

Corrigé de la question du manuel scolaire

Doc. 2 et 3 : L'abondance actuelle de trois foraminifères (*N. pachyderma*, *G. bulloïdes*, *G. ruber*) dépend de la localisation des forages réalisés dans l'Atlantique Nord et donc de la température des eaux océaniques. Ces espèces actuelles ont donc des exigences thermiques strictes (5 °C pour *N. pachyderma*, 16 °C pour *G. bulloïdes* et 25 °C pour *G. ruber*). Le graphe de droite réalisé à partir d'un sondage réalisé à 0° de latitude et 23° longitude ouest permet d'identifier les modifications de la température océanique en estimant que les exigences climatiques actuelles sont transférables au passé. Entre – 25 000 ans et – 150 000 ans, les foraminifères les plus abondants sont *N. pachyderma*, signant une température relativement froide (aux environs de 14 °C) ; entre – 15 000 ans et – 10 000 ans, le nombre d'individus appartenant à l'espèce *G. ruber* augmente brutalement, signant un réchauffement des eaux superficielles alors que *N. pachyderma* existe encore. La coexistence des deux espèces permet d'envisager une température océanique aux alentours de 18 °C. Après –10 000 ans, *G. ruber* est presque exclusivement présent témoignant d'une accélération du réchauffement océanique et d'une température océanique supérieure à 20 °C (prendre garde à l'orientation de l'échelle de temps).

Correction des questions en lien avec les isotopes des tests carbonatés.

1. On remarque que plus la température est élevée, plus le $\delta^{18}\text{O}$ des foraminifères est faible. Il y a donc bien une corrélation entre $\delta^{18}\text{O}$ des foraminifères et température.
2. Lorsque l'on étudie les $\delta^{18}\text{O}$ de l'océan seul, on observe des variations cycliques de 100 000 ans du $\delta^{18}\text{O}$ des foraminifères.
3. Les résultats entre les $\delta^{18}\text{O}$ des foraminifères et ceux des glaces sont opposés. En effet, on remarque que lorsque $\delta^{18}\text{O}$ des foraminifères est élevé, celui des glaces est faible et inversement. Ils ne concordent pas. Néanmoins le $\delta^{18}\text{O}$ des tests peut être tout à fait exploité en tant que paléothermomètre. Étant donné que l'on a fixé le $\delta^{18}\text{O}$ de l'eau de mer dans le premier document. On peut connaître « directement » la température de l'eau de mer à partir du $\delta^{18}\text{O}$ des foraminifères au moment de leur formation et donc de connaître la température de l'eau à ce moment. De plus, on a vu que une forte température était associée à un $\delta^{18}\text{O}$ des foraminifères important. Ainsi les périodes glaciaires sont identifiées pour des périodes où le $\delta^{18}\text{O}$ des tests est élevé et les périodes interglaciaires là où ces deltas sont faibles. Si on reprend les résultats de l'activité 1, on applique le raisonnement inverse pour les deltas des glaces. Mais on remarque que les périodes glaciaires et interglaciaires sont approximativement les mêmes, que ce soient avec les $\delta^{18}\text{O}$ des foraminifères ou des glaces.
4. Pour former des tests carbonatés. Les foraminifères ont besoin de Calcium et d'ions Hydrogénocarbonate. Ce dernier se forme par une réaction acido-basique entre l'eau et le dioxyde de carbone. Or l'eau peut contenir des isotopes 16 ou 18. Donc on peut supposer que les êtres vivants vont utiliser de préférence des molécules avec les isotopes les plus légers. Or on sait que les molécules d'eau les plus légères s'évaporeront le plus facilement aussi. Donc en période glaciaire. Les molécules les plus légères s'évaporent. L'eau va être enrichie en isotope lourds. Donc les tests formés à cette période seront enrichies en

isotopes lourds. Par contre en période interglaciaire. On peut voir deux scénari qui aboutissent à la même conclusion et qui doivent se réaliser dans la nature:

1. on assiste à une fonte des glaces qui dilue les eaux océaniques qui contiennent des isotopes lourds
2. on évapore plus de molécules d'eau avec des isotopes lourds

Dans les deux cas, l'eau s'appauvrit en isotope lourd et les tests sont donc appauvris en ^{18}O .

Bilan :

Les foraminifères sont des organismes unicellulaire de la famille des zooplanctons à test carbonaté. Ces test sont donc conservable et s'accumulent dans les sédiments et se superposent. Donc le principe de superposition (les couches les plus profondes sont les plus anciennes) est toujours de rigueur, d'où l'intérêt de faire des forages, car on peut établir l'évolution du climat au cours du temps. A partir de ces test, il est possible d'évaluer le taux d' ^{18}O et établir le $\delta^{18}\text{O}$ en prenant pour référence une partie carbonatée d'une coquille d'un mollusque fossile, le rostre de bélemnite.

Comme pour les pollens il est possible d'établir étude statistiques : évaluer l'abondance d'un type de foraminifère, diversité et taille des foraminifères. Ce qui permet de préciser des conditions climatiques particulières. Certaines espèces ont des exigences climatiques particulières donc par actualisme, il est possible de de donner le climat d'une région à un moment donné et de suivre la variation du climat au cours du temps.

III- Les glaciers et l'évolution récente du climat

support : manuel p 106 à 109

Les glaciers continentaux (ou inlandsis) sont en forte régression depuis le début du XXème siècle et la tendance s'accélère sur les dernières décennies (observations satellitaires).

