

SESSION 2006

Filière : 2^{ème} concours – Concours ENS Lyon

GÉOSCIENCES

Durée : 3 heures

*L'usage de la calculatrice est autorisé.
Les échanges de calculatrice entre candidats ne sont pas autorisés.*

Tournez la page S.V.P.

PREAMBULE

La qualité de la rédaction et la concision des réponses seront prises en compte dans l'évaluation.

Beaucoup de questions peuvent être traitées séparément et certaines réponses sont brèves. Néanmoins, il est conseillé de traiter les parties III, IV et V à la suite l'une de l'autre.

PREMIERE PARTIE

Les sédiments : origine et processus

Cette partie concerne des questions d'ordre général. Les réponses sont brèves.

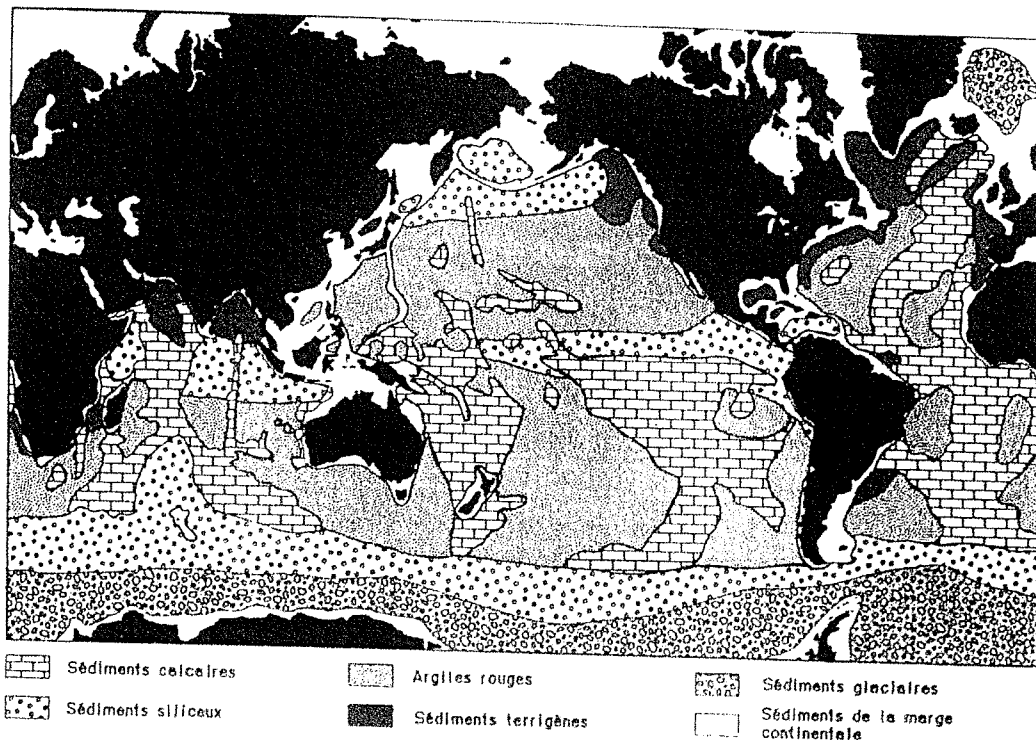
- 1.1. Faites un schéma montrant le cycle externe des roches en faisant apparaître notamment les processus et les moteurs mis en jeu.
- 1.2. Quels sont les trois principaux moteurs du cycle externe ?
- 1.3. Quels sont les principaux fournisseurs des constituants des roches sédimentaires ?
- 1.4. Sur les continents, quels sont les deux principaux processus d'altération des roches mère ?
- 1.5. Quels sont les principaux agents de l'altération ?
- 1.6. L'altération chimique se produit suivant quatre grands types des réactions chimiques. Quelles sont ces réactions ? Donnez un exemple de chaque.
- 1.7. Quelle est la famille de minéraux issue de l'altération des roches silicatées ?
- 1.8. Comment s'appelle l'ensemble des processus qui transforme un sédiment meuble en roche ?

