

Géodynamique Externe - Corrigé du TD 5

Sciences de la Vie et de la Terre – L3

1 Érosion et transport par les rivières

1. Connaissant le coefficient de Manning de l'écoulement, $n=0.025$, et la relation $V = \frac{1}{n} h^{2/3} p^{1/2}$, valable lorsque (1) la pente (p) est faible, et (2) la largeur de la rivière est grande devant la profondeur d'eau (h), on obtient une vitesse moyenne de $V = 1.10$ m/s.

NB : Si la pente est donnée en valeur adimensionnée distance verticale / distance horizontale : on a la relation suivante avec l'angle θ de la pente : pente = $\Delta y / \Delta x = \tan \theta$.

2. Si la largeur est de $l = 6$ m, la hauteur de $h = 0.6$ m, et que la section est approximativement rectangulaire, le débit est donc de $Q = V \times h \times l = 4$ m³/s.

3. graphe : fin de la crue ou début de la décrue, vers les 110ème et 170ème jours, fin avril, et mi-juin. Rivière en Chine (hémisphère Nord) donc un fort débit au printemps indique une rivière en zone glaciaire (fonte des glaces).

4. La rivière peut alors éroder (= arracher au lit de la rivière) les grains de taille de 0.02 mm à 2 mm. Comme 2 mm = D_{50} , elle peut donc éroder $\simeq 50\%$ de son lit. Elle peut transporter (= emporter les grains en suspension) de taille jusque 10 mm, plus de 50% mais moins de 90 %.

5. Manning : $V_{max} = 1.74$ m/s, soit un débit de 12 m³/s.

6. A cette vitesse la rivière peut éroder les grains de taille entre 0.015 mm et 5 mm, donc plus de 50% de son lit ; mais elle peut transporter tous les grains de taille jusqu'à 20 mm, c'est-à-dire jusqu'à 90 % de son lit.

7. Pour transporter tous les grains, il faudrait une vitesse d'au moins 3 m/s, pour éroder la totalité du lit de la rivière, il faudrait au moins 5 m/s (regarder le débit ou la hauteur correspondante!!)

2 Érosion et isostasie

1. On considère que la construction de la chaîne ne dure que quelques millions d'années à peine, soit de 2 à 5 Ma. Dans la première phase d'environ -10 à 0 Ma la chaîne prend de la hauteur et la croûte s'épaissit.

Dans la dernière phase de la surrection de la chaîne, on peut dire que le taux d'érosion est égal au taux de soulèvement (d'où les pointillés résultants).

On estime qu'à la fin de cette phase, pour une surrection absolue de 6000 m, il y a eu l'équivalent de 1000 m d'érosion ; la surface de la chaîne se trouve donc à 5000 m d'altitude.

Puis il y a deux paramètres antagonistes à considérer : l'érosion qui abaisse la hauteur de la chaîne et le rééquilibrage isostatique qui la soulève (moins de relief = plus léger = la chaîne remonte).

2. Le rééquilibrage isostatique par rapport à l'érosion se fait dans une proportion de 4 :5.

Cela veut dire que si on perd d_{ero} de relief érodé, on trouve que la remontée du moho d_{moho} vérifie la relation $d_{moho} = d_{ero} \frac{\rho_c}{\rho_m}$ donc pour $d_{ero}=5$ m, le moho remonte de $d_{moho} = 5 \times 2.7/3.3 \simeq 4$ m.

FIG. 1 – Une croûte érodée perd $d_{air} + d_{moho}$ et remonte de la hauteur d_{moho} à l'équilibre isostatique.

3. Le taux initial d'érosion de la chaîne est évalué à 1 mètre par 1000 ans (= 1000 m/Ma). Cela signifie que en 1 Ma, il y a un relief érodé de 1000 m et donc une remontée de 800 m pour respecter le rapport de 4 : 5. Ce qui donne un taux net d'abaissement de la chaîne de $1000-800 = 200$ m/Ma.

(Le taux net d'abaissement sera toujours égal au cinquième du taux net d'érosion).

Ensuite le rythme de l'érosion diminue avec l'aplanissement progressif des reliefs : l'érosion sera plus efficace sur des reliefs jeunes et accentués que sur des reliefs plus vieux aplanis. Il s'ensuit que le taux d'abaissement (1/5 du taux d'érosion) sera plus élevé au départ et qu'il décroîtra progressivement avec le temps.

4. La courbe montre qu'après 15 Ma, la surface est abaissée à la moitié de sa hauteur initiale et que le taux net d'abaissement de la surface y est de 100 m/Ma. Après 30 Ma, la surface est abaissée au quart de sa hauteur initiale, avec un taux d'abaissement net de 50 m/Ma. En 60 Ma, la chaîne de montagnes est réduite à un nouveau segment de bouclier qui progressivement tend vers le profil de base (niveau zéro) qui serait atteint théoriquement après 90 Ma (retour au stade de "plaine").

NB : pénéplaine = presque-plaine (cf péninsule = presqu'île), surface plane avec peu de dénivelés, résultant d'une longue érosion.