

DYNAMIQUE DES PAYSAGES

Partie I: cadre général

Albert Galy, Jérôme Gaillardet & Eric Lajeunesse
Institut de Physique du Globe de Paris

Etude des paysages

Etude des mécanismes externes d'évolution du relief

Etude des processus d'érosion/transport/dépôt de leur dynamique et des facteurs Qui les contrôlent

Paysages différents
=
Processus différents ?

Paysages différents

- **Element commun: grains et du fluide**

- **Processus géologiques différents → types de paysages différents**
 - **1 paysages de type fluviale: rivière + pentes**
 - **1 paysage glaciaire**
 - **1 paysage Eolien**

**Même processus
=
Mêmes paysages?**



Vallée de Vieux-Habitants (Guadeloupe)



Kui-Tun Re (Tian-Shan, Chine)



Vallée du Lot (France)



Gorges du Tarn (France)

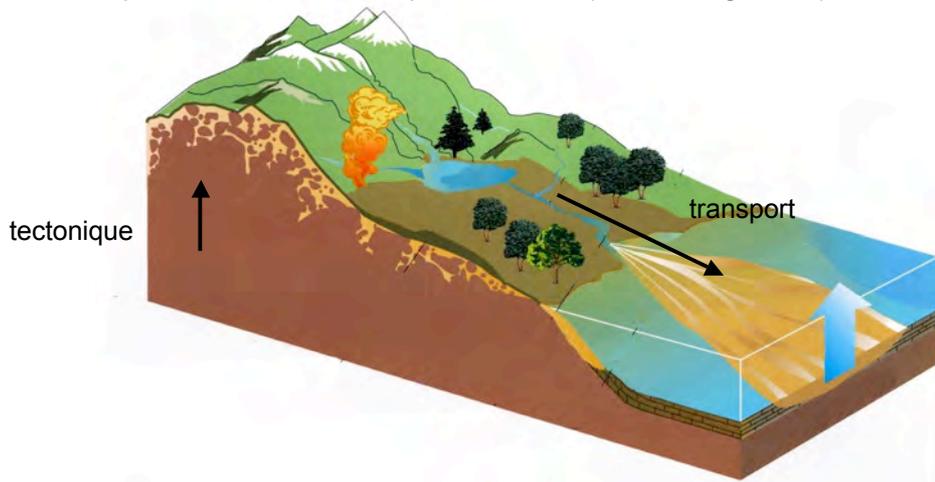
- Même processus → paysages différents.

- Différences de contexte (forçage):

- climat et végétation
- contexte tectonique
- lithologie
- anthropisation
- durée

SEDIMENTS ET CYCLE EROSIF

production de sédiment par l'altération (climat + végétation)



LE CYCLE DE DAVIS (1850-1934)

Young



Paysage immature

Mature



Paysage mature

Old

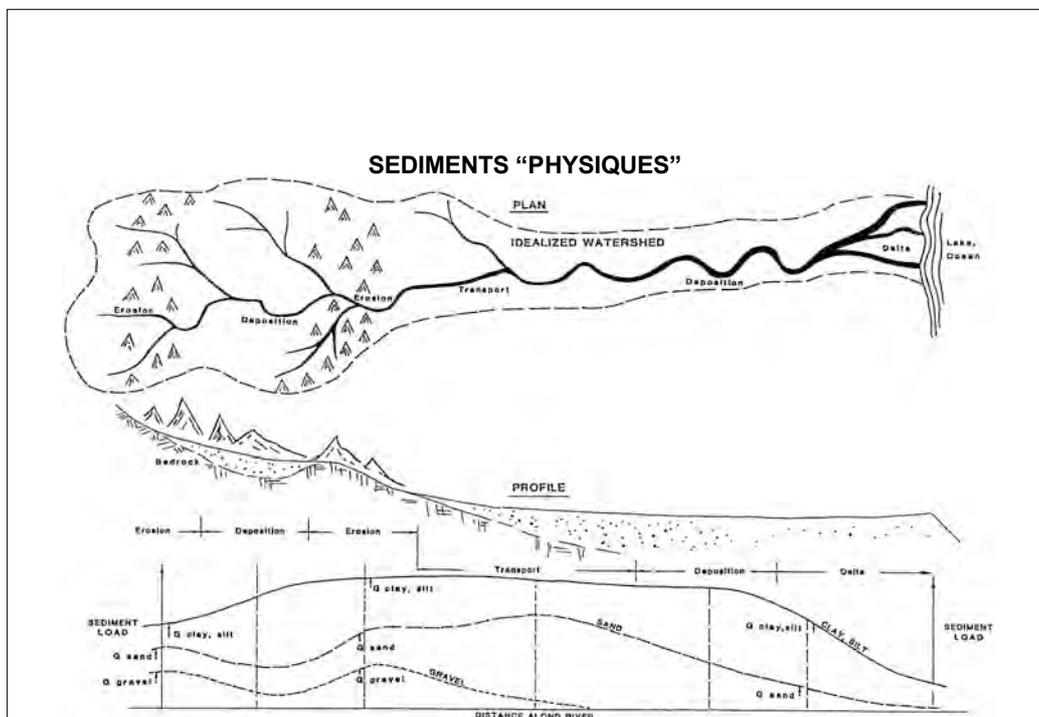


Paysage évolué
(pénéplaine)

