

## II – PHENOMENES PHYSIQUES

4°) Convection Thermique

5°) Déformation

6°) Fusion - Cristallisation

7°) Erosion - Sédimentation

# L'altération chimique

- Elle se produit parce que les minéraux formés en profondeur ne sont pas stables à la surface
- Le principal agent actif est l'eau
- Elle n'affecte pas toutes les roches de la même manière et à la même vitesse

# Altération

- L'ensemble des **modifications chimiques et physiques** qui affectent les sédiments et les roches exposés à l'atmosphère, à l'hydrosphère et à la biosphère.
- **Dépend** de:
  - la solubilité des minéraux
  - la structure et la composition de la roche
  - le climat (température, précipitations)
  - la présence de sol et de végétation
  - la durée d'exposition

# L'altération en solution

- Passage des éléments en ions dans la solution (cf. sel gemme)

- carbonates (calcaires) :



- Les silicates s'altèrent plus lentement

# Carbonate altéré



# Altérations différentes



**Ardoise**

**Marbre**

# **L'altération mécanique**

*Gel* — l'eau se dilate de 9% en gelant

*Dilatation/contraction thermique*  
(jour-nuit, été-hiver)

*Activité organique*

*Abrasion* (vent, eau, boues)

# Exfoliation du granite







# **Fleuves et rivières: transport vers l'océan et érosion**



# Fleuves et rivières

- Erodent les surfaces continentales (dégradation)
- Transportent eaux et sédiments

# Comportement des rivières

- Déterminé par la taille du chenal et la vitesse: écoulement **laminaire ou turbulent**.
- L'écoulement turbulent à un pouvoir érosif beaucoup plus grand.
- Les vitesses d'écoulement vont de 0.1 à 10 m/s.

# Le ruissellement

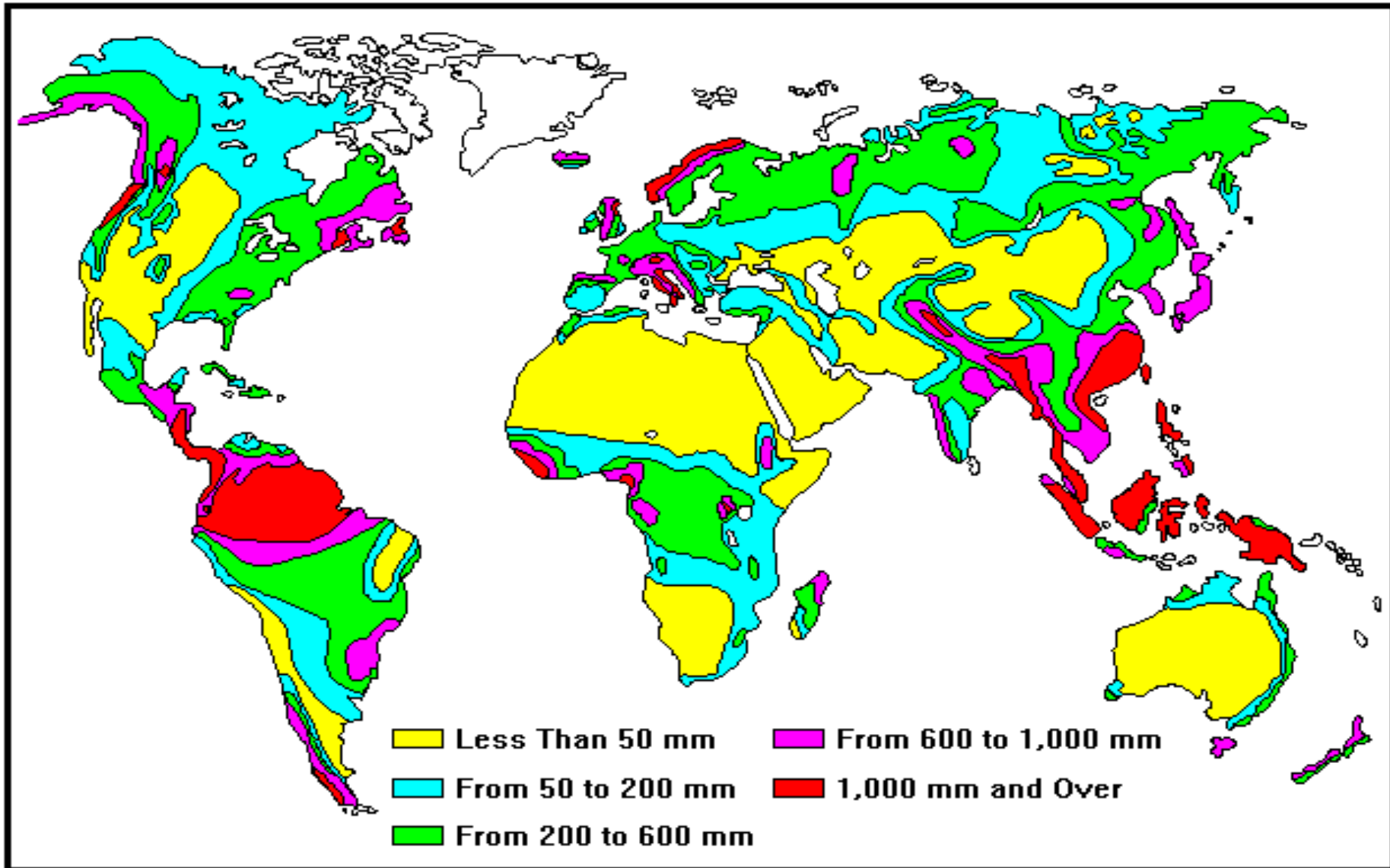
$$\frac{\text{flux annuel d'eau (débit en m}^3\text{/an)}}{\text{surface du bassin versant (en m}^2\text{)}} = \text{“vitesse” moyenne (m/an)}$$

