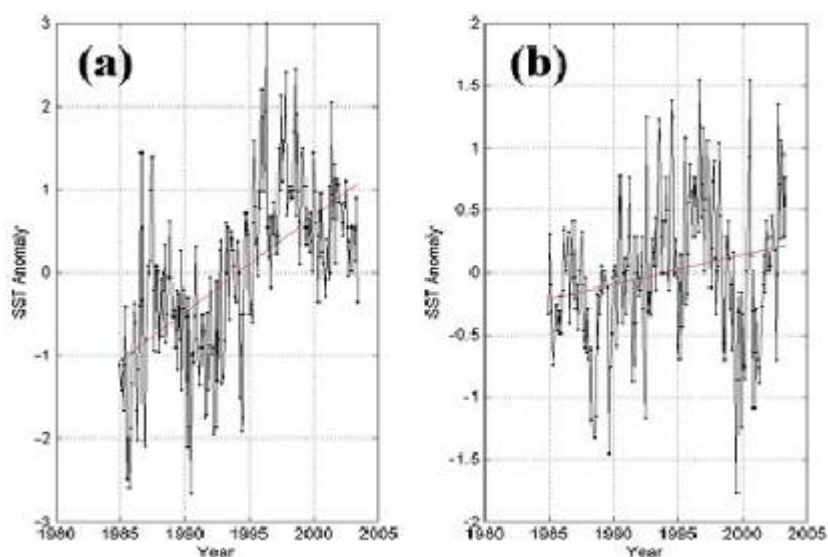
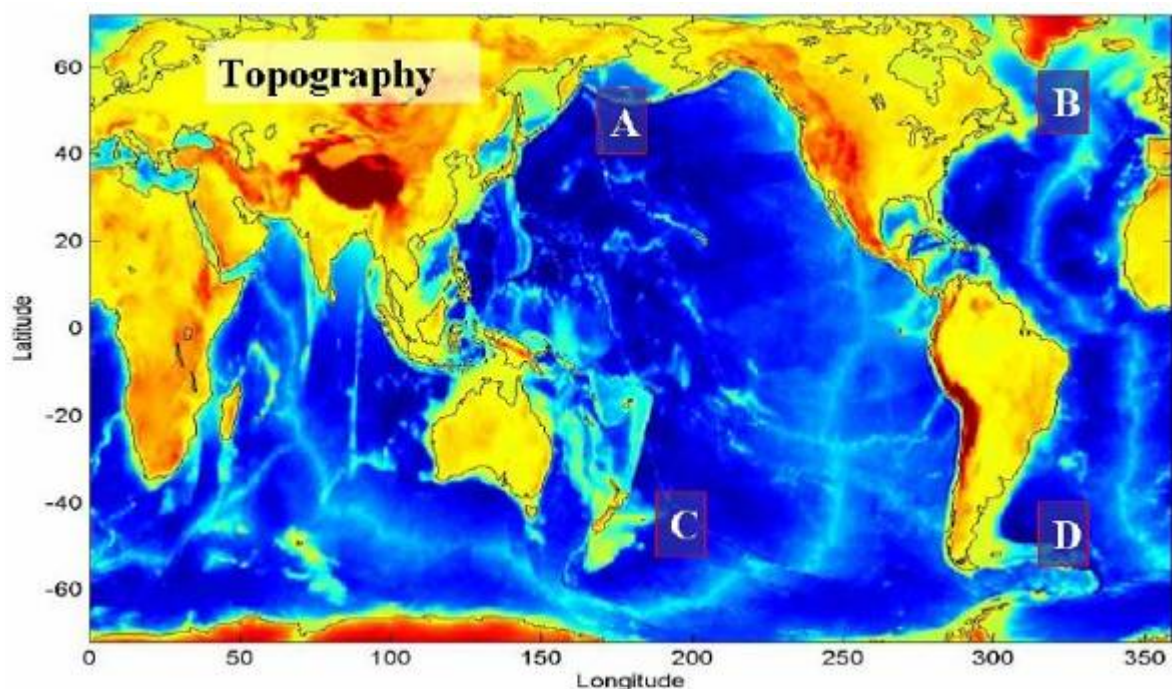


# Annales des olympiades internationales de géosciences (IESO) de 2007 à 2010 - Partie « Océanographie »

## Hydrographie

### 1. Température de l'eau

- **WT 2007** : On s'intéresse à l'effet du réchauffement global sur la température des eaux de surface (SST). La carte de l'océan mondial ci-dessous figure en bleu sombre les eaux profondes, et en bleu clair les eaux peu profondes). On considère 4 sites A, B, C, D.