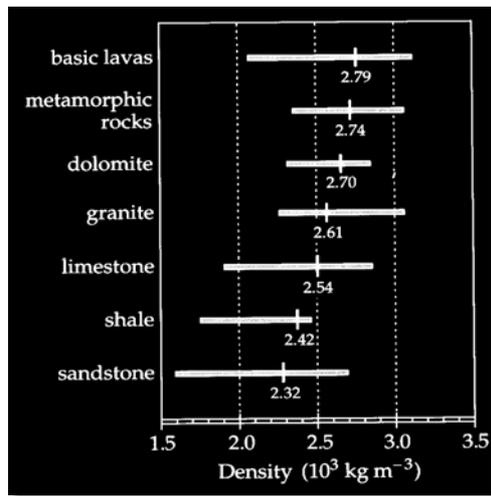
SEDIMENTS "PHYSIQUES"

Grains (qui recouvrent 80% de la surface terrestre)

Type	D (mm)	ψ	ϕ	Notes
Argile	< 0.002	< -9	> 9	cohésif
Silt	0.002 ~ 0.0625	-9 ~ -4	4 ~ 9	cohésif ~ non-cohésif
Sable	0.0625 ~ 2	-4 ~ 1	-1 ~ 4	Non-cohésif
Gravier	2 ~ 64	1 ~ 6	-6 ~ -1	"
Galet	64 ~ 256	6 ~ 8	-8 ~ -6	"
Bloc	> 256	> 8	< -8	"

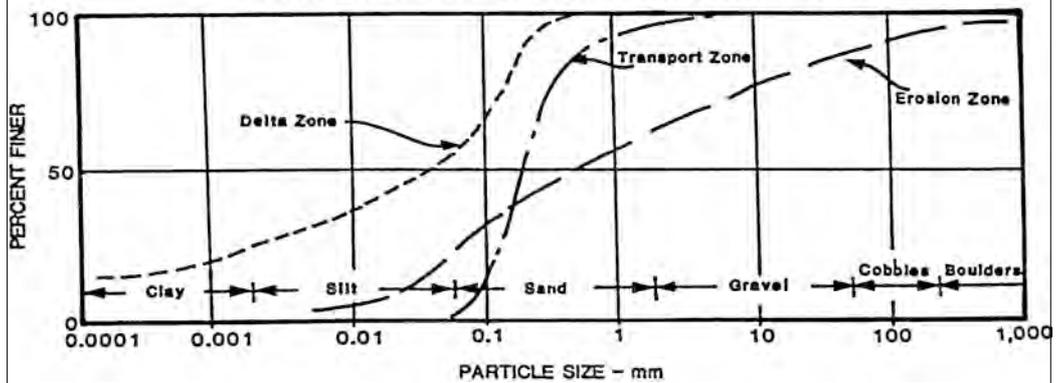


SEDIMENTS "PHYSIQUES"



SEDIMENTS "PHYSIQUES"

TYPICAL SEDIMENT SIZE DISTRIBUTION



SEDIMENTS "CHIMIQUES"

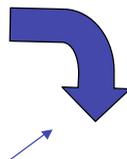
	CALCIUM	MAGNESIUM	SODIUM	POTASSIUM	BICARBONATES	SULFATES
EVIAN	78	24	5	1	357	10
VOLVIC	9,9	6,1	9,4	5,7	65,3	6,9
VALVERT	67,6	2	1,9	0,2	204	18
VITTEL	202	36	3,8	-	-	306
THONON	108	14	3	1	350	13
HEPAR	555	110	14	-	-	1479
CONTREX	486	84	9,1	3,2	-	1187
SPA	3,5	1,3	3	0,5	-	6,5
TALIANS	596	77	7	2	290	1530
St AMAND	230	6,6	40	8	280	620

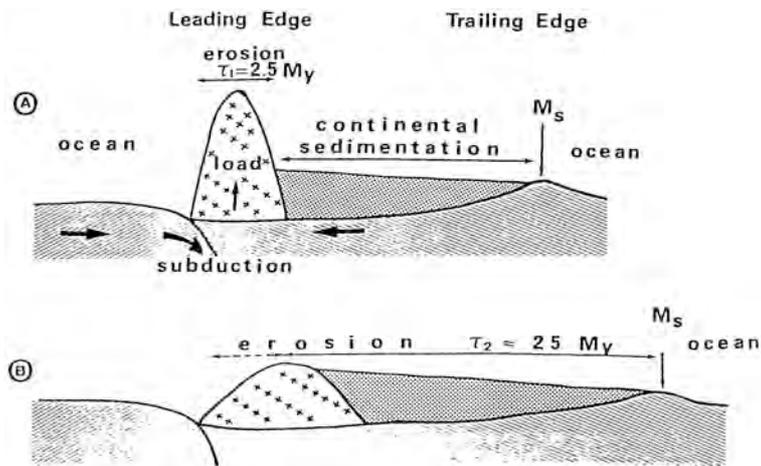
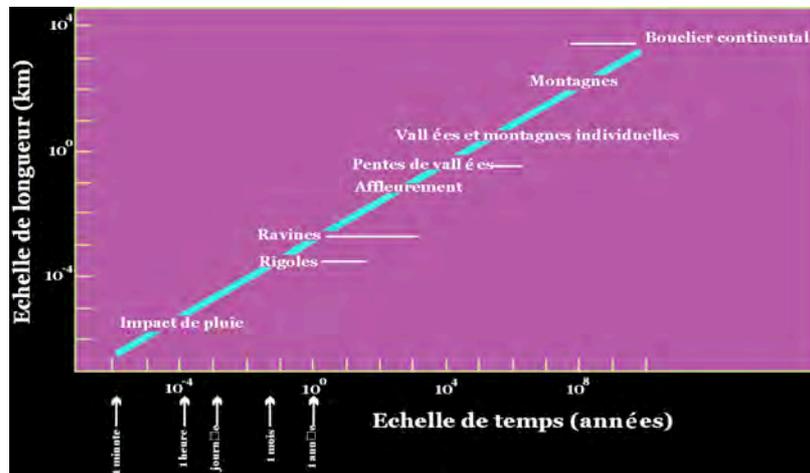
Echelles de temps et d'espace de l'érosion