DEUXIEME PARTIE

La sédimentation marine

Le document 2.1 vous donne la distribution actuelle des sédiments recouvrant les fonds marins.

- 2.1. Quels sont les sédiments provenant de l'altération des continents ?
- 2.2. Quels sont les agents de transport de ces derniers ?
- 2.3. Quels sont les sédiments dont l'origine est l'activité biologique ?
- 2.4. Quels sont les quatre grands taxons (principaux organismes) fournisseurs des ces derniers ?
- 2.5. En une demi page maximum, décrivez et expliquez la distribution de l'ensemble des sédiments marins (document 2.1) ?



Document 2.1 : Carte de répartition des principaux types de sédiments dans l'océan actuel (modifié d'après Davies et Gorsline 1976 et Jenkyns 1986)

TROISIEME PARTIE

Mousson et taux d'érosion dans l'Himalaya

Nous allons nous intéresser dans cette partie au rôle du climat sur l'érosion. On étudiera un exemple basé sur l'Himalaya. Le document 3.1 vous donne une carte montrant les précipitations moyennes de la région himalayenne entre 1992 et 2002 pendant la période de la mousson (juin à août). La pluviométrie de la région peut-être considérée comme nulle en dehors de la mousson.

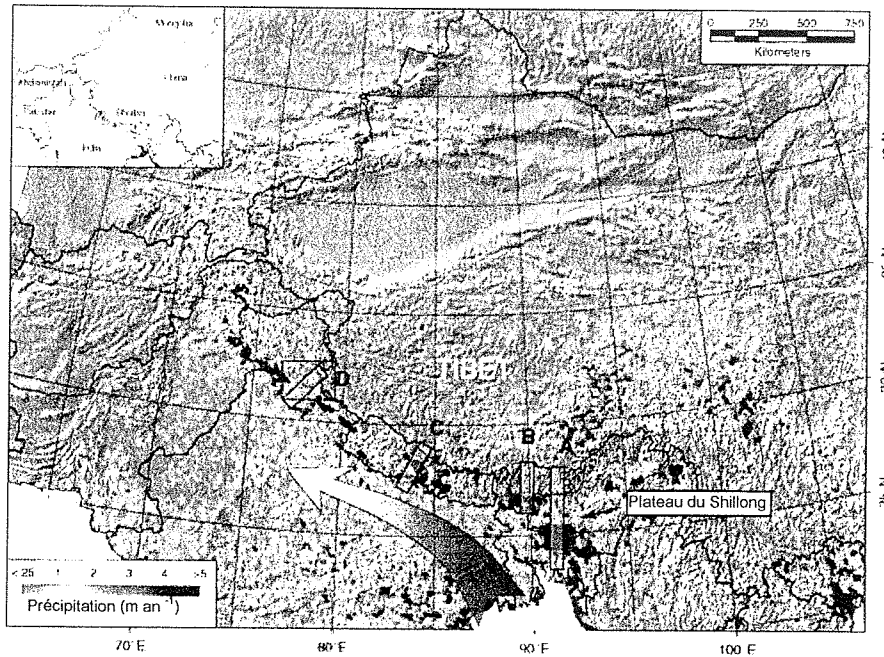
- 3.1 La mousson est un phénomène lié à la Zone de Convergence Inter Tropicale (ZCIT). Qu'est ce que la ZCIT ? Aidez-vous d'un schéma pour expliquer ce qu'est cette zone.
- 3.2 Commentez le document 3.1.
- 3.3 D'après le document 3.1, considère-t-on le Pakistan comme un pays aride ? Et le Tibet ?

Afin d'étudier le rôle de la topographie, quatre profils des ont été établis perpendiculairement à la chaîne himalayenne (document 3.2). Utilisez uniquement les moyennes données dans le document 3.2 (traits épais) dans les questions qui suivent.