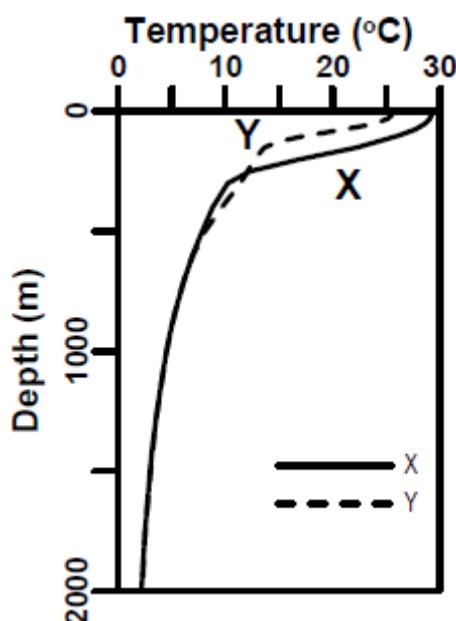


1) Les figures (a) et (b) ci-dessus montre l'évolution de la SST au cours du temps en deux sites océaniques. Calculer le taux de changement de la SST (en °C/an) pour les figures (a) et (b). (2 pts)

2) L'océanographe ne sait plus à quel site correspondent les figures (a) et (b) ! Faites correspondre chacune des figures (a) et (b) à l'un des deux sites A ou B sur la carte de l'océan. Donnez deux raisons à votre choix. (5 pts)

3) Les taux de changement de la SST pour les sites C et D sont d'environ  $+0,0011$  °C/an et de  $+0,0066$  °C/an, respectivement. Ces taux sont bien plus bas que ceux calculés en A et B dans l'hémisphère nord. Discutez les causes possibles de cette différence. (3 pts)

- **WT 2009** : La figure ci-dessous montre des profils de température moyennés sur le long terme, de la surface jusqu'à une profondeur de 2000 mètres, mesurés en deux sites : site A dans le pacifique ouest-équatorial à  $140^{\circ}$  Est, site B dans le Pacifique est-équatorial à  $120^{\circ}$  W. Indiquez les sites correspondant à X et Y.



- **WT 2010** : Les océans peuvent absorber une grande quantité d'énergie solaire sans augmentation significative de la température de l'eau. C'est principalement parce que : A) le volume des eaux océaniques est énorme ; B) la chaleur latente de vaporisation de l'eau est relativement faible ; C) la surface des océans ne reflète pas la chaleur ; D) la capacité calorifique de l'eau de mer est relativement importante ; E) l'eau de mer contient une grande quantité de sel.

- **PT 2010** : Mesure du pH et de la température de l'eau en suivant un protocole.

2. Profondeur de l'eau

3. Densité de l'eau

4. Salinité

- **WT 2010** : On sait que la salinité de la Méditerranée est toujours plus élevée que celle de l'océan Atlantique.

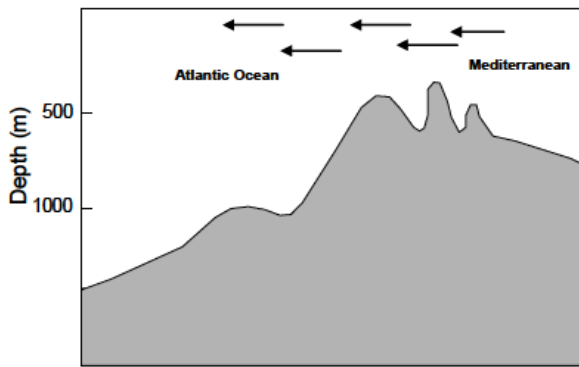
1) Trouvez la relation correcte entre évaporation (E), précipitations (P) et écoulement fluvial (R) pour la Méditerranée : A)  $E > P + R$  ; B)  $E < P + R$  ; C)  $P > E + R$  ; D)  $R > E + P$

Correction : Les apports d'eau douce sont représentés par P et R ; mais l'évaporation E doit être plus élevée, puisque la salinité de la Méditerranée est supérieure à celle de l'Atlantique (l'équilibre étant rétabli par l'influx d'eau atlantique plus douce) : on a donc A)  $E > P + R$

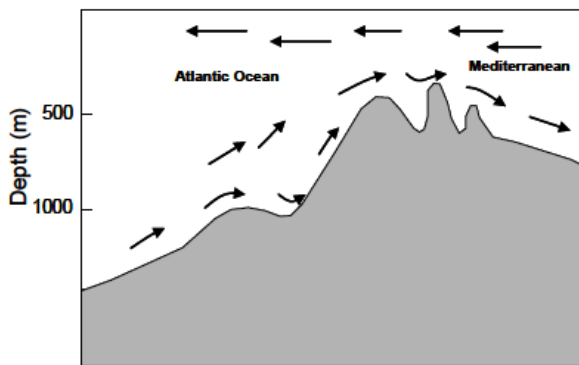
2) Indiquez le schéma qui représente correctement les flux entre la Méditerranée et l'océan Atlantique.