Surface

Temps d'évolution





Temps de résidence des sédiments en milieu continental

- La perception que l'on a des phénomènes dépend de l'échelle d'observation
- A chaque échelle d'espace, son processus et son temps caractéristique
- La vitesse d'évolution de la morphologie dépend de la taille de celle-ci

Comment passer de l'échelle du processus élémentaire à l'échelle géologique?

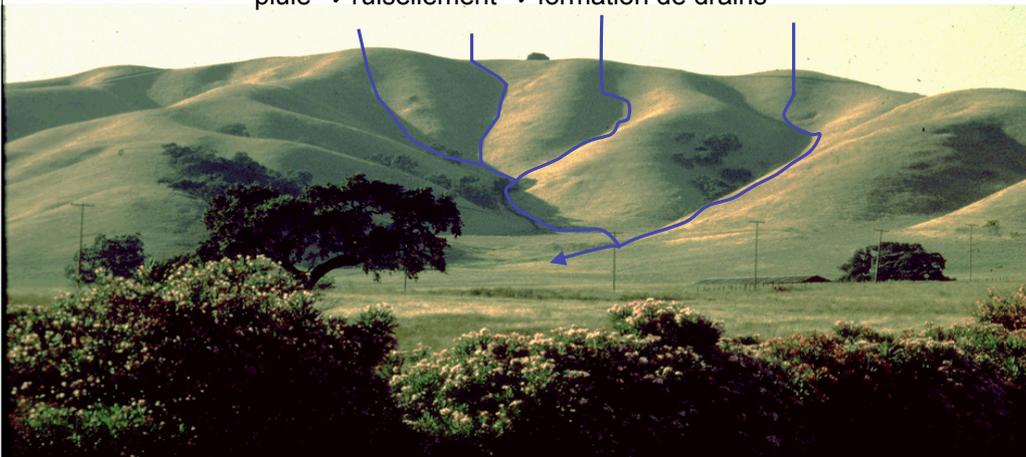


DYNAMIQUE DES PAYSAGES

Partie 2: Les outils d'analyse de la morphologie

Le bassin versant

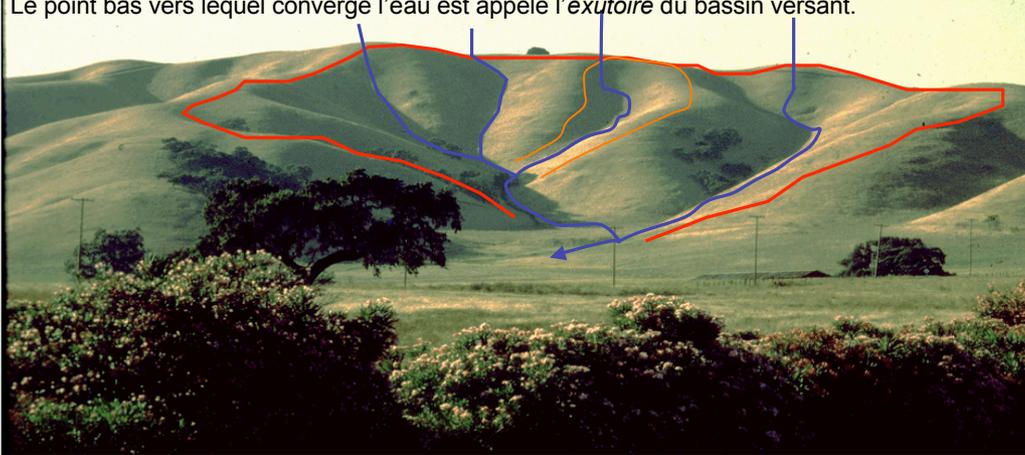
pluie → ruissellement → formation de drains



Les drains forment un réseau hydrographique qui converge jusque vers un point bas de la topographie.

Le bassin versant

Chaque réseau est séparé de ses voisins par une ligne de partage des eaux.
Elle délimite une aire géographique que l'on appelle bassin versant.
Le point bas vers lequel converge l'eau est appelé l'*exutoire* du bassin versant.