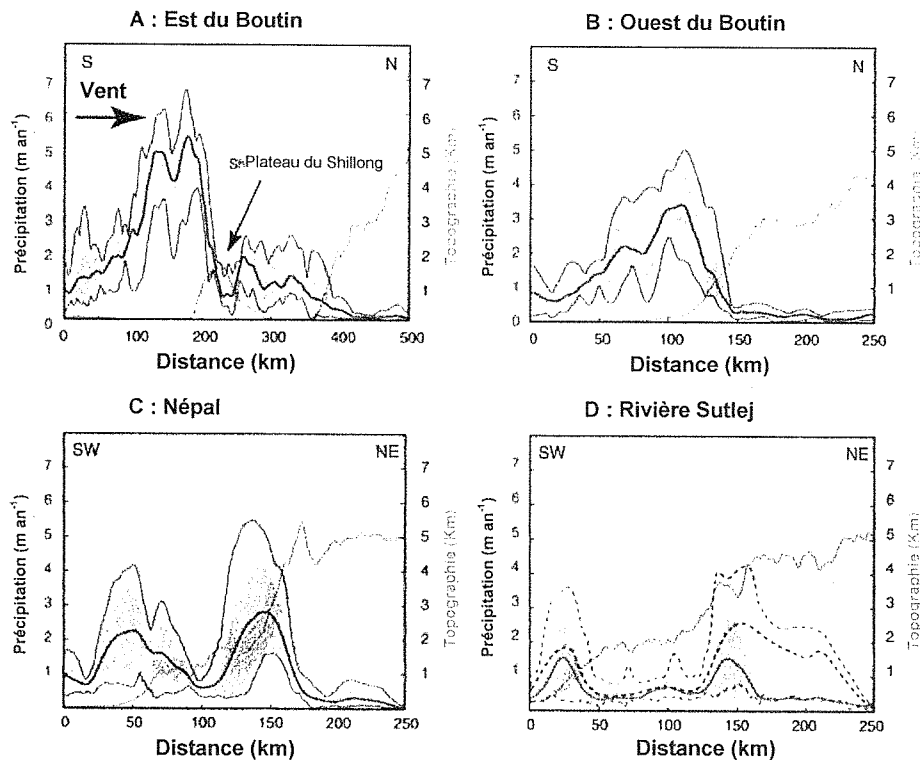
- 3.5. Décrire en détail la figure A du document 3.2.
- 3.6. Quel rôle joue le plateau du Shillong vis-à-vis de la pluviosité ? Quelle est son altitude ?
- 3.7. Globalement comment varie la pluviosité du sud vers le nord ?
- 3.8. Décrivez la répartition des précipitations le long du front montagneux sud himalayan.

Le document 3.3 vous donne les précipitations mesurées depuis 1950 dans deux sites de la région du Sutlej (affluent de l'Indus) : au village de Sangla situé dans la vallée du Baspa (affluent du Sutlej) et au village de Simla (situé dans la vallée du Sutlej). Le débit de la rivière Baspa est aussi reporté.