Correction : Certes, les eaux atlantiques sont plus froides ; mais les eaux méditerranéennes sont nettement plus salées, et c'est cette différence qui l'emporte : les eaux méditerranéennes sont plus denses, donc plus profondes. En outre, le bilan hydrologique déficitaire de la Méditerranée suppose un influx d'eau atlantique. Le schéma correct est donc D.

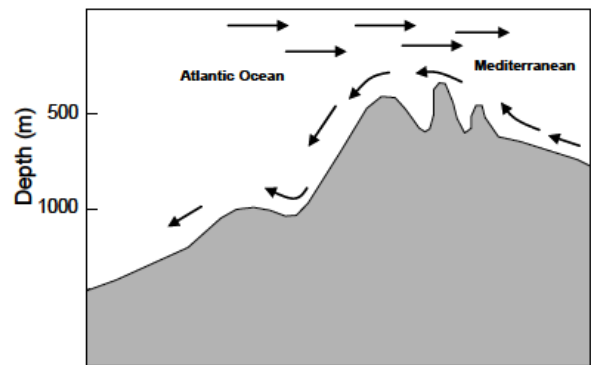
(A)



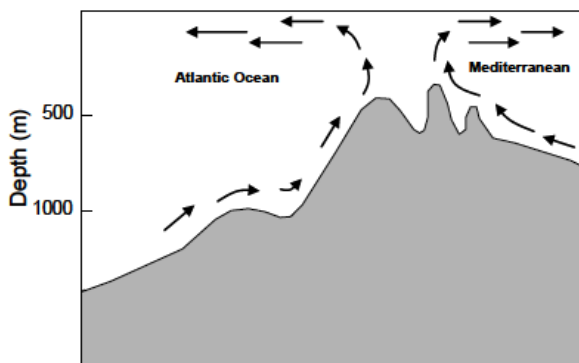
(B)



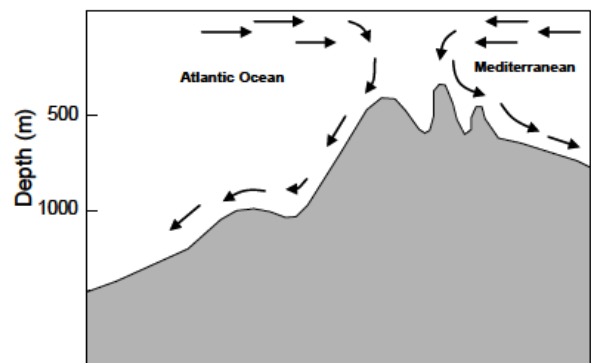
(D)



(C)



(E)



5. Niveau de la mer

6. Pression

7. Diagramme Température - Salinité

8. Couche de mélange

- **WT 2010** : Qu'est ce qui cause la stratification des eaux océaniques ? A) Les calottes polaires ; B) Les courants ; C) Les différences de densité ; D) Les vagues ; E) L'évaporation et les précipitations

9. Vitesse du son dans l'océan

10. Couleur de l'eau de mer

11. Les nutriments dans l'océan

12. Oxygène dissous

- **WT 2010** : Quel est l'énoncé le plus pertinent au sujet de la concentration en  $O_2$  dans l'eau de mer ? A) La concentration en  $O_2$  de la couche de surface est plus élevée que dans les couches inférieures ; B) La concentration en  $O_2$  durant l'hiver est plus élevée que durant l'été ; C) La concentration en  $O_2$  aux hautes latitudes est plus élevée que sous les tropiques ; D) Les réponses A et B sont correctes ; E) Les réponses A, B, C sont correctes.

