

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



Ric Ergenbright

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





Tom Bean/DRK

Fleuves et rivières: transport vers l'océan et érosion

Gary D. McMichael/Photo Recherche



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.

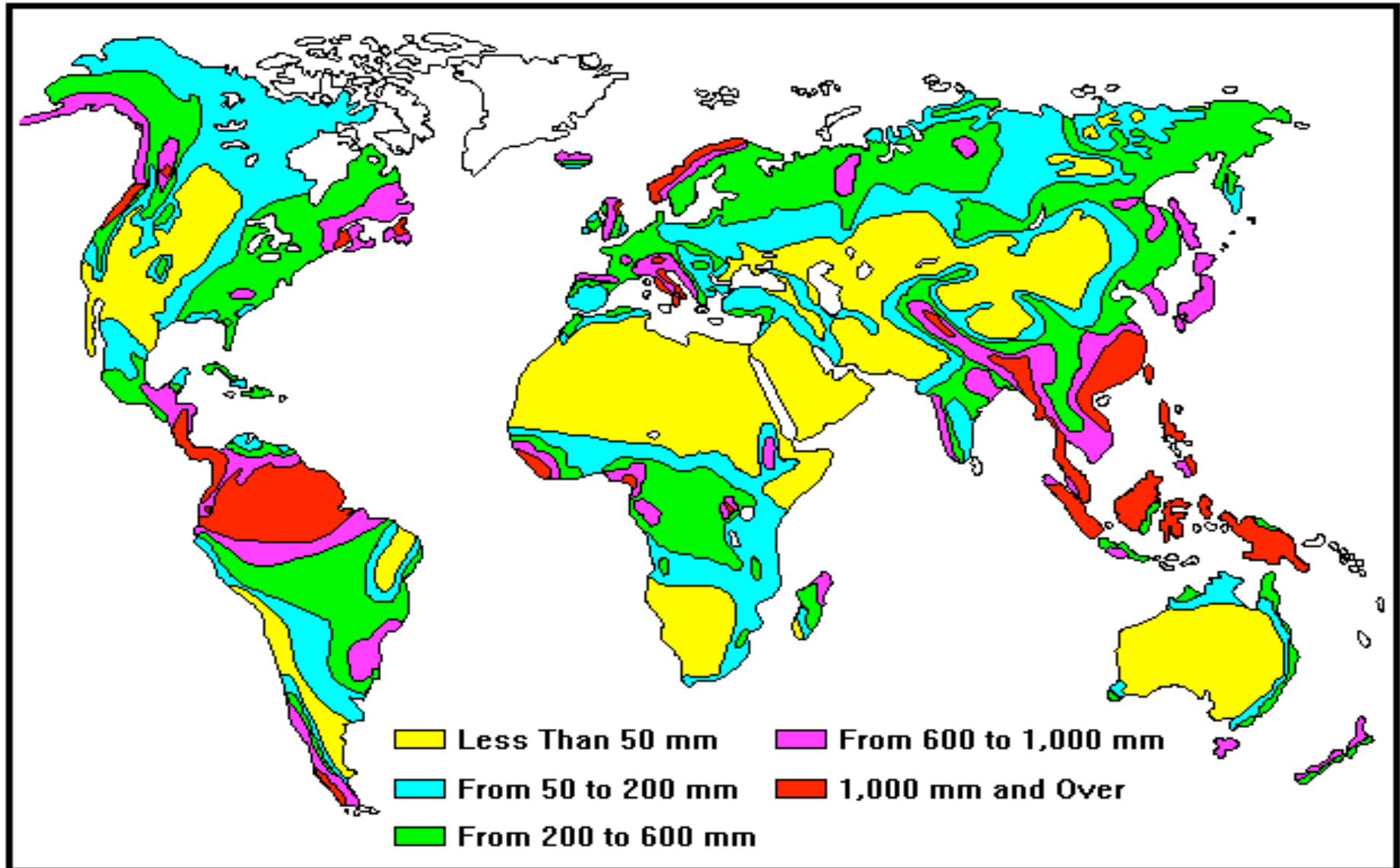
Le ruissellement

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

« **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 km³/an d'eau à l'océan,
soit 38% du total (37400 km³/an).