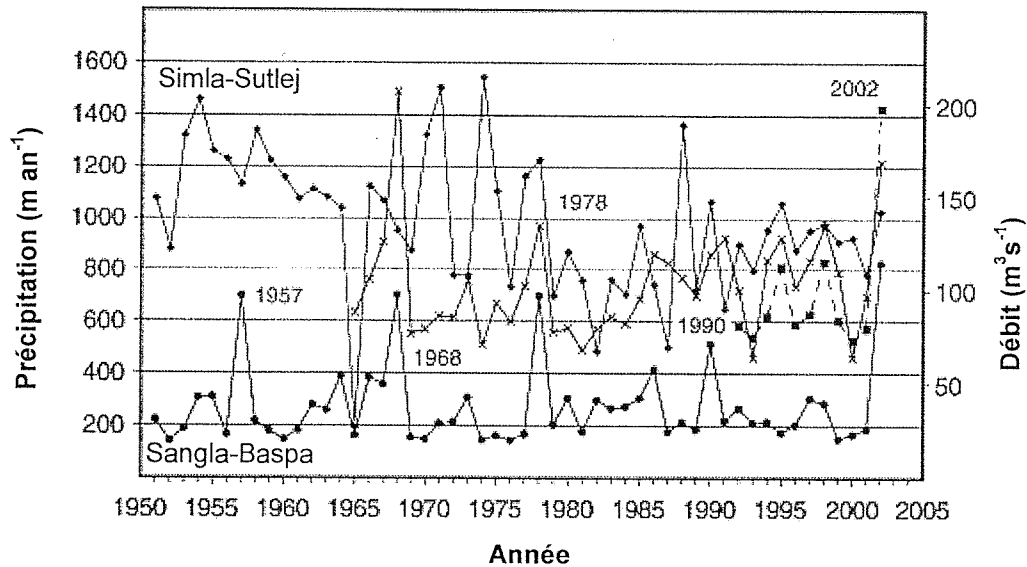
- 3.9. Comparez les moyennes (estimées grossièrement) des précipitations pour les deux villages.
- 3.10. D'après la différence de précipitations et en considérant les données du document 3.2 D, lequel des deux villages se situe à plus grande altitude ?
- 3.11. Mise à part la moyenne des précipitations, qu'elle est la principale différence entre ces deux profils au cours du temps ?
- 3.12. Quelle est la périodicité des événements dont la date est indiquée sur le graphe ?
- 3.13. Décrivez la courbe du débit de la Baspa au cours du temps en la comparant aux courbes des précipitations.



Document 3.1 : Moyenne des précipitations annuelles (période 1992-2002) enregistrées pendant la mousson. La flèche indique le transport d'humidité depuis la Baie du Bengale vers le front sud himalayen. Les quatre zones étudiées dans le document 3.2 sont localisées. (D'après Bookhagen et al., 2005)



Document 3.2 : Topographie (en orange) et précipitation (en bleu) le long des profils A, B, C et D. Leur localisation est donnée sur le document 3.1. Ils sont établis pour une bande de 80 Km de large le long des rivières. Les traits épais donnent la moyenne, la zone ombrée l'écart type et le trait fins le maximum et minimum mesurés (d'après Bookhagen et al., 2005).



Document 3.3 : Données de la région de Sutlej. ● et ◆, mesures au sol des précipitations au villages de Sangla (dans la vallée de la Baspa) et de Simla (dans la vallée du Sutlej) respectivement. ■ Précipitations mesurées par satellite du village de Sangla. × Débit en $m^3 s^{-1}$ de la rivière Baspa (d'après Bookhagen et al., 2005).

- 3.14. Que est la différence de débit entre les années à pluviosité normale et les années à forte pluviosité ? Exprimez aussi ce résultat en %.
- 3.15. Les données de précipitation obtenues à l'aide des satellites pour le village de Sangla sont reportées depuis 1992. Celles-ci sont calibrées avec des mesures au sol. Comparez les données de précipitation obtenues au sol à celles obtenues par satellite.
- 3.16. Proposez des hypothèses pour expliquer les similitudes/différences entre les deux jeux de données.
- 3.17. Comparez les données de précipitation obtenues par satellite au débit de la Baspa.
- 3.18. D'après ces résultats, que concluez vous sur l'érosion des zones les plus arides de l'Himalaya (telles que le village de Sangla) ?

Le tableau 3.1 compile les données mesurées pour le fleuve Sutlej et la Baspa (on rappelle que la Baspa est un affluent du Sutlej).