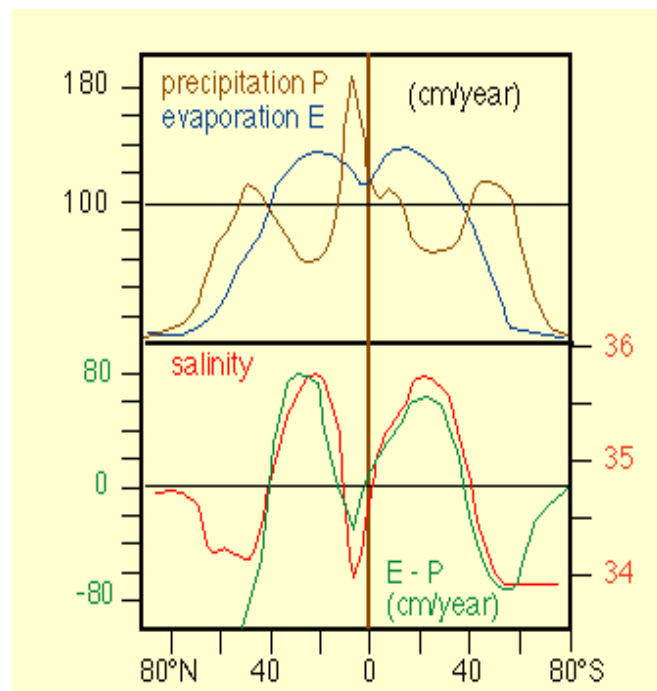
13. Intensité lumineuse dans l'océan

14. Altimétrie

15. Evaporation

16. Précipitations

- **WT 2010** : Le bilan hydrologique mondial dépend de l'évaporation et des précipitations. Ces phénomènes influencent la salinité des eaux de surface. A partir de cette figure, expliquez pourquoi la salinité des eaux tropicales est plus faible que celle des eaux sub-tropicales.



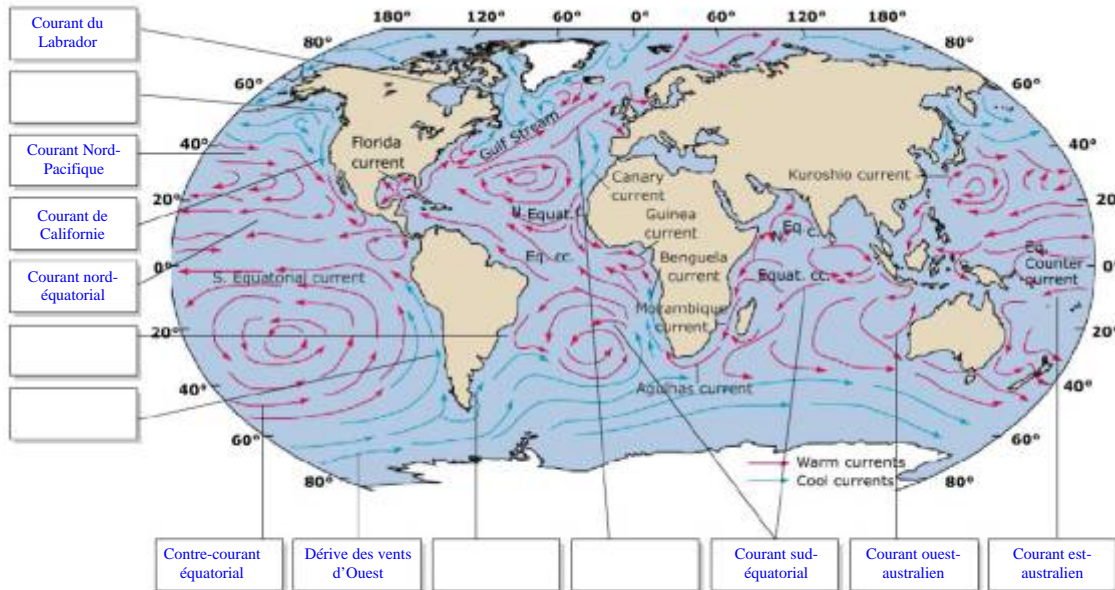
17. Ecoulement fluvial

# Courants

## 1. Courants géostrophiques

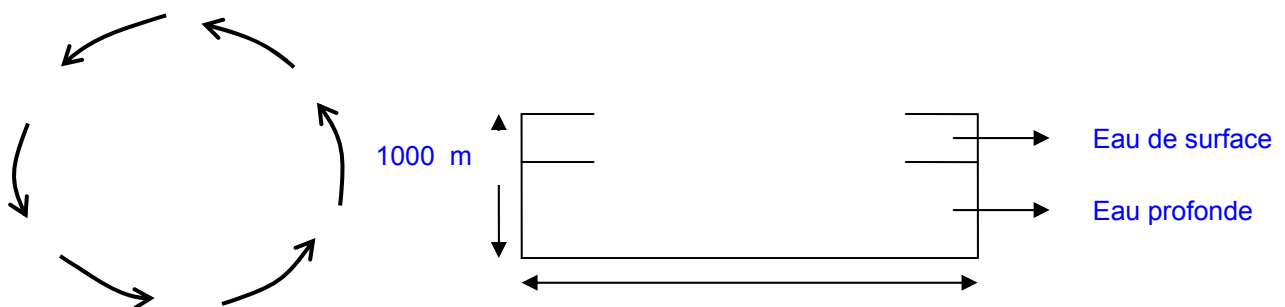
- WT 2010 : Placez les courants repérés par les lettres au bon emplacement sur la carte.

