

**UNIVERSITE BADJI MOKHTAR  
FACULTE DES SCIENCES DE LA TERRE  
DEPARTEMENT AMENAGEMENT  
LABORATOIRE RESSOURCES NATURELLES ET AMENAGEMENT  
LICENCE AMENAGEMENT**

# **ELEMENTS DE GEOMORPHOLOGIE**

## **LE BASIN VERSANT**

**BRAHAMIA KHALED 2024**

## 1 / Le Bassin versant

Le Bassin versant représente l'unité géographique sur laquelle se base l'analyse du cycle hydrologique et de ses effets. C'est une surface élémentaire hydrologiquement close, aucun écoulement n'y pénètre de l'extérieur et que toutes les eaux de précipitations s'écoulent par une seule section à l'exutoire.

- Le bassin versant, drainé par une section droite d'un cours d'eau, est donc défini comme la totalité de la surface topographique drainée par ce cours d'eau et ses affluents à l'amont de cette section.

Les limites entre bassins versants constituent des lignes de partage des eaux

Un BV est caractérisé par son exutoire, à partir duquel on peut tracer le point de départ et d'arrivée de la ligne de partage des eaux qui le délimite, (correspond à la ligne de crête).

ligne de crête

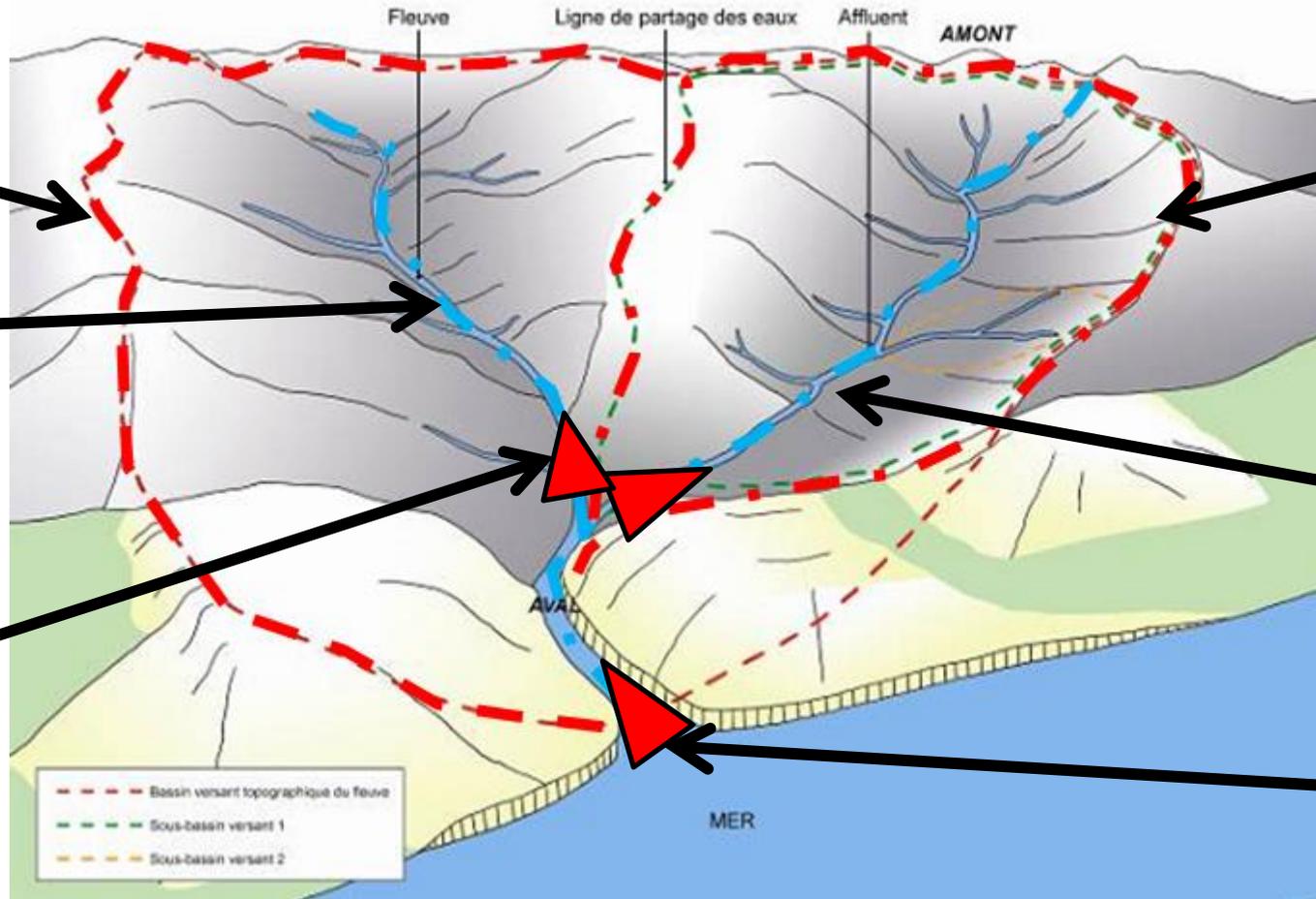
ligne de crête

cours d'eau

cours d'eau

Exutoire  
sous BV

Exutoire  
sous BV



exutoire

## **2 / Les Caractéristiques physiques d'un BV**

**2-1 / La surface:** est une caractéristique importante puisqu'elle représente l'aire de réception des précipitations et d'alimentation des cours d'eau, les débits vont être en partie reliés à sa surface.

Elle peut être mesurée par superposition d'une grille dessinée sur papier transparent, par l'utilisation d'un planimètre ou, mieux, par des techniques de digitalisation.

## 2-2 / La forme

– La forme d'un bassin versant influence l'allure de l'hydrogramme Fig. n° 1 à l'exutoire du bassin versant.

Exemple, une forme allongée (Fig. n°2) Favorise l'écoulement de faible débit  
Temps de concentration lent.

Par contre une forme courte (Fig. n° 3), présente un temps de concentration plus court ( $t_{c1}$ ), donc les plus forts débits de pointe.