	Année Normale		Année 2002	
	Sutlej	Baspa	Sutlej	Baspa
Précipitation ($m an^{-1}$)	1.5	0.3	1.7	0.75
Débit ($m^3 s^{-1}$)	800	96	900	169
Sédiments en suspension ($g litre^{-1}$)	2.5	0.95	2.9	1.23

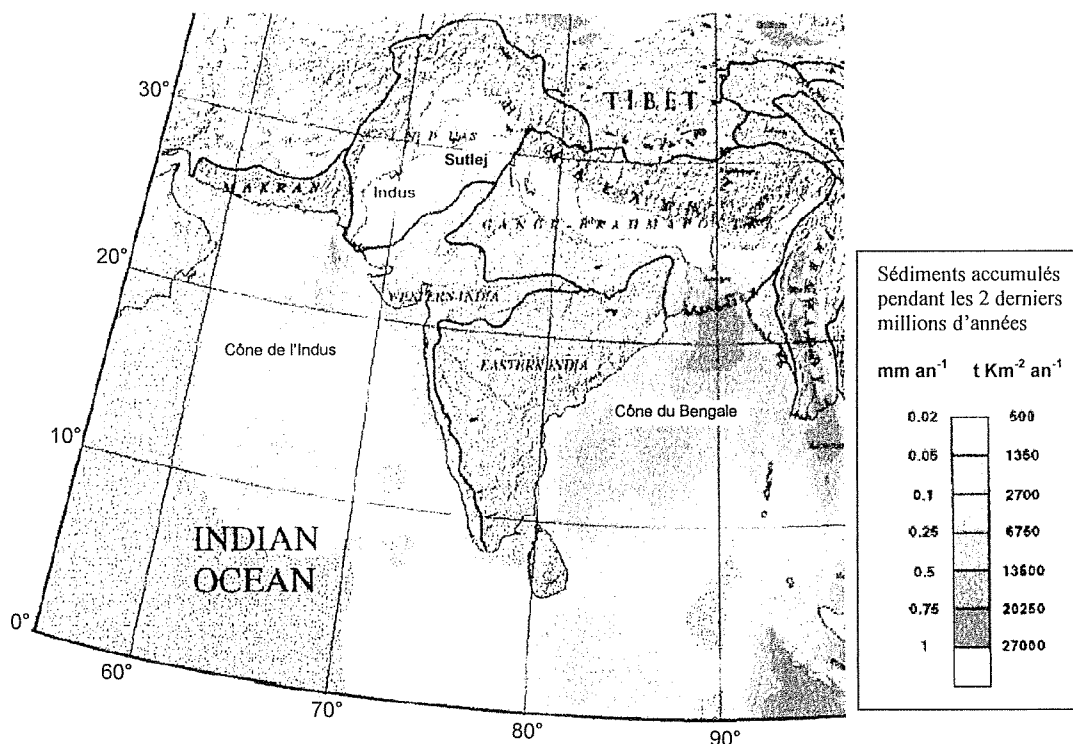
Tableau 3.1 : Données moyennées pendant les trois mois de mousson pour les rivières Sutlej et Baspa (mesurés à Sangla) (d'après Bookhagen et al., 2005).

- 3.19. A l'aide des données du tableau 3.1 et sachant que la production et le transport de sédiments a lieu uniquement pendant la mousson, quelle est la quantité de sédiments (en tonnes par an) transporté par la Baspa pendant les années normales ? Et pendant l'année 2002 ?
- 3.20. Sachant que le bassin versant de la Baspa est de 757 km^2 , quelle est la quantité de sédiment exprimée, en tonnes par an et par kilomètre carré, transportée au cours d'une année normale ? Et pendant l'année 2002 ?
- 3.21. Sachant que la densité des sédiments en suspension est de $1,4 \text{ tonnes m}^{-3}$, calculer le taux de dénudation, exprimé en mm an^{-1} , pour le bassin versant de la Baspa au cours d'une année normale et au cours de l'année 2002.
- 3.22. Le transport par le fond de la rivière et les événements torrentiels difficiles à mesurer ne sont pas pris en compte dans le calcul de la question précédente. Ainsi, sachant que les valeurs obtenues dans la question précédente sont des minima, commentez celles-ci, en soulignant les différences entre les deux cas de figure (année normale et année 2002).
- 3.23. En prenant en compte la périodicité des années à pluviosité importante telles que 2002, quelle est, en pourcent, la contribution en sédiment de ces années sur le registre sédimentaire ?
- 3.24. Quel autre phénomène, dans cette région tectoniquement active, peut jouer un rôle important dans la production et transport de sédiments ?
- 3.25. Enfin, si l'on considère que cette région de l'Himalaya est à l'équilibre (climatique, tectonique,...) depuis 2 millions d'années, quelle est la quantité en masse et en volume apportée par la vallée de la Baspa au cône de l'Indus ?