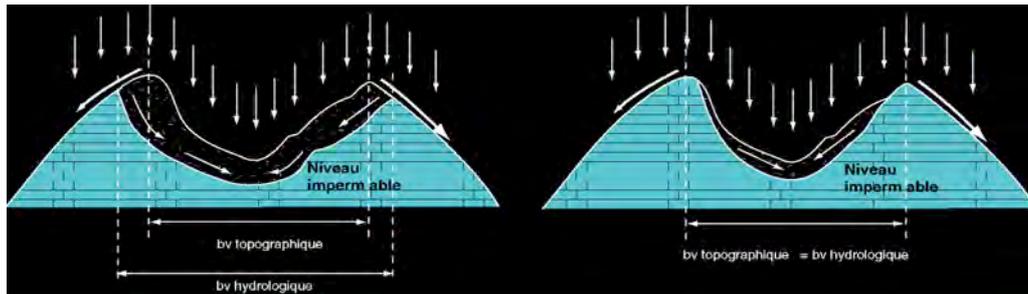


- Définition Indépendante d'une échelle de longueur
- Emboîtement des bv

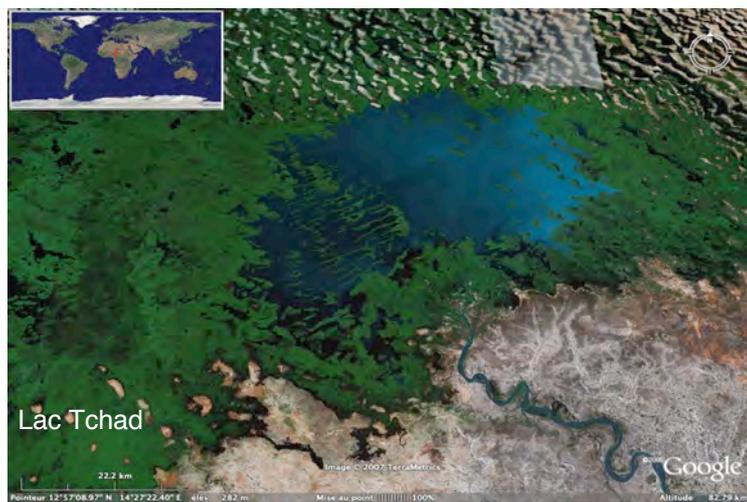
Le bassin versant = unité morphologique de base pour:

- Etablir des bilans de masse (Convergence des flux vers l'exutoire):
 - d'eau
 - de matière (sédiments)
- Possibilité de définir des grandeur macroscopiques moyennes (Hauteur, Surface, Débits, Précipitations, ...)

BV Topographique / Hydrographique



BV Exoreïque / Endoreïque



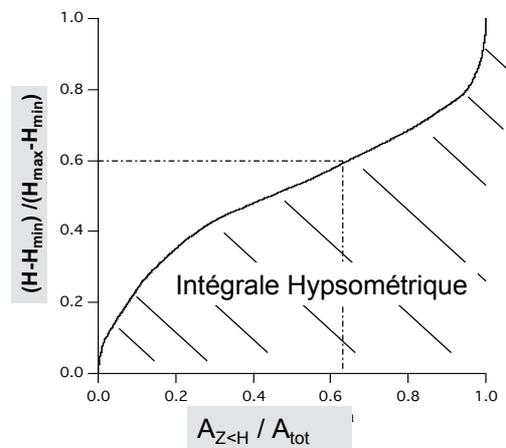
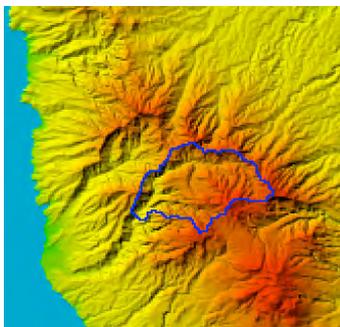
La courbe hypsométrique