Fig. n° 2

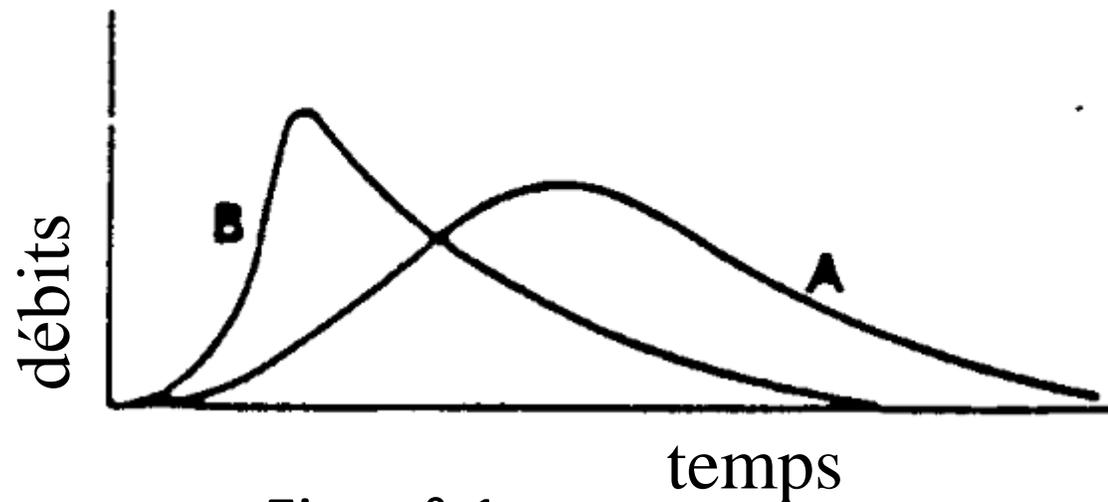


Fig. n° 1

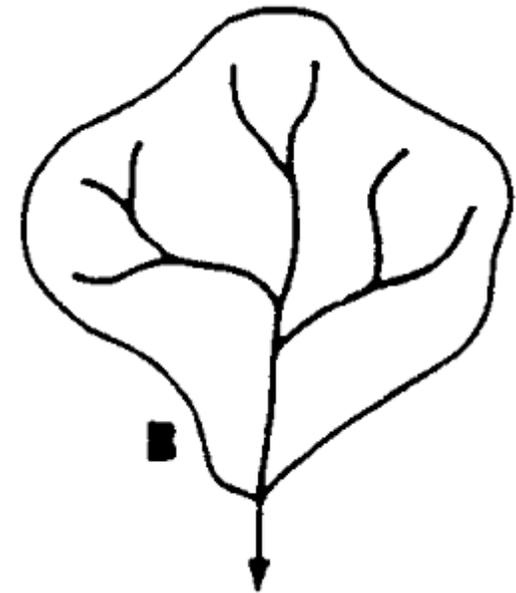


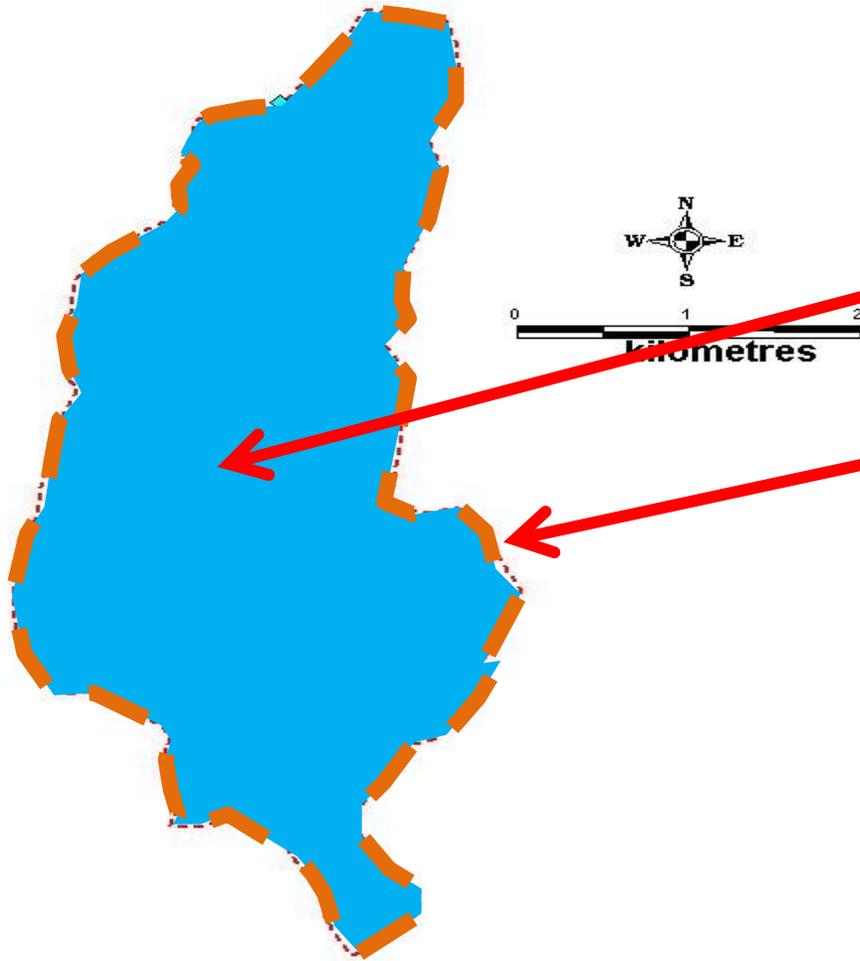
Fig. n° 3

Il existe différents indices morphologiques permettant de comparer les bassins versants entre eux. À d'exemple de ***l'indice de compacité de Gravelius*** (1914)  $K_G$ , défini comme le rapport du périmètre du bassin au périmètre du cercle ayant la même surface

$$K_G = \frac{P}{2\sqrt{\pi \cdot A}} \cong 0.282 \cdot \frac{P}{\sqrt{A}}$$

$K_G$  est l'indice de compacité de Gravelius,  
 $A$  : surface du bassin versant [km<sup>2</sup>],  
 $P$  : périmètre du bassin [km].