(A)	Courant de l'Alaska
(B)	Courant du Pérou (courant de Humboldt)
(C)	Courant nord-atlantique
(D)	Courant du Brésil
(E)	Courant des Malouines



- WT 2010 : Récemment, on a découvert que les débris flottants sont concentrés dans des zones spécifiques des océans. Ces zones sont situées dans les gyres océaniques (voir carte ci-dessus). On estime que les déchets en plastique vont rester concentrés dans ces zones pendant plusieurs centaines d'années avant d'être dégradés photochimiquement. L'un de ces gyres héberge une « île de déchets » qui fait deux fois la surface du Texas.

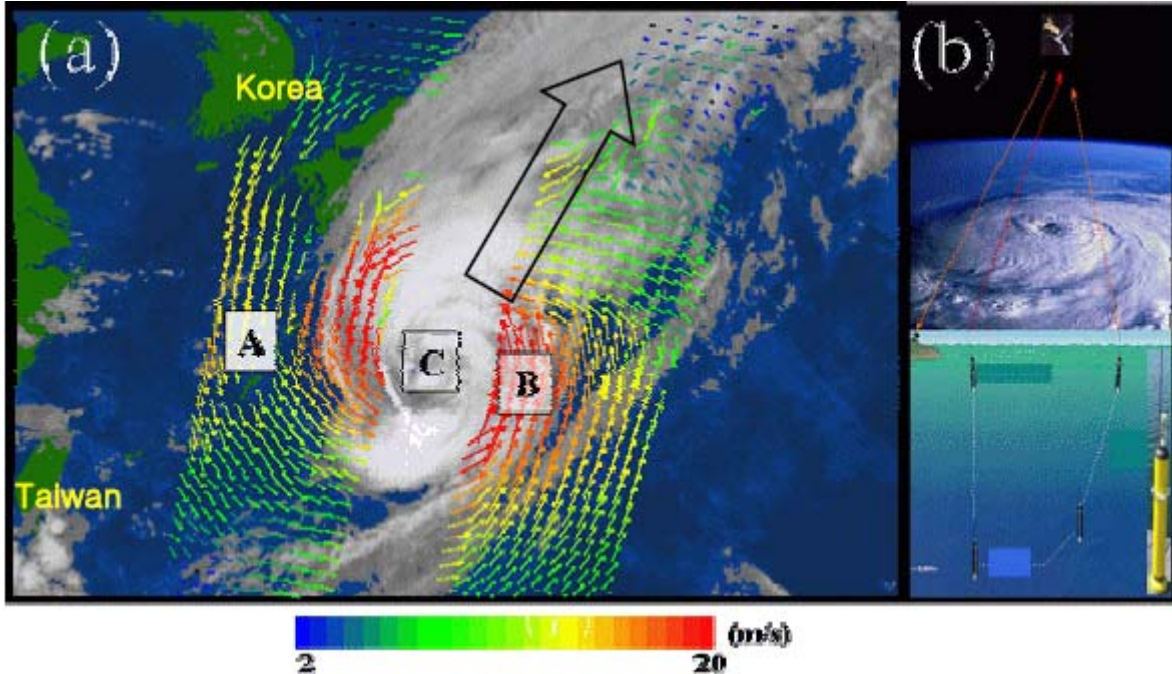
La figure de gauche ci-dessus représente un gyre. Où trouve-t-on ce type de gyre ? A) dans l'hémisphère nord ; B) dans l'hémisphère sud.



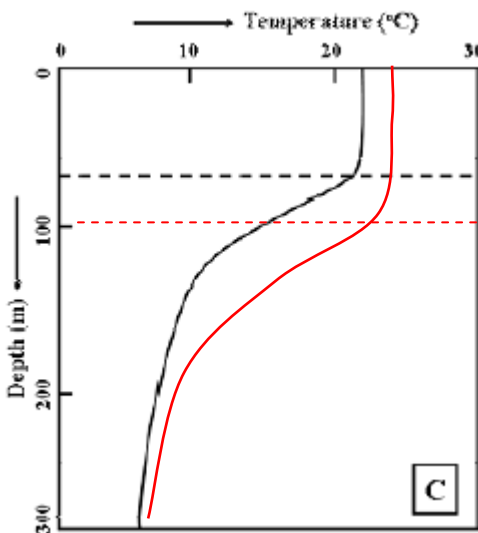
A partir du schéma de gauche ci-dessus, complétez le schéma de droite ci-dessus représentant le profil de mouvement d'une masse d'eau au niveau du centre du gyre. Montrez les mouvements verticaux de l'eau (s'il y en a).