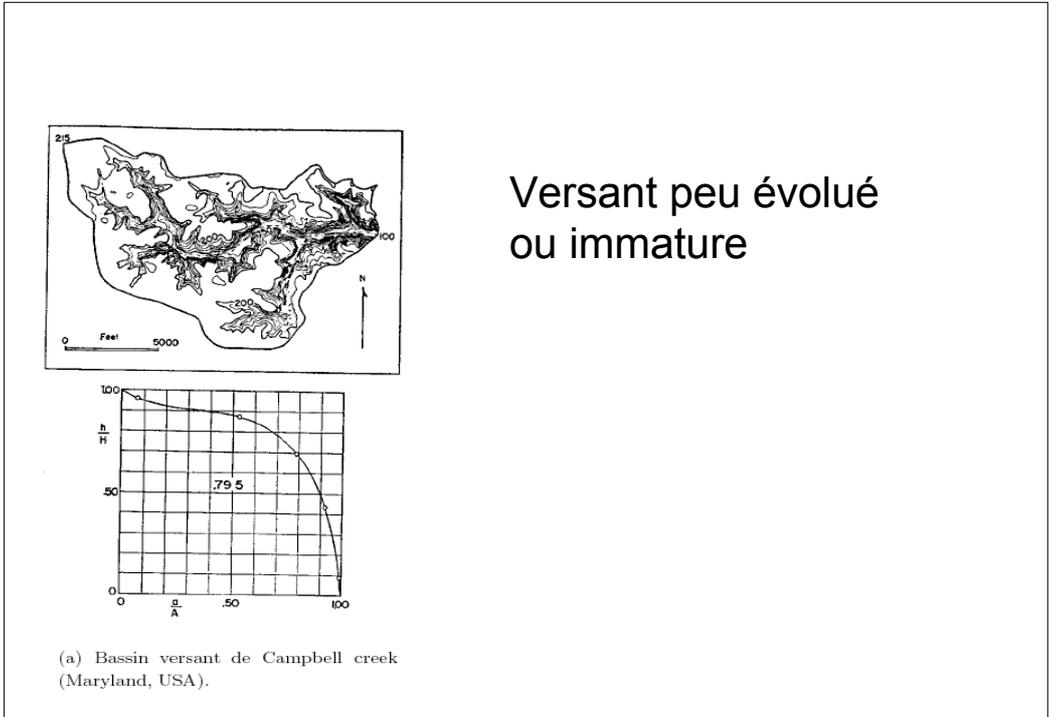
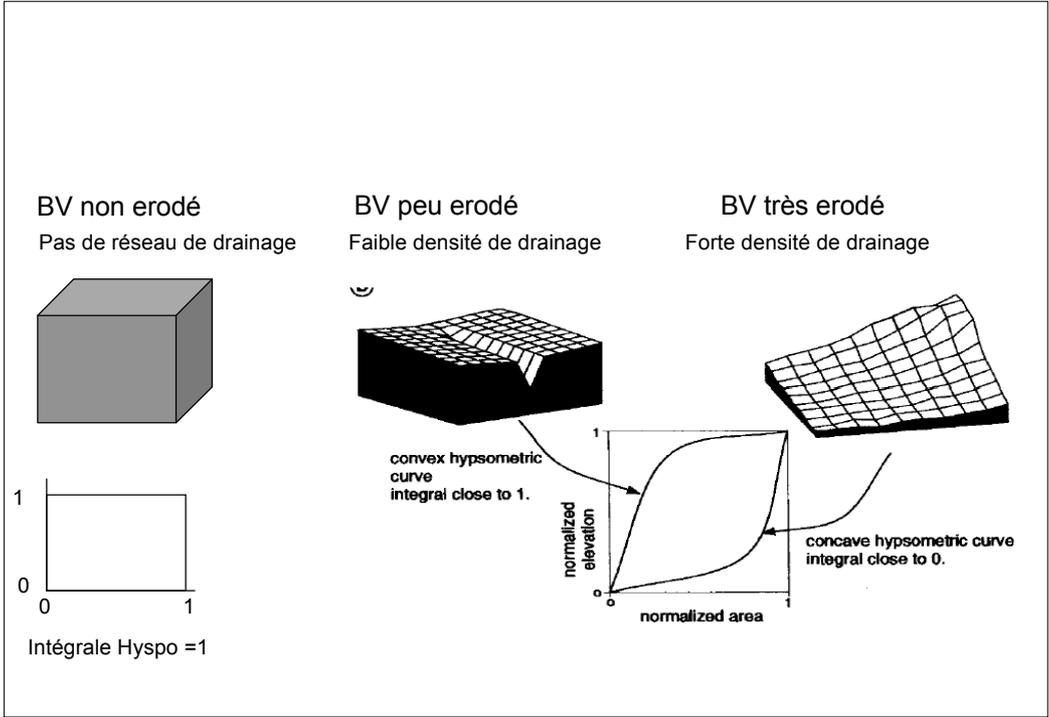


Quelle est la proportion en surface occupée par les points d'altitude $z < 500\text{m}$?

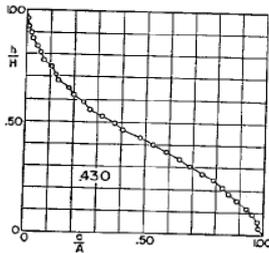
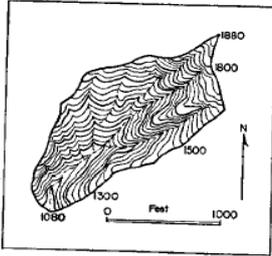
Quelle est la répartition des masses dans un BV?

La courbe hypsométrique





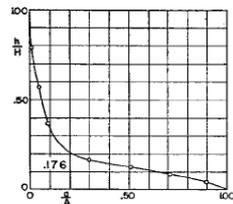
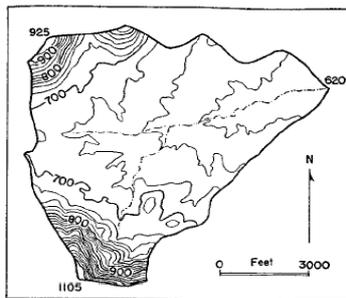
Versant à maturité



(b) Bassin versant dans les Verdugo Hills (Californie, USA).



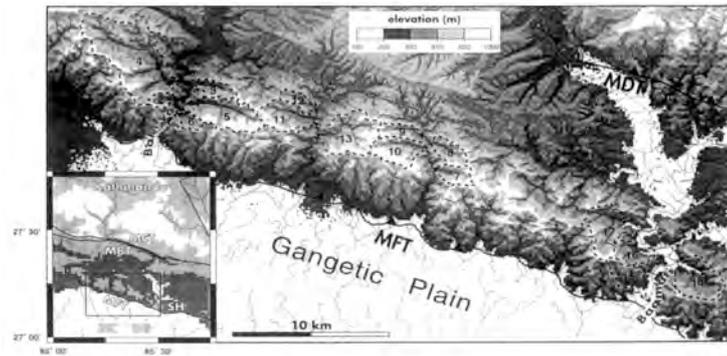
Versant évolué ruiniforme ou « monadnock »



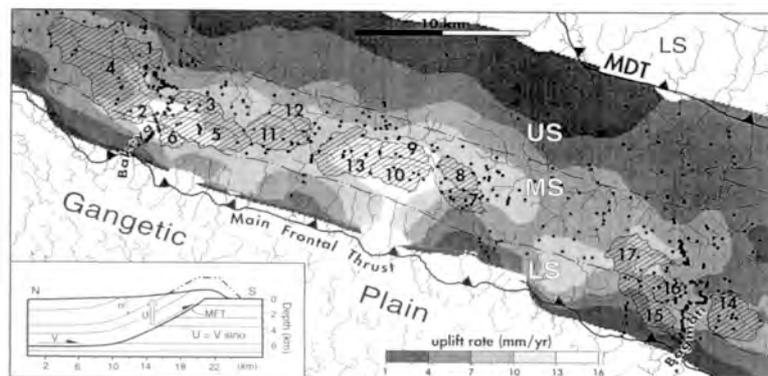
(c) Bassin versant d'Atwood Branch (Alabama, USA).