Cet indice se détermine à partir d'une carte topographique en mesurant le périmètre du bassin versant et sa surface. Il est proche de 1 pour un bassin versant de forme quasiment circulaire et supérieur à 1 lorsque le bassin est de forme allongée



$A$  : surface du BV **14,7** [km<sup>2</sup>],

$P$  : périmètre du BV 6,5 [km].

$$K_G = \frac{14,7}{2\sqrt{\pi \cdot 6,5}} \cong 1,63$$

## 2-3 / La pente moyenne BV

La pente moyenne est une caractéristique importante qui renseigne sur la topographie du bassin. Elle donne une bonne indication sur le temps de parcours du ruissellement direct - donc sur le temps de concentration  $t_c$  - et influence directement le débit de pointe lors d'une averse.

$$i_m = \frac{D \cdot L}{A}$$

$i_m$  : pente moyenne [m/km ou ‰],

$L$  : longueur totale des courbes de niveau [km],

$D$  : équidistance entre deux courbes de niveau [m],

$A$  : surface du bassin versant [km<sup>2</sup>].

**2-3-1 / Le temps de concentration  $t_c$**  est le maximum de durée nécessaire à une goutte d'eau pour parcourir le chemin hydrologique entre un point du bassin et l'exutoire de ce dernier.

$$t_c = \max \left( \sum (t_h + t_r + t_a) \right)$$

$t_h$  : Temps **d'humectation**. Temps nécessaire à l'imbibition du sol par l'eau qui tombe avant qu'elle ne ruisselle.

$t_r$  : Temps de **ruissellement** ou **d'écoulement**. Temps qui correspond à la durée d'écoulement de l'eau à la surface ou dans les premiers horizons de sol jusqu'à un système de collecte (cours d'eau naturel, collecteur).

$t_a$  : Temps **d'acheminement**. Temps mis par l'eau pour se déplacer dans le système de collecte jusqu'à l'exutoire.

Le temps de concentration  $t_c$  est donc égal au maximum de la somme de ces trois termes,

## 2-4 / La densité de drainage

Introduite par Horton, est la longueur totale du réseau hydrographique par unité de surface du bassin versant :

Avec :

$D_d$  : densité de drainage [km/km<sup>2</sup>] ;

$L_i$  : longueur de cours d'eau [km] ;

$A$  : surface du bassin versant [km<sup>2</sup>].

$$D_d = \frac{\sum L_i}{A}$$

La densité de drainage dépend de la géologie (structure et lithologie) des caractéristiques topographiques du bassin versant et, dans une certaine mesure, des conditions climatologiques et anthropiques. En pratique, les valeurs de densité de drainage varient de 3 à 4 pour des régions où l'écoulement n'a atteint qu'un développement très limité et se trouve centralisé ; elles dépassent 1000 pour certaines zones où l'écoulement est très ramifié avec peu d'infiltration.

## 2-5 / La densité hydrographique

Représente le nombre de canaux d'écoulement par unité de surface. Où :

F : densité hydrographique [ $\text{km}^{-2}$ ] ;

$N_i$  : nombre de cours d'eau ;

A : superficie du bassin [ $\text{km}^2$ ].

$$F = \frac{\sum N_i}{A}$$

Il existe une relation assez stable entre la densité de drainage  $D_d$  et la densité hydrographique F, de la forme :

$$F = a \cdot D_d^2$$

Où **a** est un coefficient d'ajustement.

En somme, les régions à haute densité de drainage et à haute densité hydrographique (deux facteurs allant souvent de pair) présentent en général une roche mère imperméable, un couvert végétal restreint et un relief montagneux. L'opposé, c'est-à-dire faible densité de drainage et faible densité hydrographique, se rencontre en région à substratum très perméable, à couvert végétal important et à relief peu accentué.

## 2-6 / La couverture du sol

L'activité végétative et le type de sol influencent singulièrement l'écoulement en surface. Le couvert végétal retient, selon sa densité, sa nature et l'importance de la précipitation, une proportion variable de l'eau atmosphérique. Cette eau d'interception est en partie soustraite à l'écoulement.

La forêt régularise le débit des cours d'eau et amortit les crues de faibles et moyennes amplitudes. Par contre, son action sur les débits extrêmes causés par des crues catastrophiques est réduite. A l'inverse, le sol nu, de faible capacité de rétention favorise un ruissellement très rapide et l'érosion de la terre.

un indice de couverture forestière K :  
On peut calculer ce type d'indice avec d'autres couvertures végétales telle que les cultures.

$$K = \frac{\text{Surface des forêts}}{\text{Surface totale du bassin}} \cdot 100$$

## 2-7 / Les surfaces urbanisées

Les *surfaces imperméables* jouent un très grand rôle en hydrologie urbaine. Elles augmentent l'écoulement de surface, réduisent les infiltrations et la recharge des nappes, et diminuent le temps de concentration. On calcule souvent un taux d'imperméabilité qui est le rapport entre les surfaces imperméables et la surface totale.