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

Trois modes de transport des sédiments

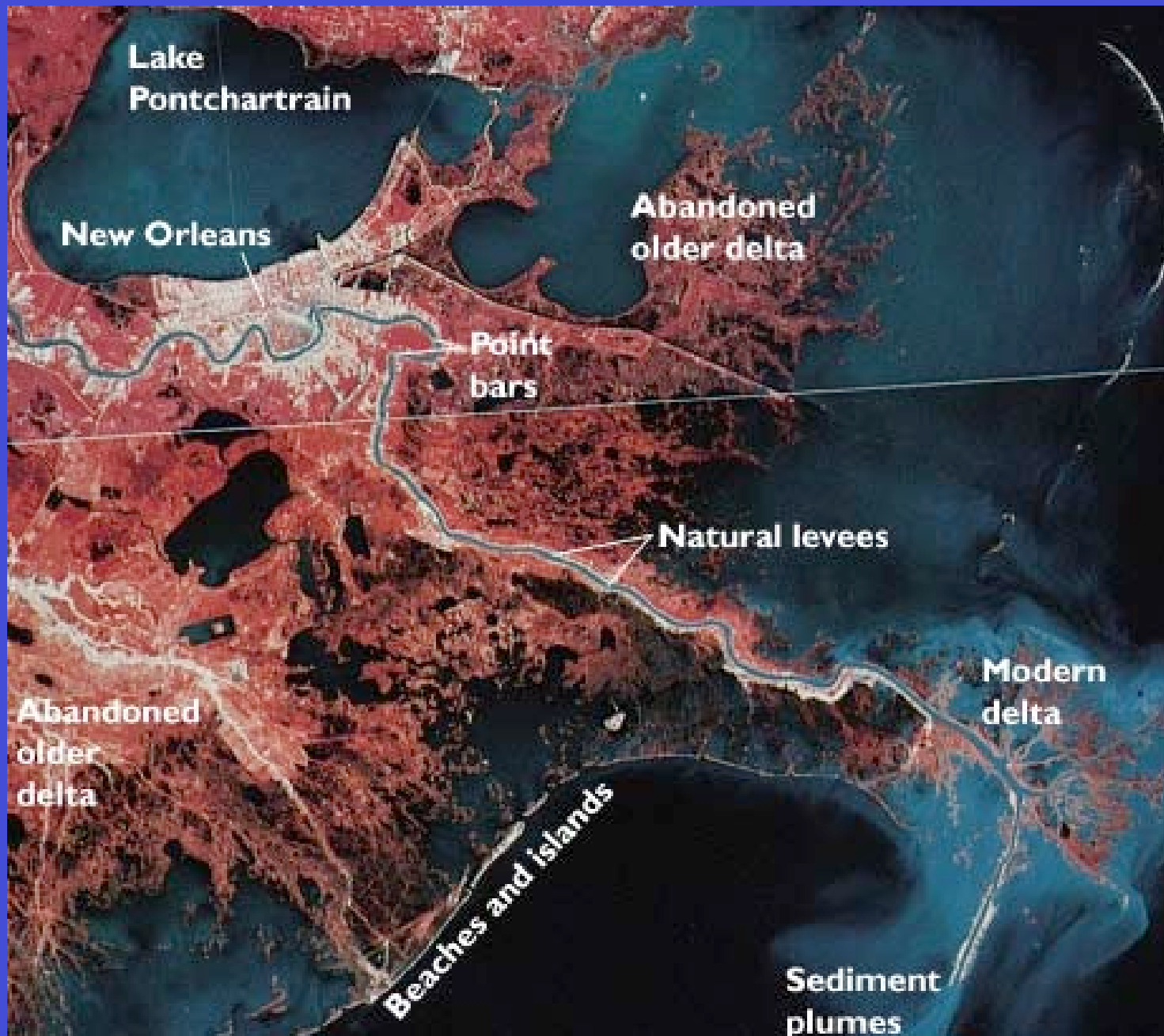
- En suspension
- En solution
- En charge de fond