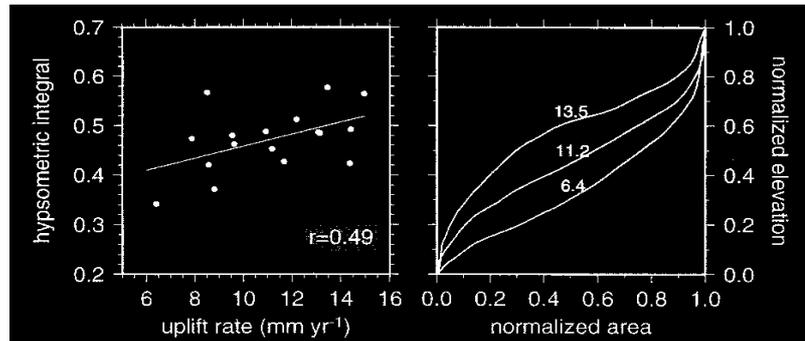
Hypsométrie et tectonique



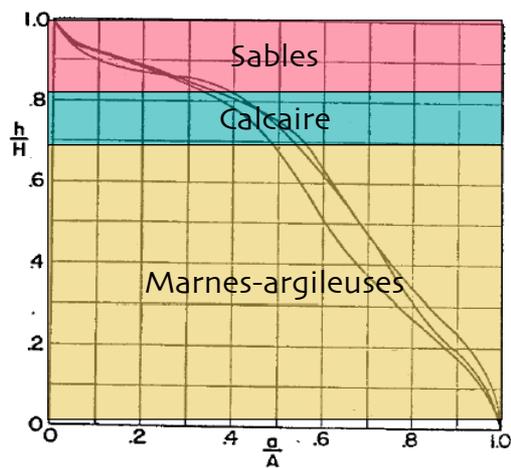
Siwaliks (Inde)
Série de BV de mêmes lithologie et climat



... mais de vitesses de soulèvement différentes



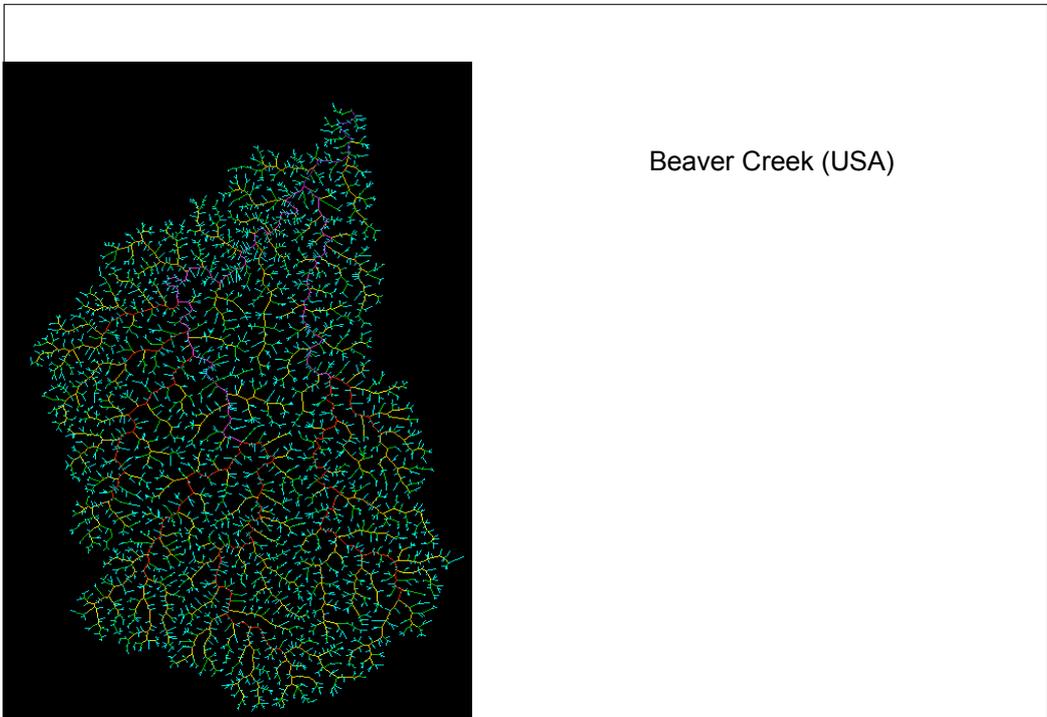
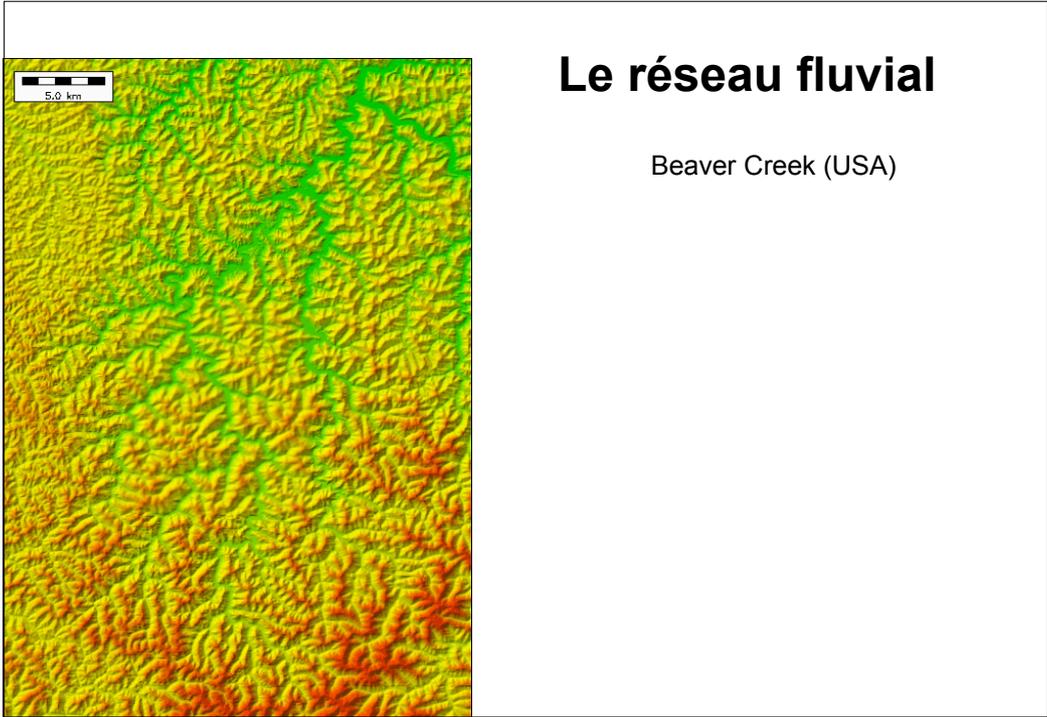
Hypsométrie et lithologie