**3 / Le coefficient de ruissellement** Pour caractériser la capacité d'un bassin versant à ruisseler un indice est très souvent utilisé en hydrologie de surface : le coefficient de ruissellement ( $C_r$ ). Son calcul et son emploi sont simples, mais notons qu'il peut conduire à commettre de grossières erreurs. Ce coefficient est défini comme suit :

$$C_r = \frac{\text{Hauteur d'eau ruisselée [mm]}}{\text{Hauteur d'eau précipitée [mm]}}$$

Bois	Cr = 10 %
Près, champs cultivés	Cr =20 %
Vignes, terrains nus	Cr =50 %
Rochers	Cr =70 %
Routes sans revêtement	Cr =70 %
Routes avec revêtement	Cr =90 %
Villages, toitures	Cr =90 %

Coefficient de ruissellement selon la couverture du sol

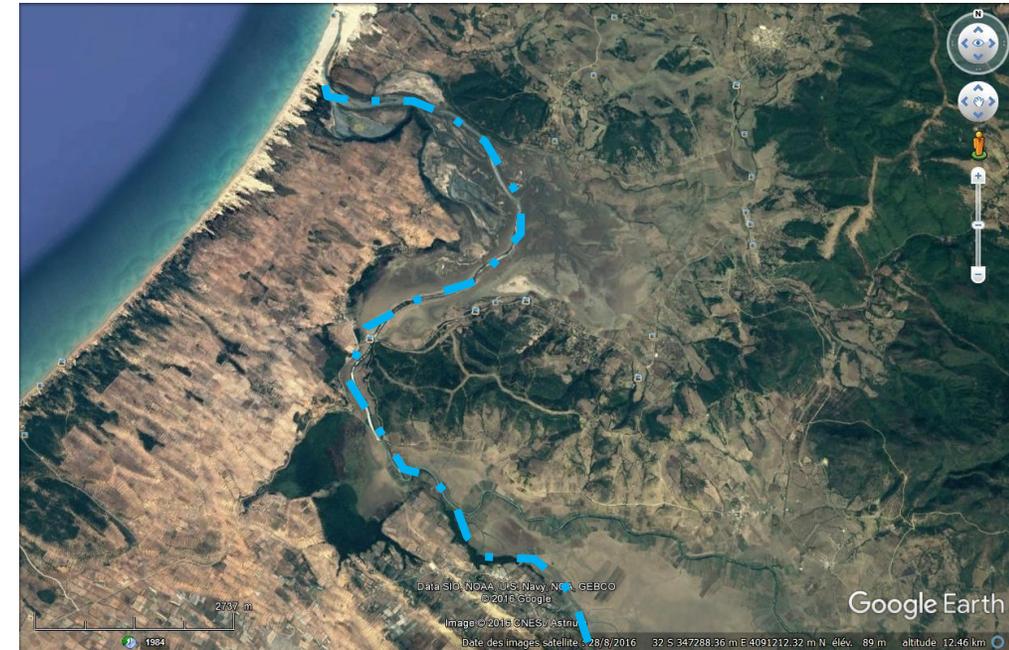
Des valeurs à prendre avec précaution

	Cultures Cr	Pâturages Cr	Bois, Forets Cr
Sols sableux ou graveleux Fort taux d'infiltration	Cr20%	15%	10%
Limons Infiltration moyenne	40%	35%	30%
Sols argileux Sols peu profonds sur le substratum Faible taux d'infiltration	50%	45%	40%