Cônes aluviais



Michael Collier

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**



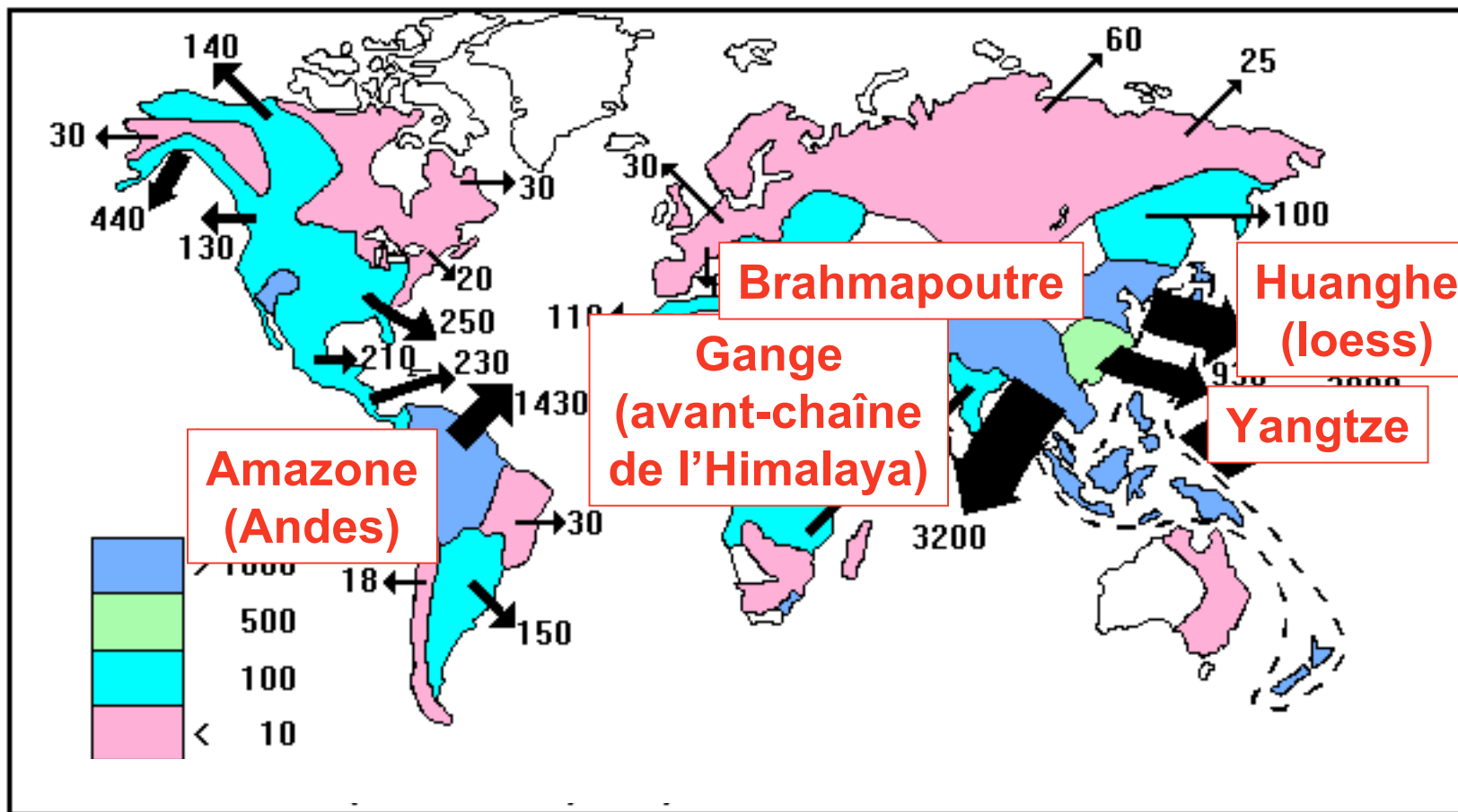


**Le fleuve Congo,
une région plate et forestière
MES = 30 mg/l**