.Les calottes glaciaires se réduisent fortement en superficie (surtout Arctique) mais aussi en épaisseur (Arctique et Antarctique) (-36% en été, -9% en hiver).

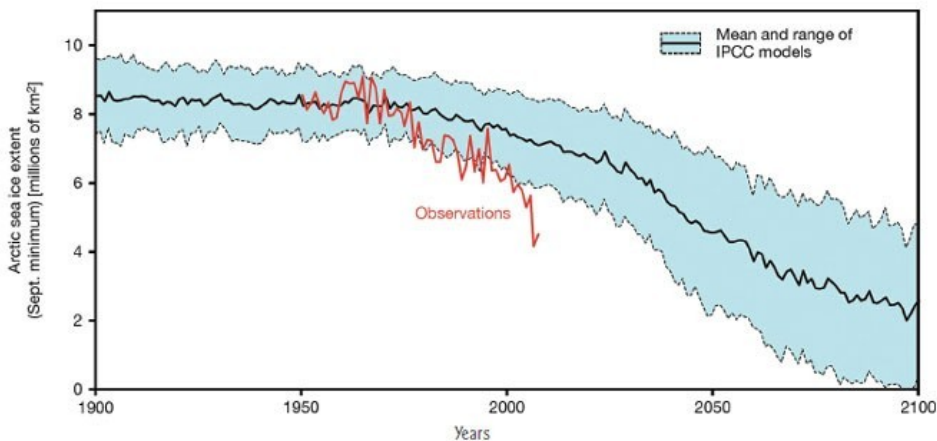
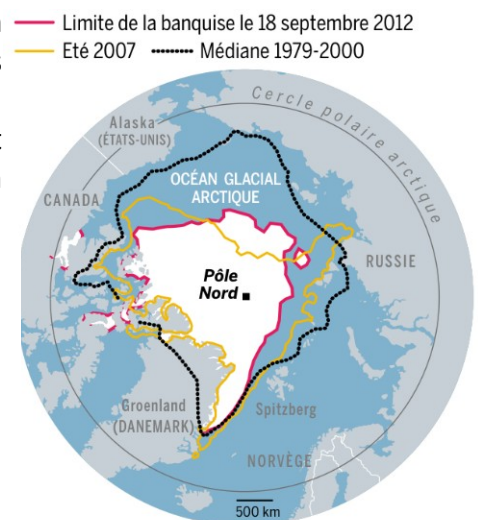
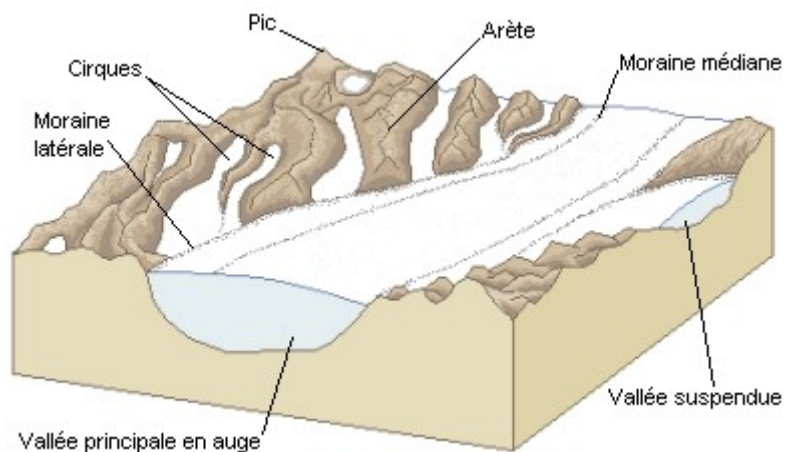


Figure 13. Observed (red line) and modeled September Arctic sea ice extent in millions of square kilometers. The solid black line gives the ensemble mean of the 13 IPCC AR4 models while the dashed black lines represent their range. From Stroeve et al. (2007) updated to include data for 2008. The 2009 minimum has recently been calculated at 5.10 million km², the third lowest year on record, and still well below the IPCC worst case scenario.



Mais ce constat est tout aussi visible au niveau des continents européens. En effet, les inlandsis lors de leurs formations et de leurs dislocations peuvent transporter des blocs de toutes tailles et sur les limites des glaciers vont s'accumuler des sédiments donnant des moraines latérales ou frontales et des blocs erratiques, créer des vallées en auge également. Par leur passage, ils peuvent aussi lisser les roches sur lesquels ils passent, on parle alors de roches moutonnées. Tous ces indices permettent d'identifier la présence d'un glacier ancien mais aussi l'évolution d'un glacier actuel, les moraines donnant les limites d'extension des glaciers. On remarque que de nos jours, les glaciers sont en régression car on voit que les moraines frontales les plus récentes sont de plus en plus hautes et des reliefs que dans le passé (on en retrouve par exemple à Lourdes, témoin d'une plus forte glaciation passée)



La régression d'un glacier ne s'explique pas uniquement par une fonte des glaces liée à un réchauffement climatique. D'autres facteurs sont en cause tels que la précipitation. En effet, s'il ne pleut suffisamment pas dans les régions montagneuses (et donc peu de neige au niveau des zones d'accumulation des glaces ou cirque glaciaire), il est difficile de renouveler les glaces (car il y a constamment des pertes car on a des fontes glaciaires alimentant des torrents sous-glaciaires)

Travail pour le 14/05/2020 : devoir-maison à envoyer sur EcoleDirecte.