le Coefficient du ruissellement en fonction du type de sol et de son épaisseur

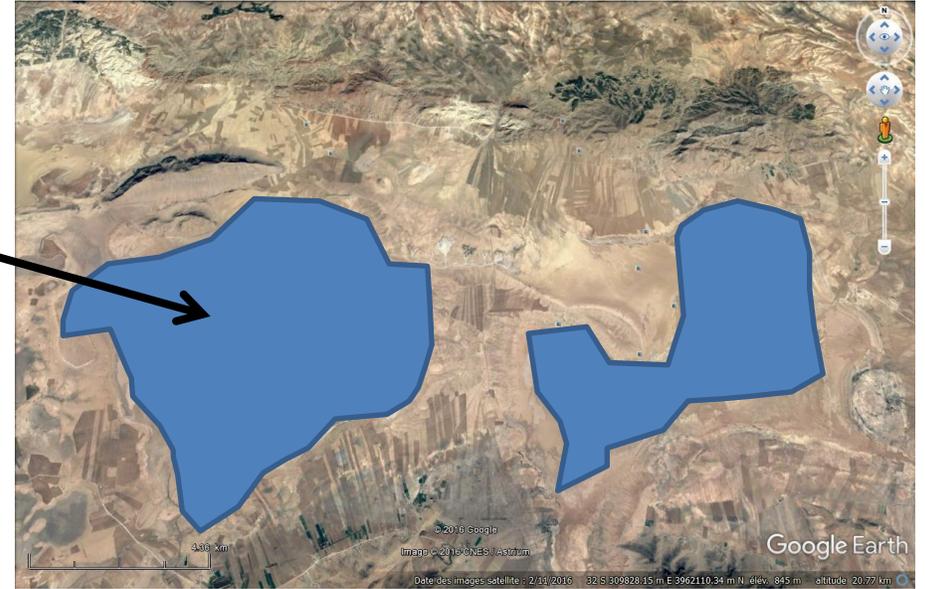
## 4 / Les types de bassins versants REPRISE

**4-1/Bassin exoréique** si la topographie le permet (pas de barrière montagneuse), l'eau s'écoulant par gravité vers les points bas (altitude zéro) débouchent en mer.



## 4-2 Bassin endoréique

Sous climat semi-arides, l'écoulement est temporaire, limité à la saison des pluies, et arrive rarement à la mer. Les eaux disparaissent par évaporation, ou infiltration, dans le lit du cours d'eau, dans des plaines d'épandage, ou se jettent dans un (lac temporaire devenant désert de sel à la saison sèche).



## 4-3 /Bassin aréiques

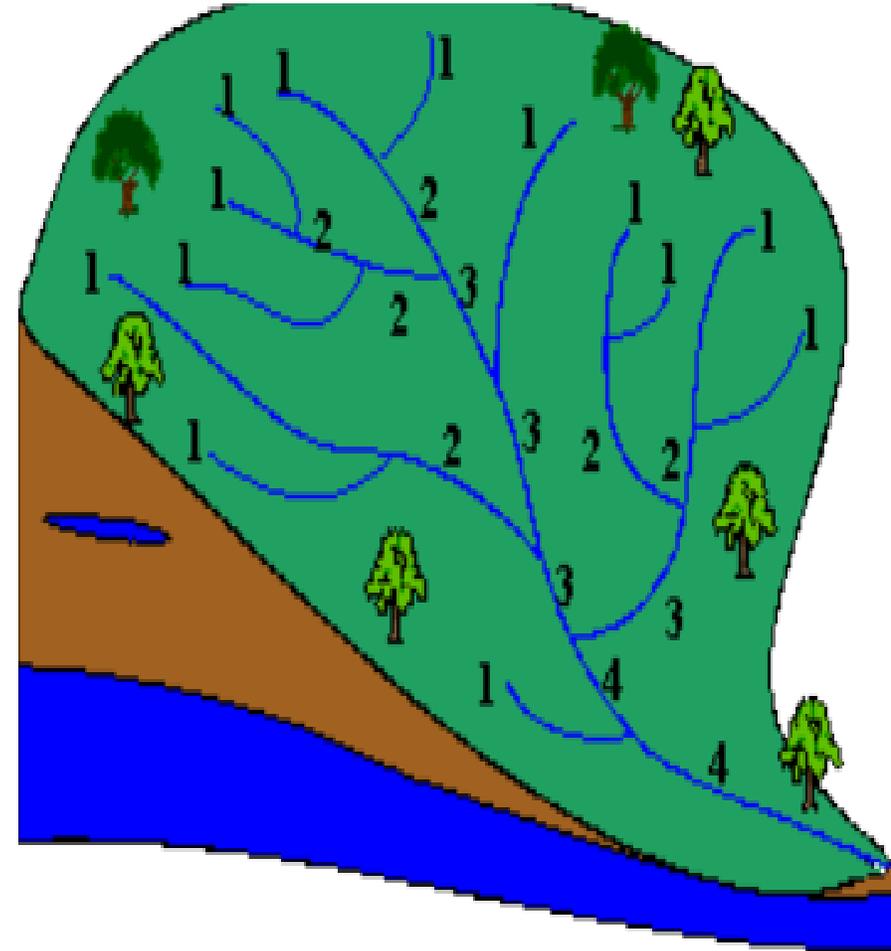
Les régions très arides, qui ne présentent pas souvent d'écoulement, sont aréiques.