QUATRIEME PARTIE

Erosion dans l'Himalaya à l'échelle du million d'années

Le document 4.1 et le tableau 4.1 vous donnent les taux d'accumulation dans les cônes de l'Indus et du Bengale au cours des deux derniers millions d'années.



Document 4.1 : Taux d'accumulation des sédiments terrigènes du cône de l'Indus et du Bengale. Les traits en bleu délimitent les différents bassins versants (d'après Métivier et Gaudemer, 1999).

	Taux Actuel	Taux Quaternaire	Lieux de dépôt	Longueur ($\times 10^6$ m)	Largeur ($\times 10^5$ m)	Débit de sédiments ($\times 10^8$ m ³ an ⁻¹)	H ($\times 10^2$ m)
Brahmapoutre + Gange	1402	1285	Cône Bengale	2.4	3	3.9	2
Indus	385	475	Cône Indus	1	2	0.9	2

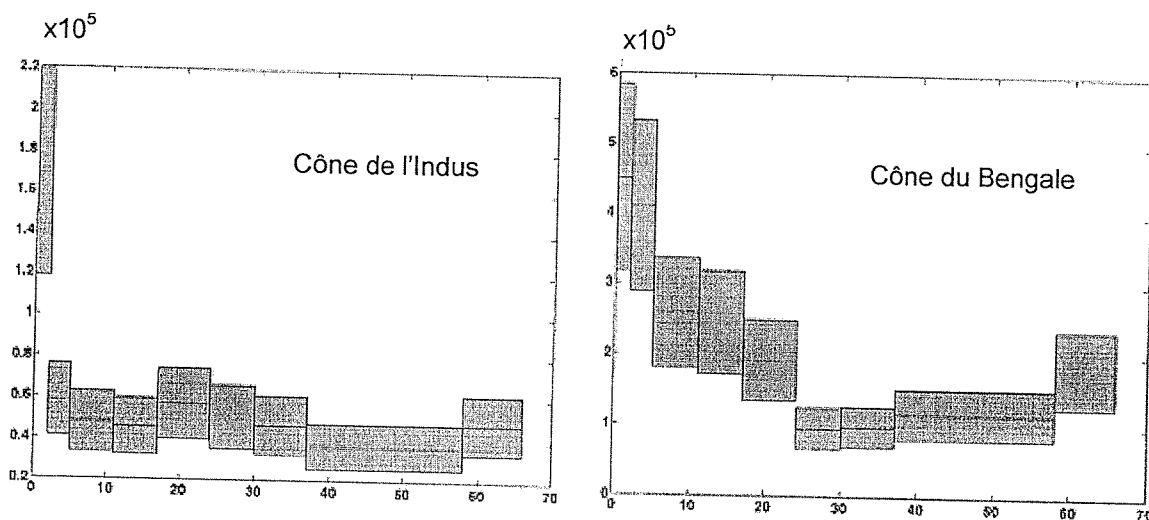
Tableau 4.1. : Taux d'accumulation actuels et au cours des deux derniers millions d'années des deux principaux bassins versants indiens exprimés en millions de tonnes par an. Les caractéristiques des deux bassins versant sont aussi reportées (d'après Métivier et Gaudemer, 1999).

- 4.1. Comment expliquez-vous les différences entre les taux actuels des deux bassins versants Indus et Brahmapoutre+Gange ?
- 4.2. Comparez les taux de dépôt actuels et ceux moyennés au cours du Quaternaire. Que concluez-vous sur cette période de deux millions d'années ?