## 2. Tourbillons océaniques de mésoéchelle

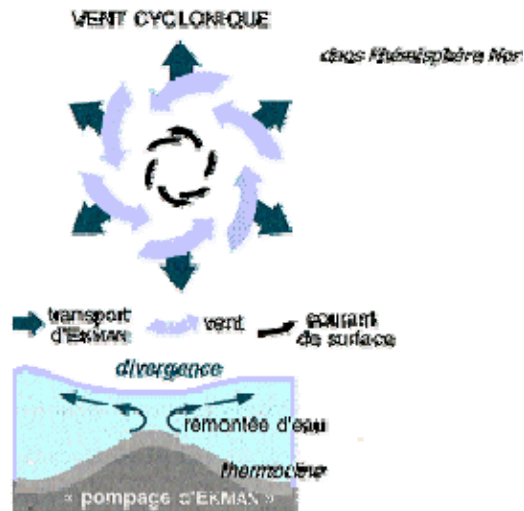
- **WT 2008** : La figure suivante, obtenue par satellite, montre les vecteurs vent à la surface de la mer superposés à la couverture nuageuse lors du passage d'un typhon sur le Pacifique nord-ouest. Les couleurs des flèches traduisent la force du vent, de 2 à 20 m/s. Les balises flottantes ARGO (en b) mesurent automatiquement les profils verticaux de température et de salinité aux sites A, B, C. La grosse flèche noire indique la direction de déplacement du typhon.



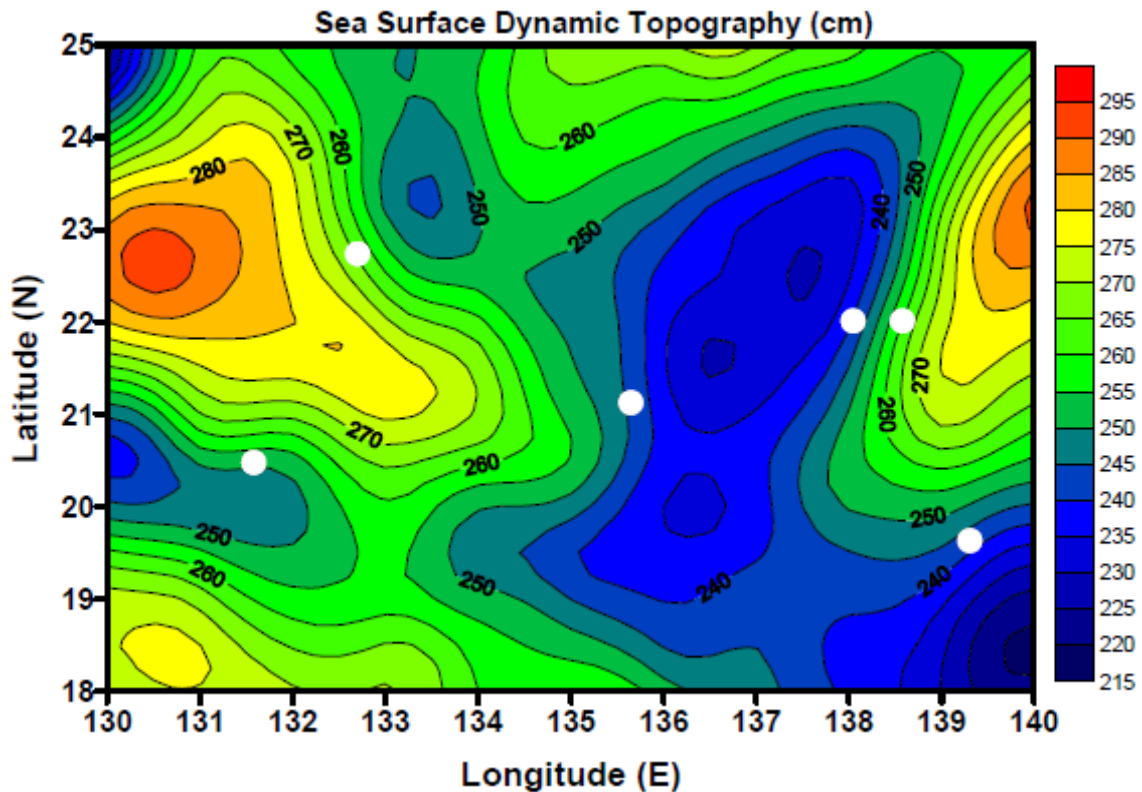
La figure suivante montre le profil vertical de température au site C, près du centre du typhon. Dessinez le nouveau profil de température après que le typhon s'est éloigné du site C. Justifiez votre production.



Correction : dans une zone dépressionnaire, le « pompage d'Eckman » aboutit à un creusement de la surface de la mer, et à une remontée d'eaux profondes, plus froides ; du coup, la thermocline est également moins profonde ; quand le typhon s'éloignera, la thermocline s'approfondira, la couche de mélange redeviendra plus épaisse (une centaine de mètres), et sa température sera plus élevée (courbe rouge ci-contre).