## 5 / Les types de réseaux hydrographiques

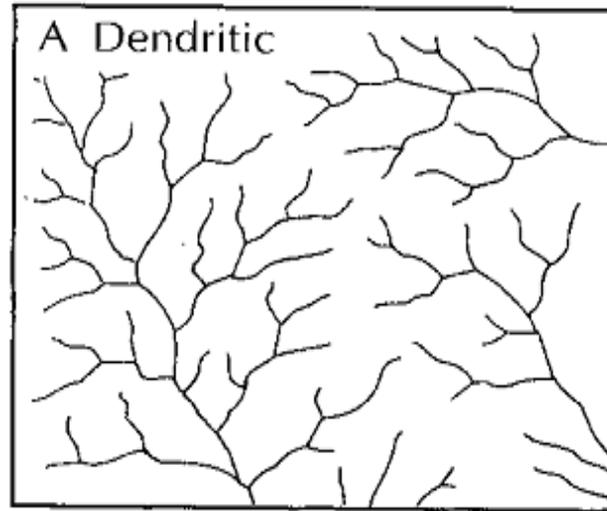
L'ordre des cours d'eau représente la classification qui reflète la ramification du cours d'eau. La plus utilisée des Classification est celle de Strahler (1957) Règles :

- Tout cours d'eau dépourvu de tributaires est d'ordre un.
- Le cours d'eau formé par la confluence de deux cours d'eau d'ordre différent prend l'ordre du plus élevé des deux.
- Le cours d'eau formé par la confluence de deux cours d'eau du même ordre est augmenté de un.

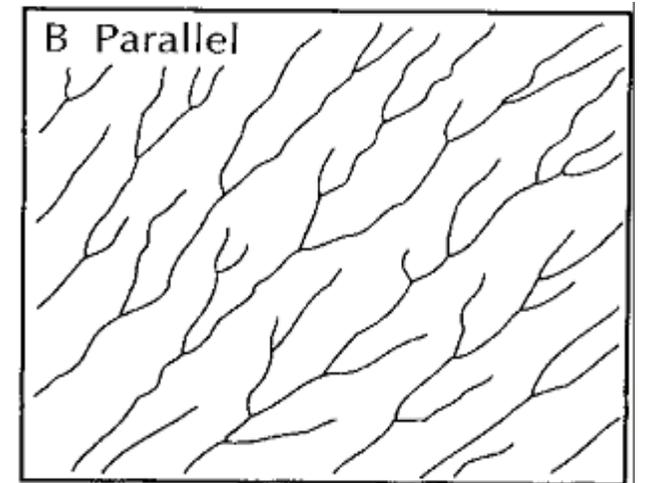
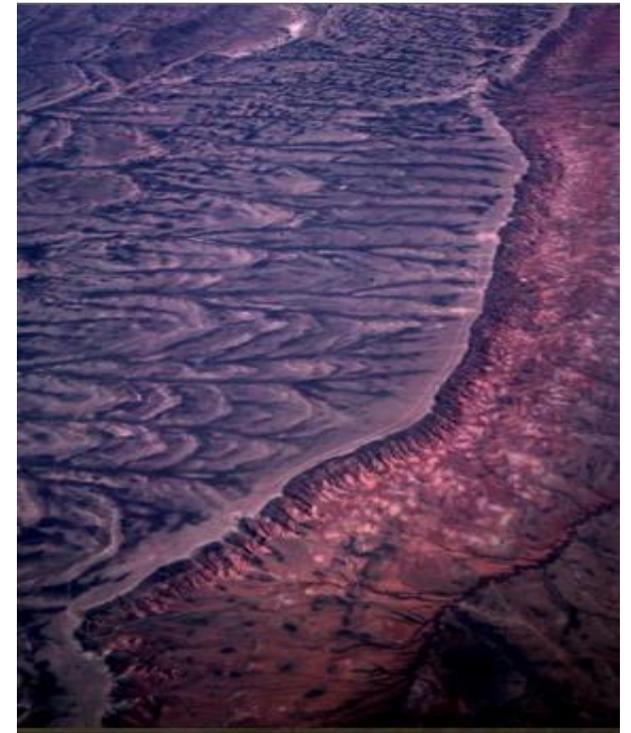