**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)

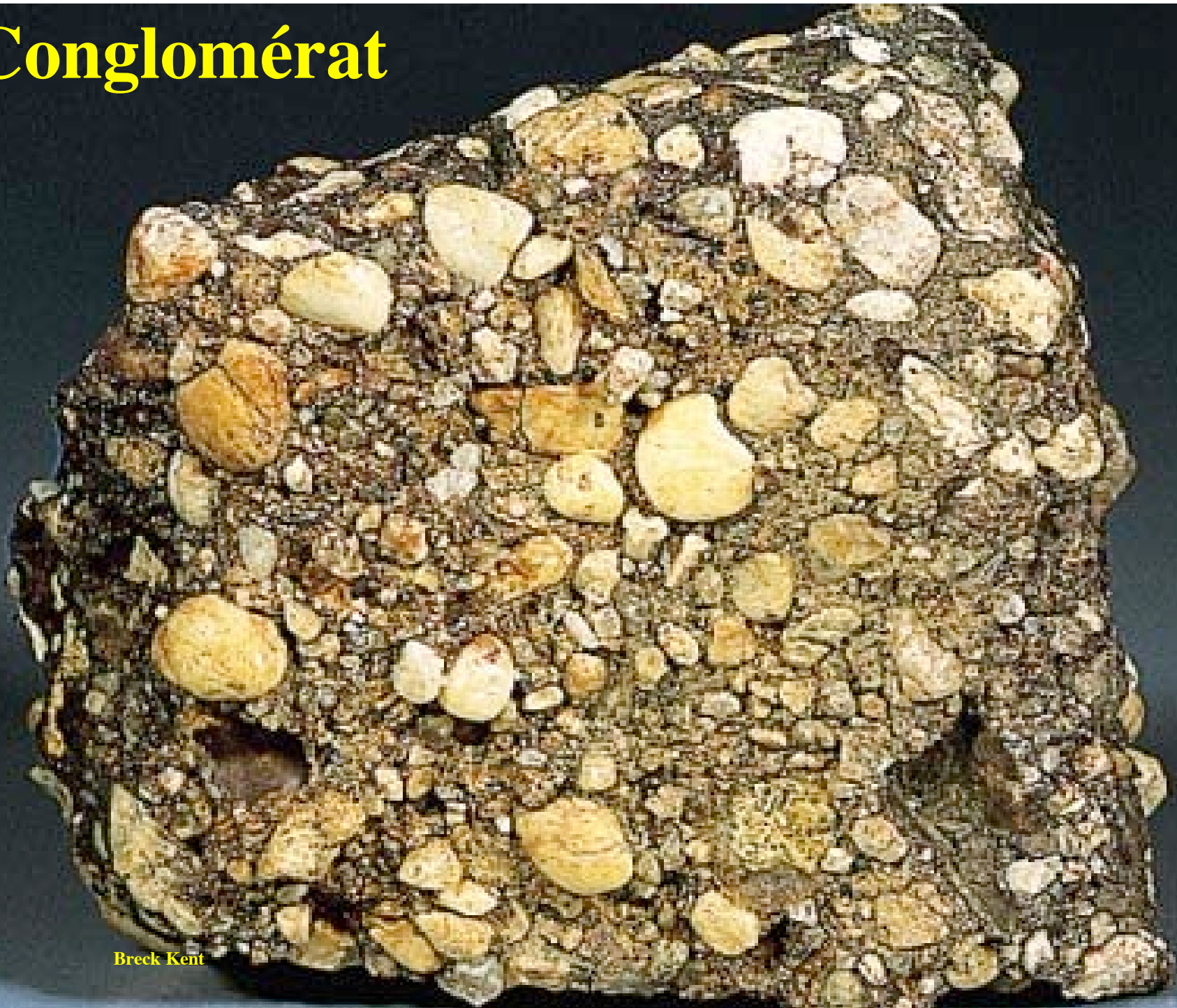


Masse suspendue totale ($20 \cdot 10^9$ tonnes/an)
/ flux total des fleuves ($37400 \text{ km}^3/\text{an}$)

=

concentration moyenne de sédiments en
suspension (535 mg/l)