- 4.3. Estimez la masse accumulée pour chaque cône pendant ces deux millions d'années.
- 4.4. Les roches constituant le cône ont une masse volumique de $2,8 \text{ tonnes m}^{-3}$. Calculez le volume déposé au cours de ces deux millions d'années dans les deux cônes.
- 4.5. Sachant que les surfaces des bassins versants sont de l'ordre de 10^6 km^2 , quel est le taux d'érosion pendant cette période ? Commentez ces valeurs.
- 4.6. Dans la question 3.24 vous aviez obtenu le volume de sédiments apportés par la rivière Baspa en deux millions d'années. Quel pourcentage représente ce volume par rapport au volume du cône de l'Indus trouvé dans la question 4.4.

Nous allons maintenant nous intéresser aux taux de dépôt du cône de l'Indus et du Bengale au cours des dernières 65 Ma. Ceux-ci sont montrés sur le document 4.2.

- 4.7. Comment obtient-on ces données ?
- 4.8. A quelle période géologique correspond cet enregistrement ?
- 4.9. Quand est-ce que la collision se produit entre l'Inde et l'Asie ?
- 4.10. Décrivez ces deux profils et avancez des hypothèses pour expliquer ceux-ci.
- 4.11. Comparez le volume obtenu dans la question 4.4, calculé pour les deux derniers Ma et celui reporté pour cette même période sur le document 4.2.
- 4.12. A partir du document 4.2 le volume total de ces deux cônes ont été estimés à $3,3 \cdot 10^6 \text{ km}^3$ pour l'Indus et $12 \cdot 10^6 \text{ km}^3$ pour le Bengale. Quel pourcentage représente le volume déposé durant les deux derniers Ma ?



Document 4.2 : Taux d'accumulation des sédiments exprimés en $\text{km}^3 \text{ Ma}^{-1}$ au cours des derniers 65 Ma dans le cône de l'Indus et du Bengale. La zone grisée représente l'incertitude sur les données (d'après Métivier et al., 1999)

Nous allons nous intéresser maintenant au temps caractéristique de réaction, τ_r , d'un grand bassin versant (surface $>10^6 \text{ km}^2$) suite à un changement des conditions physiques. Les sédiments n'enregistreront clairement que les événements dont la durée est du même ordre de grandeur que le temps caractéristique de réaction. Les événements dont la durée est un ordre de grandeur en dessous verront leur amplitude et leur durée amoindrie d'un facteur 10-100 au niveau du registre sédimentaire. Il a été montré que :

$$\tau_r \sim \frac{L_o L_a H}{D_s} \quad (1)$$

Où L_o est la longueur du fleuve, L_a la largeur de la plaine alluviale, H est la différence d'altitude entre le point culminant et le point le plus bas de la plaine alluviale et D_s le débit de sédiments.

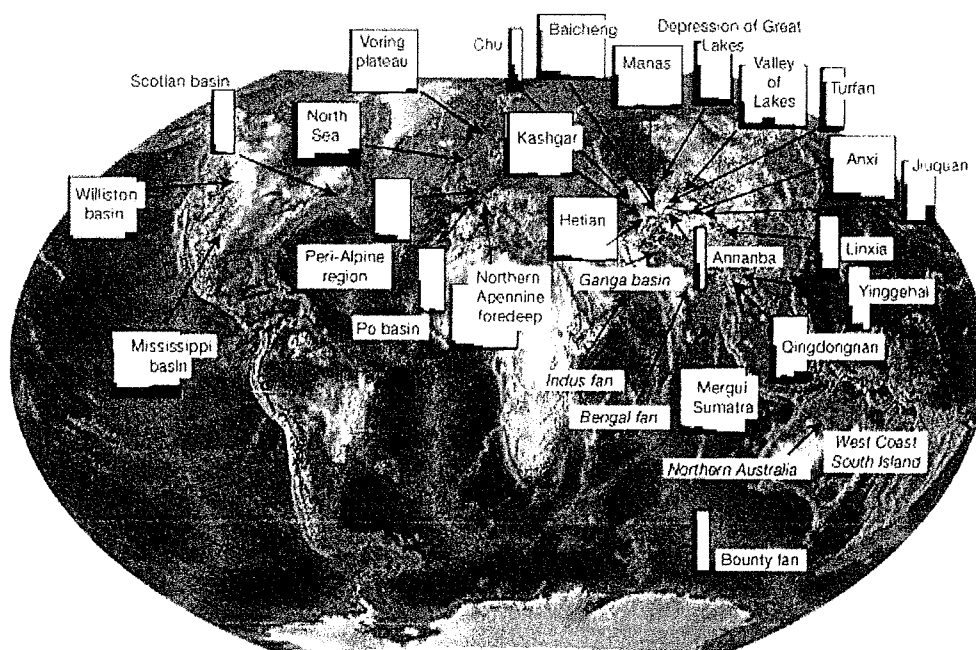
- 4.13. A l'aide des données du tableau 4.1 et de l'équation (1), calculez le temps caractéristique de réaction des deux bassins décrits.
- 4.14. Est-ce que le dernier maximum glaciaire daté à 18000 ans a été ou sera enregistré par les cônes du Bengale et de l'Indus ?