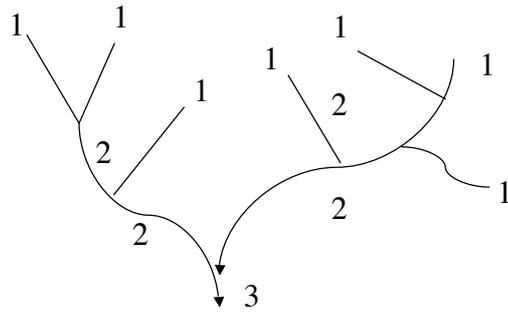
Région de Soisson. La courbe hypso est contrôlée par la barre de Calcaire.

Une même courbe hypso peut être contrôlée par tectonique, par la lithologie ou par le climat, ...

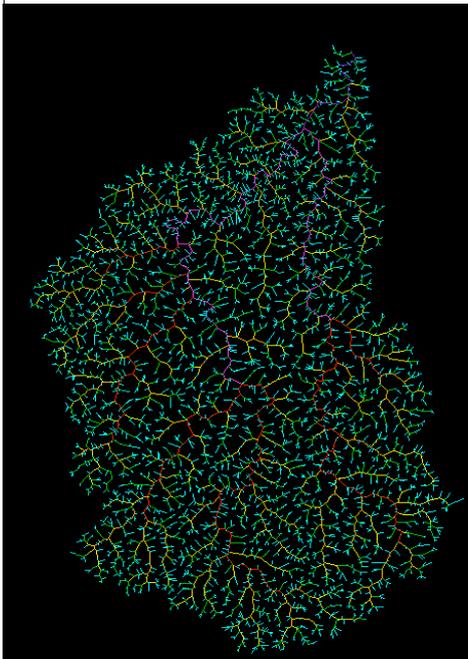
-> ambiguïté d'interprétation de la courbe hypso qui traduit l'ambiguïté du signal topo.



Les Lois de Horton



Définition hiérarchique d'un réseau hydrographique

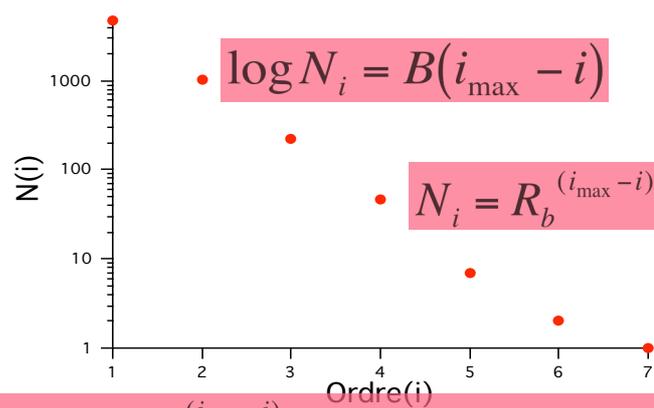


Beaver Creek (USA)