« **Ruissellement relatif** » =  
Ruissellement moyen des rivières /  
précipitations moyennes  
(les deux par unité de surface)

**Moyenne mondiale = 0.46**  
(50% de l'eau de pluie qui atteint le sol  
s'évapore sans atteindre les rivières)

# Carte mondiale du ruissellement

(ici en mm/an)



Les 13 plus gros fleuves du monde versent  
14000 km<sup>3</sup>/an d'eau à l'océan,  
soit 38% du total (37400 km<sup>3</sup>/an).

A lui seul, le fleuve Amazone  
représente 17% du total!



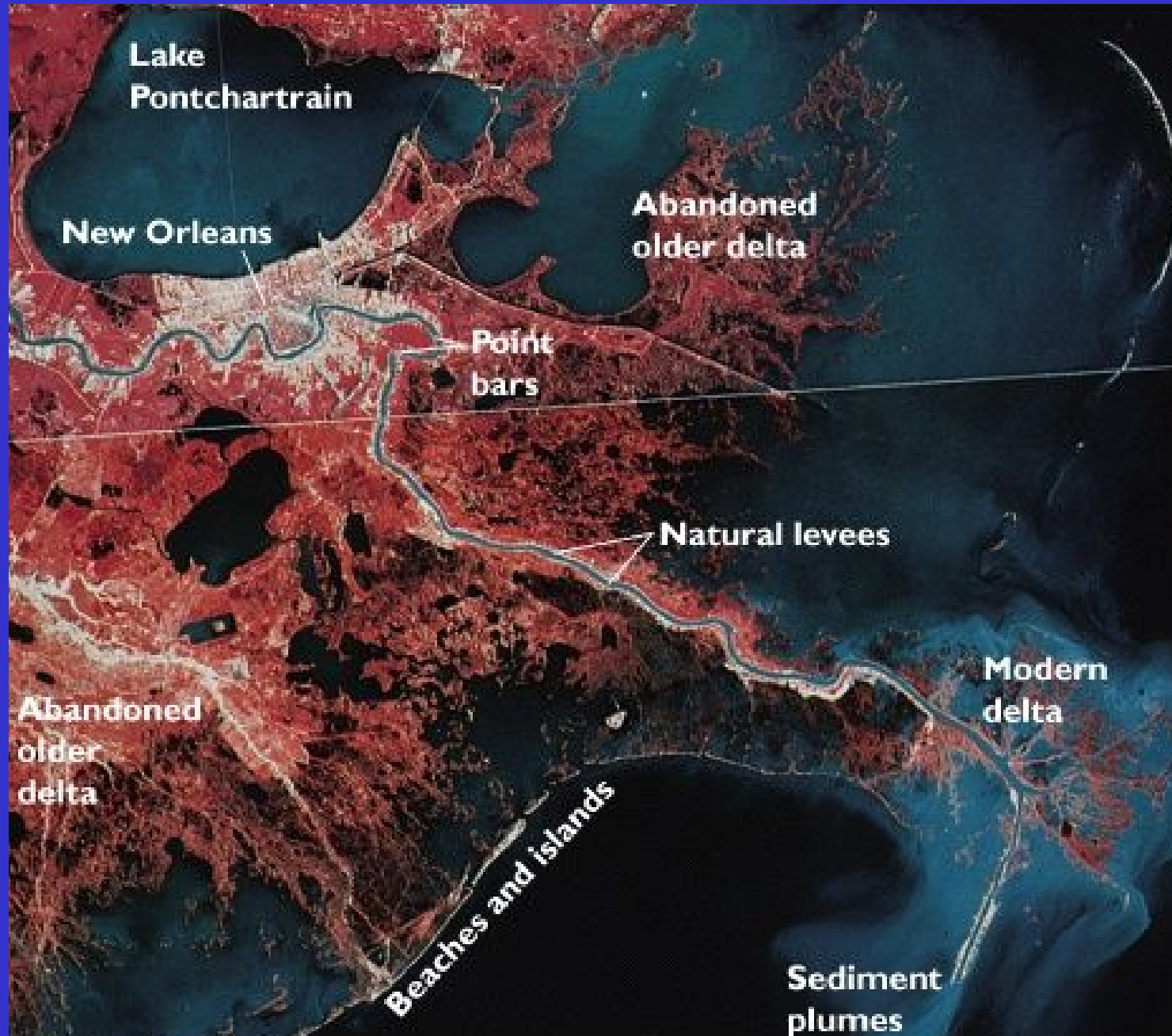
# Trois modes de transport des sédiments