CINQUIEME PARTIE

Erosion à l'échelle mondiale

Afin de comparer le taux de sédimentation étudiés dans la partie précédente à d'autres bassins sédimentaires au niveau du Globe, vous disposez du document 5.1. Celui-ci vous montre la répartition mondiale de l'évolution du taux de sédimentation dans des nombreux bassins sédimentaires.

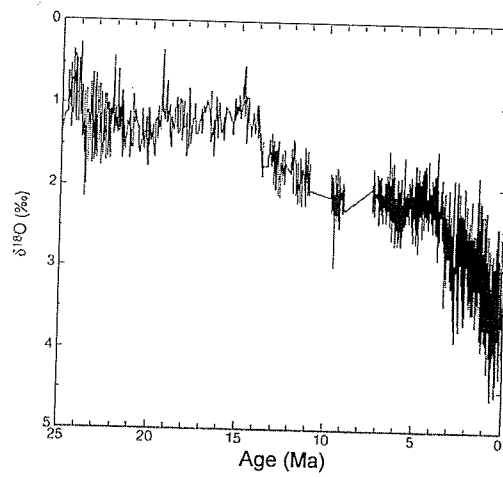
5.1. Commentez cette carte en faisant le lien avec le document 4.2.



Document 5.1 : Planisphère montrant des bassins sédimentaires sélectionnés. Les histogrammes montrent le taux de sédimentation (échelle verticale normalisée au plus fort taux) au cours du temps (même échelle horizontale, jusqu'à 65 Ma pour les plus longs axes) (d'après Peizhen et al., 2001).

Le document 5.2 vous donne les mesures de $\delta^{18}\text{O}$ des foraminifères benthiques depuis 25 Ma.

- 5.2. Qu'est-ce qu'un foraminifère ?
- 5.3. Qu'est-ce que le terme benthique dénote ?
- 5.4. Qu'est-ce que le $\delta^{18}\text{O}$?
- 5.5. Pourquoi mesure-t-on le $\delta^{18}\text{O}$ des foraminifères ?
- 5.6. L'obtention de ces données se fait à partir de carottages. Reportez sur la figure 2.1 un endroit susceptible d'apporter ces données (rendre ce document)
- 5.7. Commentez l'évolution du $\delta^{18}\text{O}$ montré dans le document 5.2.
- 5.8. Qu'est-ce que cette évolution implique comme changement dans l'environnement du foraminifère ?



Document 5.2 : $\delta^{18}O$ en ‰ des foraminifères benthiques depuis 25 Ma.
 Attention, l'échelle verticale est inversée. (D'après Peizhen et al., 2001)

- 5.9. A l'aide du document 5.2 et du temps de réaction obtenu dans la question 4.13, avancez des hypothèses pour expliquer les observations reportées sur le document 5.1.