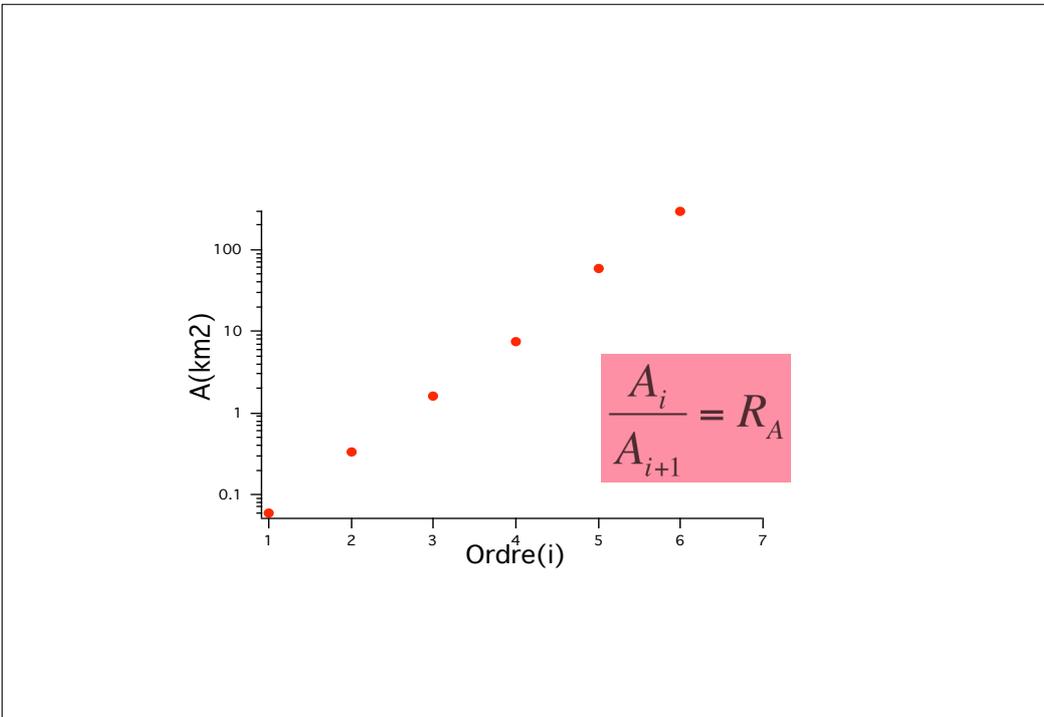
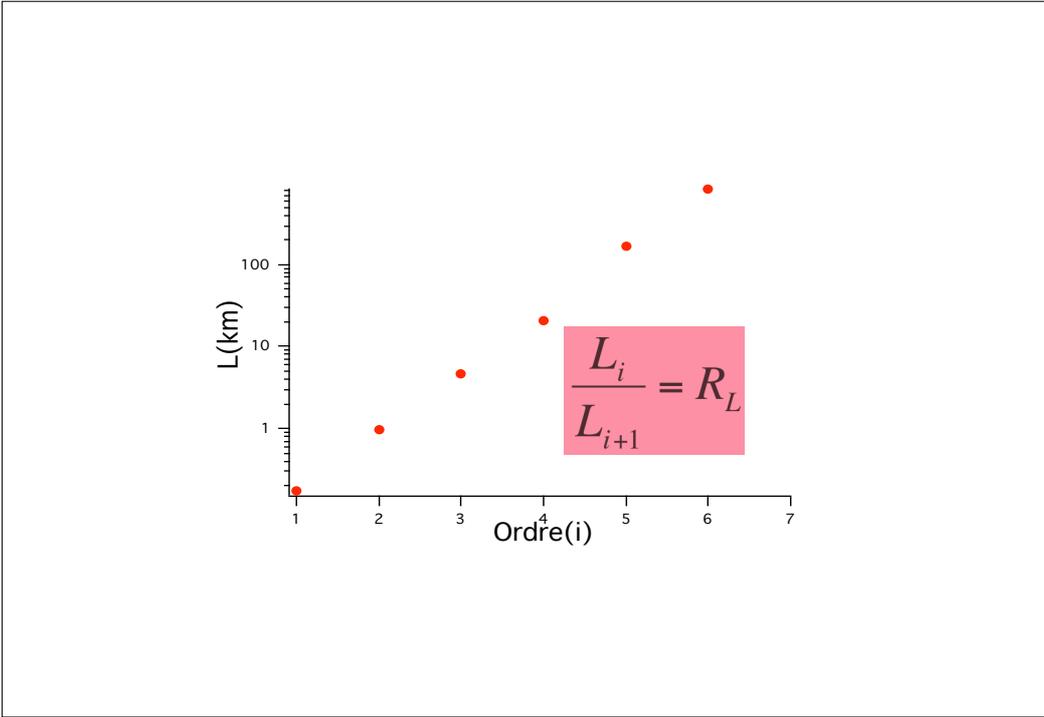
Ordre	Nbre de tributaires	L (km)	A (km ²)
1	4741	0.17	0.059
2	1024	0.95	0.33
3	220	4.56	1.62
4	46	21.08	7.35
5	7	167.90	59.57
6	2	841.87	295.32
7	1		

Procédure:

1. Comptage systématique des chenaux N pour chaque ordre i
2. Calcul de l'ordre maximum i_{\max} (=7)
3. Graphe semi-logarithmique N(i) en fonction de i



$$\frac{N_i}{N_{i+1}} = \frac{R_b^{(i_{\max} - i)}}{R_b^{(i_{\max} - i - 1)}} = R_b \text{ (taux de bifurcation)}$$



En moyenne le taux de bifurcation R_b est remarquablement constant, sa valeur oscille entre 3 et 5.