- En suspension
- En solution
- En charge de fond

# Cônes alluviaux



# Un delta (le Mississippi)



## Facteurs principaux contrôlant la production de sédiments suspendus:

- Relief
- Étendue du bassin versant

## Moins importants:

- Climat (mais glaciers important localement)
- Ruissellement
- Géologie (mais loess)
- Activité humaine

Les zones les plus productives sont les zones tectoniques actives, jeunes

# La dénudation physique des continents

Mesurée par la MES =

masse éléments solides  
transportés par unité de volume

= flux massique ES / flux d'eau



**Le Mackenzie au sortir des  
Montagnes Rocheuses (Am.  
Nord)**

**MES = 100 mg/l**



**Le Brahmapoutre au Tibet  
MES = 1000 mg/l**

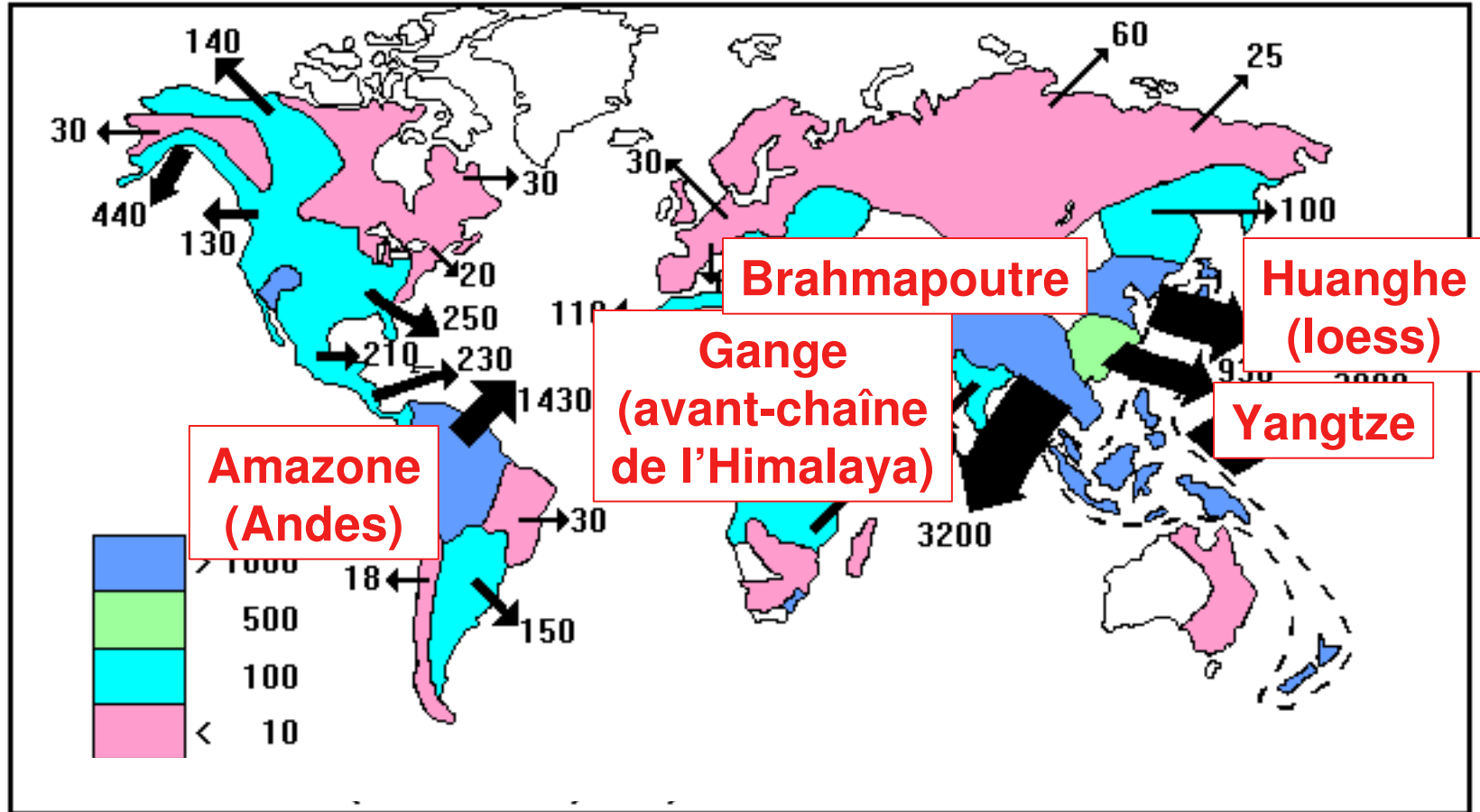


**Le fleuve Congo,  
une région plate et forestière  
MES = 30 mg/l**

**Le Huanghe (fleuve jaune),  
le recordman  
MES = 26000 mg/l**



# Flux annuels de sédiments apportés par les fleuves (grands bassins) aux océans (en $10^6$ tonnes/an)





Masse suspendue totale ( $20 \cdot 10^9$  tonnes/an)  
/ flux total des fleuves ( $37400 \text{ km}^3/\text{an}$ )

=

concentration moyenne de sédiments en  
suspension ( $535 \text{ mg/l}$ )