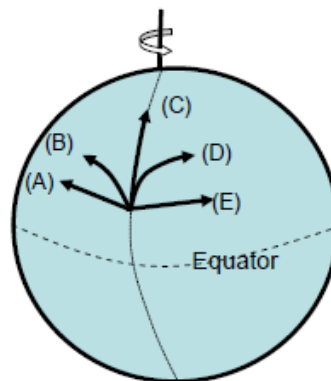


- **WT 2009** : Les tourbillons de mésoéchelle peuvent être détectés à la surface de l'océan par des satellites altimétriques. La figure ci-dessous montre la topographie dynamique de la surface d'une zone nord-ouest du Pacifique. Les lignes de niveau (isohypses) ont un intervalle de 5 cm. De façon générale, le champ des flux de ces tourbillons peut être décrit en se plaçant à l'équilibre géostrophique. Dessinez des flèches pour indiquer les directions des courants de surface au niveau des 6 points blancs sur la figure ci-dessous.



### 3. Force de Coriolis

- **WT 2009** : Un fort courant océanique coule vers le Nord dans l'hémisphère Nord (figure ci-dessous). Indiquez la flèche correcte.



4. Topographie dynamique de la surface de l'océan
5. Circulation thermohaline
6. Force de friction

## Marées

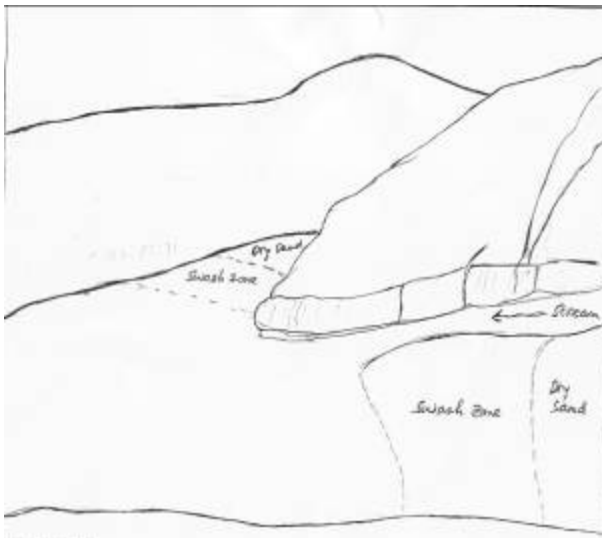
1. Marée semi-diurne
2. Marée diurne
3. Marées de mortes eaux
4. Marées de vives eaux
5. Théorie des marées
6. Forces génératrices de la marée
7. Jusant, basse mer
8. Flot, haute mer
9. Marnage

## Vagues, houle

1. Hauteur des vagues
2. Période
3. Longueur d'onde
4. Vitesse des vagues en eau peu profonde

- **PT 2010** : Comptez les vagues arrivant sur la plage pendant 5 minutes, puis calculez leur période.

- **PT 2010** : A partir de votre observation des vagues arrivant sur la plage, dessinez les isobathes près de la côte.