Conglomérat



Breck Kent

Transport des éléments

- En suspension
- En solution
- En charge de fond

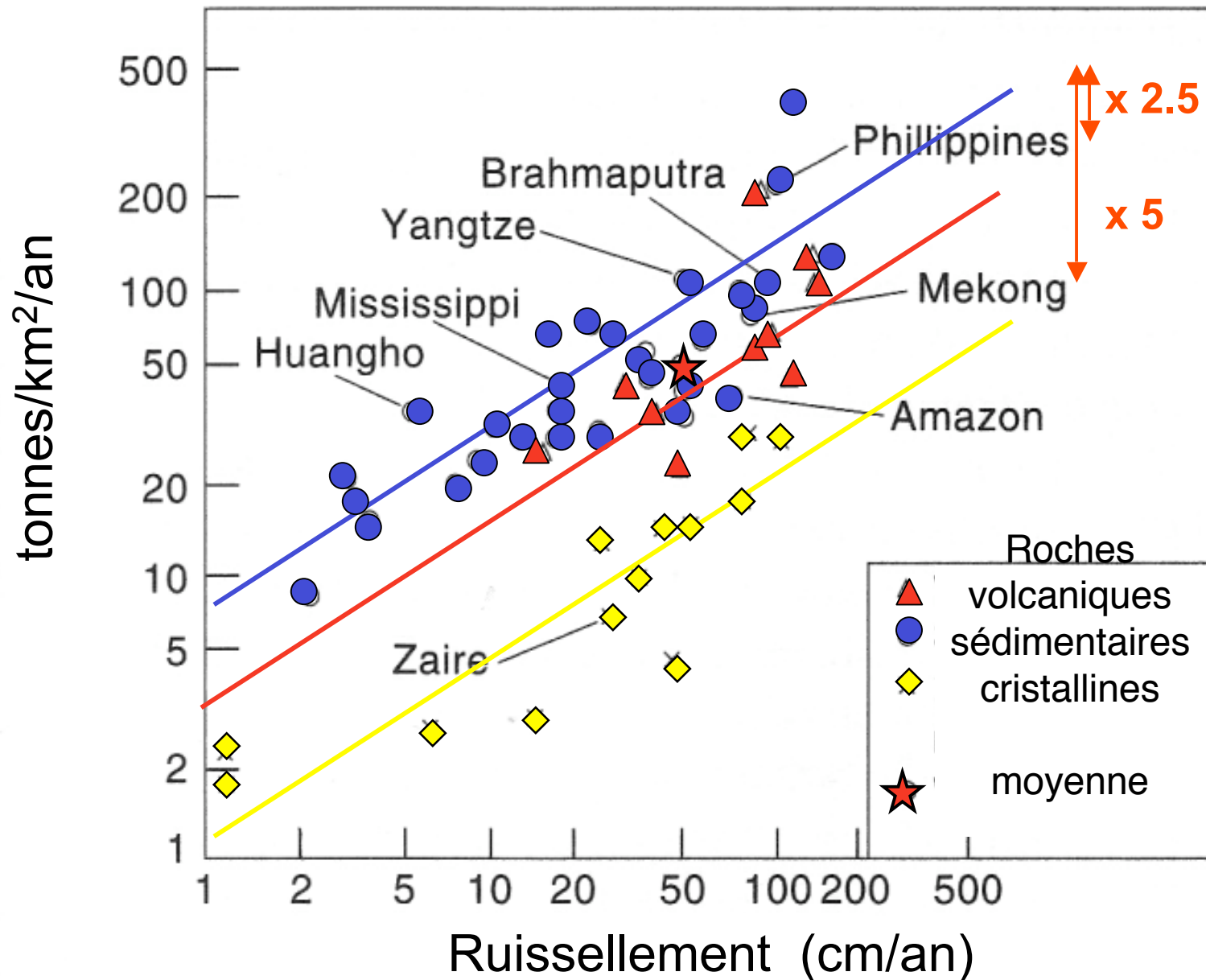
Composants chimiques

- Eau
- Matière inorganique en suspension:
Al, Fe, Si, Ca, K, Mg, Na, P
- Éléments majeurs en solution
 HCO_3^- , Ca^{2+} , SO_4^{2-} , H_4SiO_4 , Cl^- , Na^+ , Mg^{2+} , K^+
- Nutriments en solution (N, P)
- Matière organique
- Métaux (pollution)