# Conglomérat



Breck Kent

# Transport des éléments

- En suspension
- En solution
- En charge de fond

# Composants chimiques

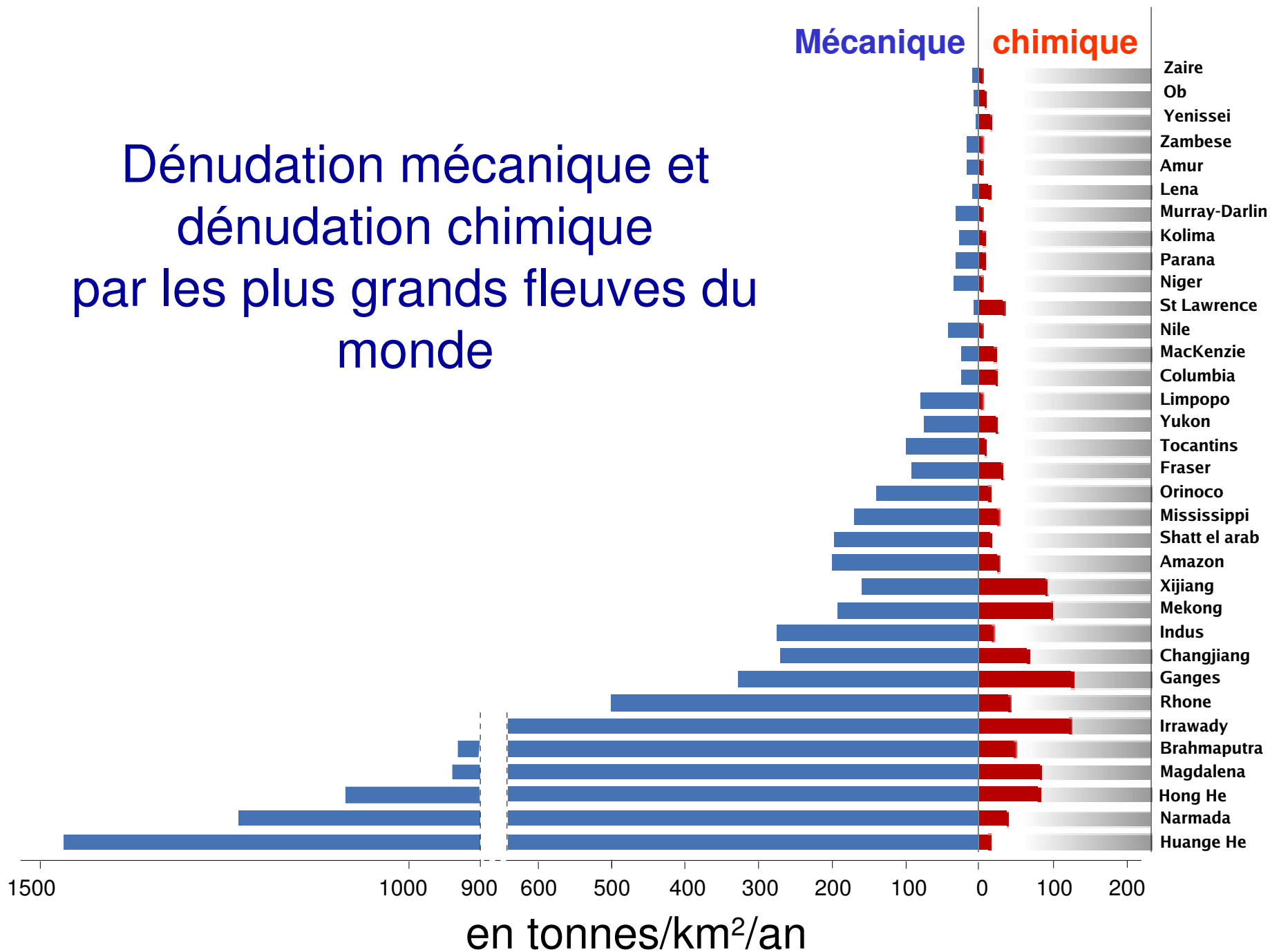
- Eau
- Matière inorganique en suspension:  
Al, Fe, Si, Ca, K, Mg, Na, P
- Éléments majeurs en solution  
 $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{H}_4\text{SiO}_4$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$
- Nutriments en solution (N, P)
- Matière organique
- Métaux (pollution)

# Calcaire





# Dénudation mécanique et dénudation chimique par les plus grands fleuves du monde



Taux de dénudation **chimique** :

Moyenne globale: 42 tonnes/km<sup>2</sup>/an =

Concentration (**100mg/l**) x flux d'eau total (37400km<sup>3</sup>/an)  
/ surface de drainage (89 10<sup>6</sup> km<sup>2</sup>)

A corriger de l'apport de CO<sub>2</sub> atmosphérique (-34%)  
et des précipitations (-4.5%)

⇒ Taux de dénudation **chimique** global

26 tonnes/km<sup>2</sup>/an

**= 2.3 x 10<sup>9</sup> tonnes/an**



Taux de dénudation chimique moyen  
 **$26 \times 10^3 \text{ kg/km}^2/\text{an}$**

Masse = densité x volume

Densité moyenne  $2.7 \times 10^3 \text{ kg m}^3$

$$\text{Taux} = \frac{26 \times 10^3 \times 10^{-6} \text{ (en kg/m}^2\text{/an)}}{2.7 \times 10^3} \approx 10^{-5} \text{ m/an}$$

**$\approx 1 \text{ cm} / 1000 \text{ ans}$**   
**(réduction d'altitude moyenne)**

Concentration en solution = 100 mg/l

**En comparaison:**

concentration en suspension = 535 mg/l

**Taux de dénudation mécanique**

**≈ 5 cm / 1000 ans**

**soit ≈ 5 km / 100 Ma**

**(durée de vie d'une chaîne de montagne)**

# Fleuves et rivières

- Erodent les surfaces continentales (dégradation)
- Transportent eaux et sédiments
- **Déposent les sédiments**

# Une rivière à méandres

- Gradients faibles, alluvions fins
- Minimise la résistance à l'écoulement et dissipe l'énergie aussi uniformément que possible (équilibre)



# Rivières “en tresses”



- L'apport de sédiments est supérieur à ce que la rivière peut transporter
- Les chenaux actifs à un instant ne forment qu'une faible part de la surface du système (qui est utilisé en entier pendant une saison)