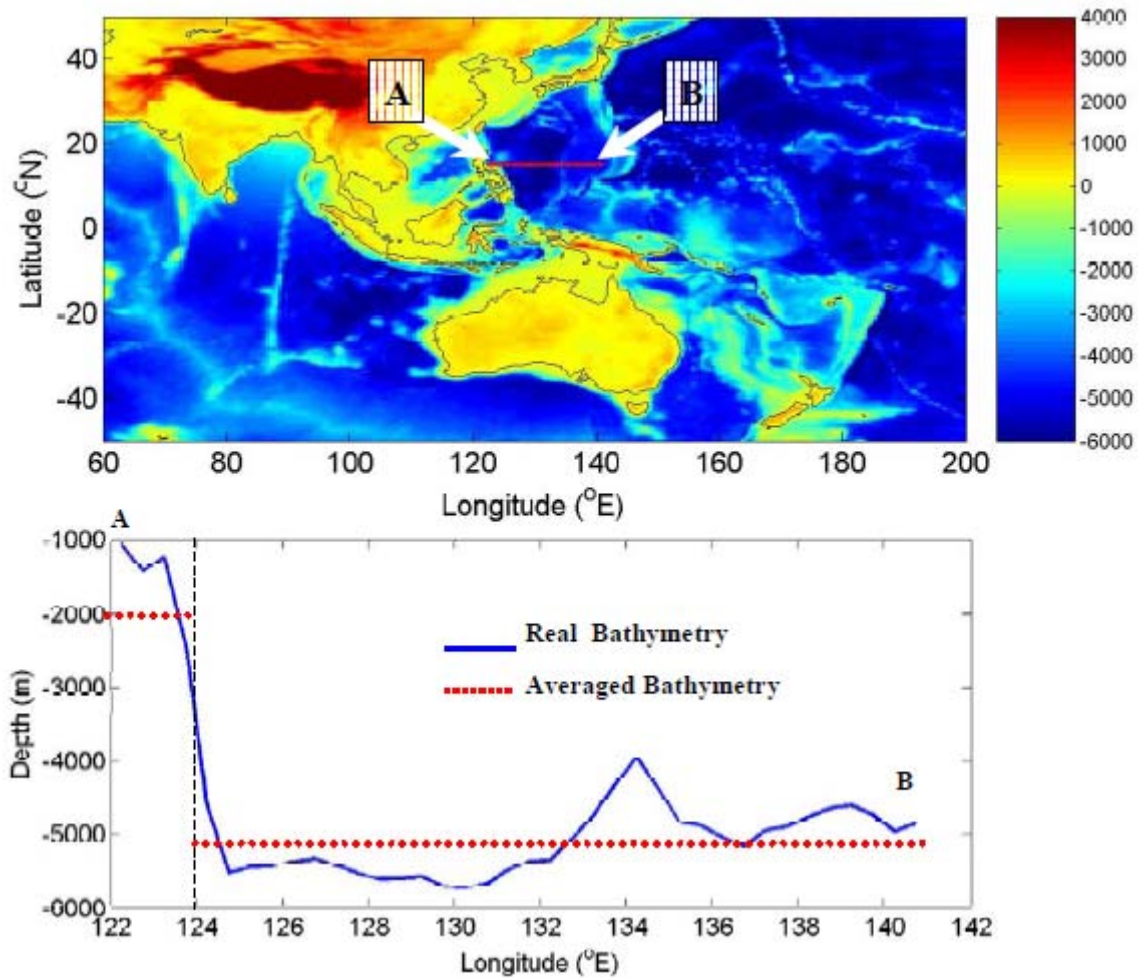
5. Vitesse des vagues en eau profonde

6. Tsunami

- **WT 2010** : La figure ci-dessous montre la topographie du fond de l'océan (bathymétrie). Un tremblement de terre survient au site B ( $15,25^\circ$  N,  $140^\circ$  E) à 1h50 du matin. Estimez le temps d'arrivée du tsunami au site A ( $15,25^\circ$  N,  $122^\circ$  E). Pour éviter les difficultés dans les calculs, la bathymétrie moyennée entre les sites A et B est montrée par une ligne rouge en pointillés sur la



seconde figure. On donne  $\sin(15,25^\circ) = 0,26$  ;  $\cos(15,25^\circ) = 0,96$  ; accélération gravitationnelle  $g \approx 10 \text{ m/s}^2$  ; rayon de la Terre  $R = 6400 \text{ km}$ ). Vous supposerez que les sites A et B sont dans le même fuseau horaire. (3 pts)



**Correction :** Avant tout, il faut déterminer la distance entre les points A et B. Cet arc de cercle est situé sur un parallèle à  $15,25^\circ$  de latitude nord. La circonférence de ce parallèle est égale à  $2\pi R \cos(15,25^\circ) = 38\,603,9 \text{ km}$ . La distance  $l$  entre A et B, qui vaut  $18^\circ$  de longitude, se décompose en une distance  $l_1$  ( $16^\circ$  de longitude à une bathymétrie de 5000 m) et une distance  $l_2$  ( $2^\circ$  de longitude à une bathymétrie de 2000 mètres). On a :

$$l_1 = 38\,603,9 \times 16/360 = 1715,7 \text{ km}$$

$$l_2 = 38\,603,9 \times 2/360 = 214,5 \text{ km}$$

On sait ensuite que, pour les tsunamis de période suffisamment longue, typiquement une dizaine de minutes, soit la plupart des tsunamis d'origine tectoniques, la vitesse  $v$  de déplacement d'un tsunami est uniquement fonction de la profondeur d'eau  $h$  :  $v = \sqrt{gh}$ . Le tsunami se déplace donc d'abord à la vitesse  $v_1 = \sqrt{10 \times 5000} = 223,6 \text{ m/s}$  puis à la vitesse  $v_2 = \sqrt{10 \times 2000} = 141,4 \text{ m/s}$

Le temps de déplacement est donc égal à  $l_1 / v_1 + l_2 / v_2 = 7673 + 1517 = 9190 \text{ secondes} = 2 \text{ heures } 33 \text{ minutes et } 10 \text{ secondes}$ . **L'heure d'arrivée du tsunami sera donc 4h 23 mn 10 s du matin.**