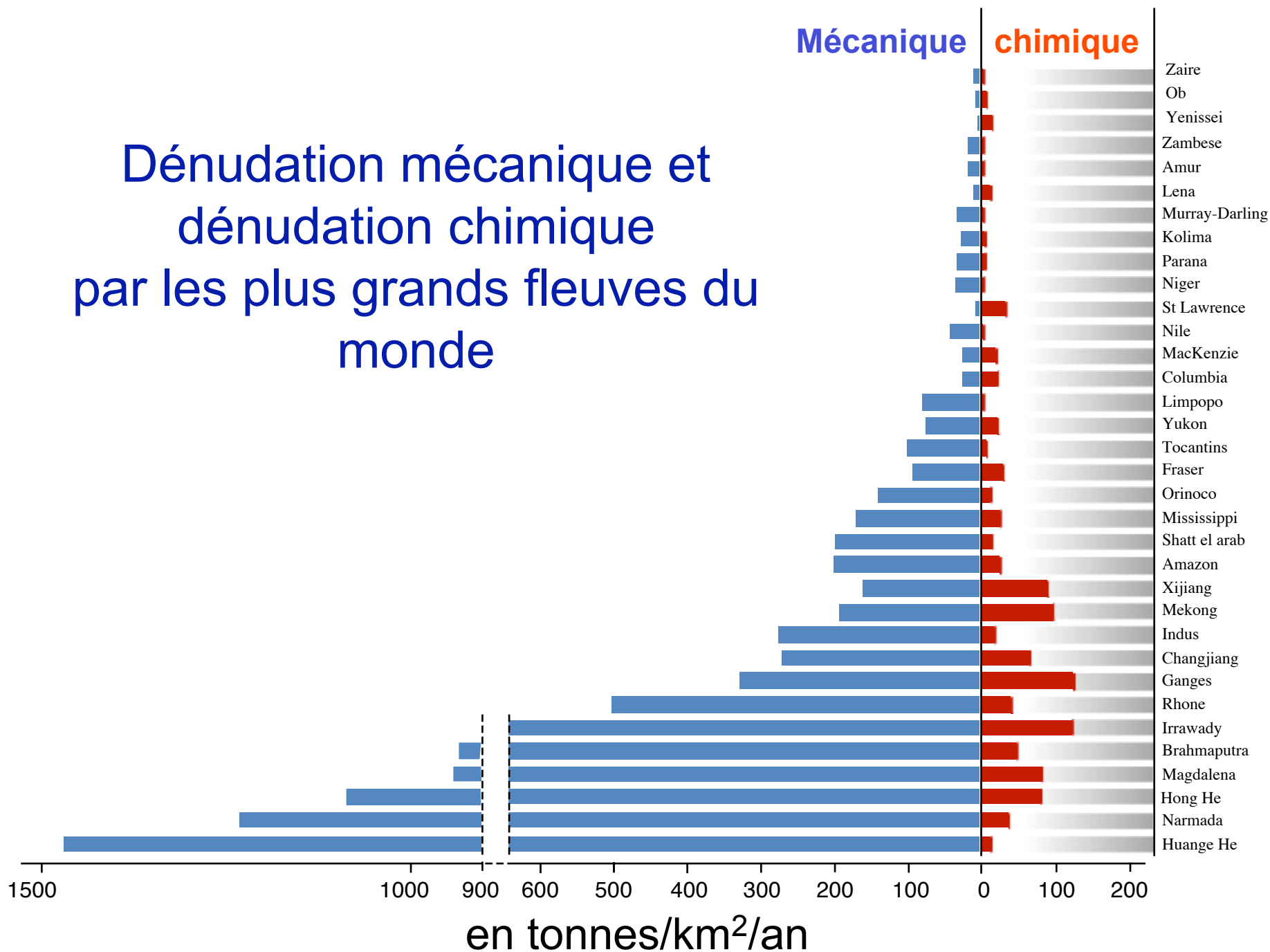
Calcaire



Taux de dénudation chimique en fonction du ruissellement:



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



Taux de dénudation **chimique** :

Moyenne globale: 42 tonnes/km²/an =

Concentration (**100mg/l**) x flux d'eau total (37400km³/an)

/ surface de drainage (89 10⁶ km²)

A corriger de l'apport de CO₂ atmosphérique (-34%)
et des précipitations (-4.5%)

⇒ Taux de dénudation **chimique** global

26 tonnes/km²/an

= **2.3 x 10⁹ 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)

