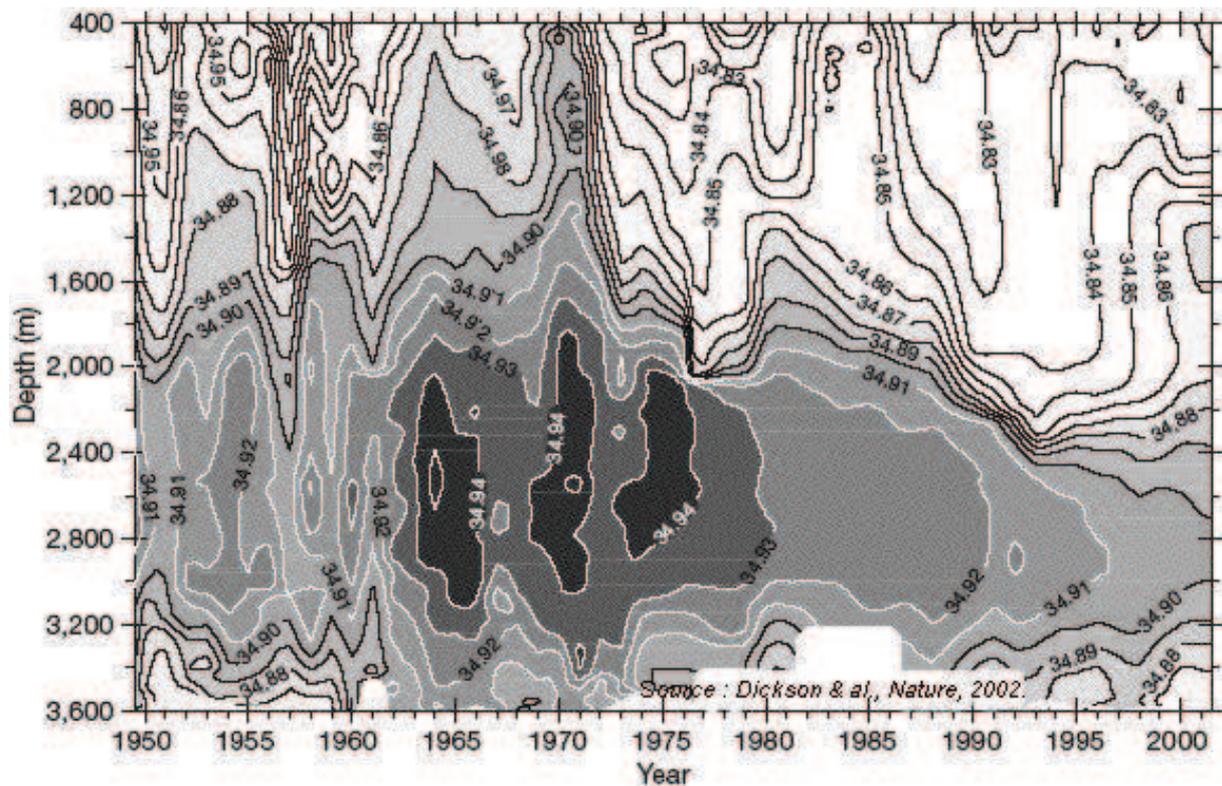
Extrait de « Portrait du Gulf Stream » Eric Orsenna 2005

3 Evolution des courants dans le temps

Document 3a : l'augmentation de la température de surface dans le monde entre 1880 et 2003. (<http://www.insu.cnrs.fr/a3132,pollution-arctique.html>)



Document 3b : Salinité (exprimée en g.L^{-1}) de l'eau de la partie centrale de la mer du Labrador, en fonction de la profondeur (axe vertical) et du temps (axe horizontal).



Document 3c : Harry Bryden et ses collaborateurs ont mesuré le débit de l'eau à partir de données collectées à intervalles réguliers depuis une cinquantaine d'années sur la section de l'Atlantique située à 25° de latitude Nord. Les courants cités sont référencés sur le document 2a.

Débit d'eau mesuré le long du parallèle 25°N en fonction de la profondeur

	1957	1981	1992	1998	2004
Profondeur inférieure à 1 000 m					
Gulf stream (courant 1)	+35.6	+35.6	+35.6	+37.6	+37.6
Boucle subtropicale (courant 2)	-12.7	-16.9	-16.2	-21.5	-22.8
Bilan calculé pour les profondeurs inférieures à 1000 m (courant 3)	+22.9	+18.7	+19.4	+16.1	+14.8
De 1 000 à 3 000 m	-10.5	-9.0	-10.2	-12.2	-10.4
De 3 000 à 5 000 m (courant 4)	-14.8	-11.8	-10.4	-6.1	-6.9
Profondeur supérieure à 5000 m	+2.4	+2.1	+1.2	+2.2	+2.5

(d'après Nature, vol. 438, 1 dec 2005, 655-657)

Les valeurs sont données en Sverdrup. Les valeurs positives indiquent un mouvement vers le nord et les valeurs négatives vers le sud.

Le débit dans la branche nord-atlantique (3) est égale au débit du Gulf Stream (1) moins le débit dans la boucle sub-tropicale (2)

4 Les enseignements du passé

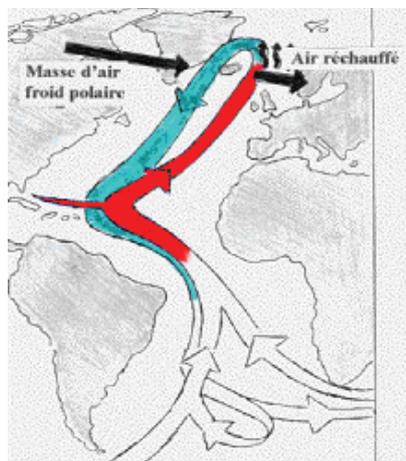
Document 4a : "le petit âge glaciaire" (D'après La Recherche n° 405 Février 2007)

L'Europe a connu entre 1200 et 1850 un climat particulièrement rude. Pendant ce petit âge dit glaciaire, il y aurait eu un ralentissement des grands courants de l'Atlantique Nord. On pense actuellement qu'il peut y avoir un lien entre l'évolution des courants et celle du climat.

Document 4b : Effet du Gulf Stream sur le climat.

Le Gulf Stream aujourd'hui

<http://www.manicore.com>



QUESTIONS

A partir des informations extraites,

1- du document 1 :

- calculer en km, la largeur de la zone la plus chaude (supérieure à 30°C) du Gulf Stream à 30° de latitude nord, sachant qu'à cette latitude, 1 degré de longitude vaut $111 \cdot \cos 30^\circ$ soit 96 km.
- calculer en sverdrup le débit du Gulf Stream à la même latitude.

2- des documents 3a et 3b :

- décrire puis expliquer l'évolution globale de la salinité à 1 000 m de profondeur.

3- du document 3c :

- décrire l'évolution des débits des courants de l'Atlantique Nord au-dessus du 45^{ème} parallèle Nord.

4- des documents 4a et 4b :

- expliquer le refroidissement pendant le petit âge glaciaire.

5- du document 2 et de toutes les informations précédentes :

- expliquer pourquoi le réchauffement de la planète pourrait paradoxalement provoquer à l'avenir un refroidissement du climat en Europe.