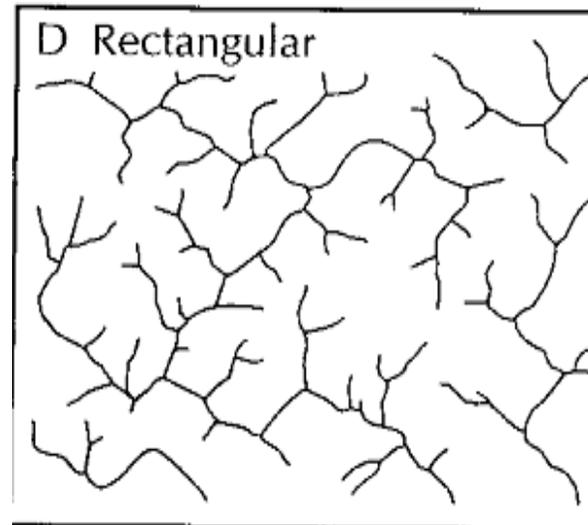
# Les différents types de chevelus hydrographique



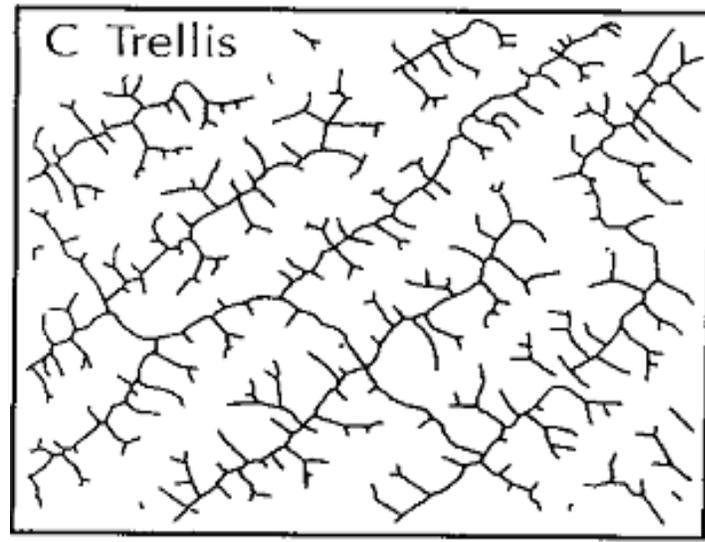
Dendritique



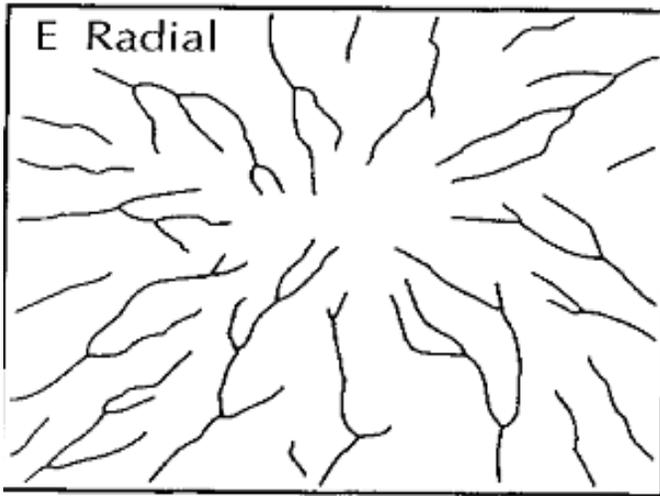
Parallèle (cuesta)



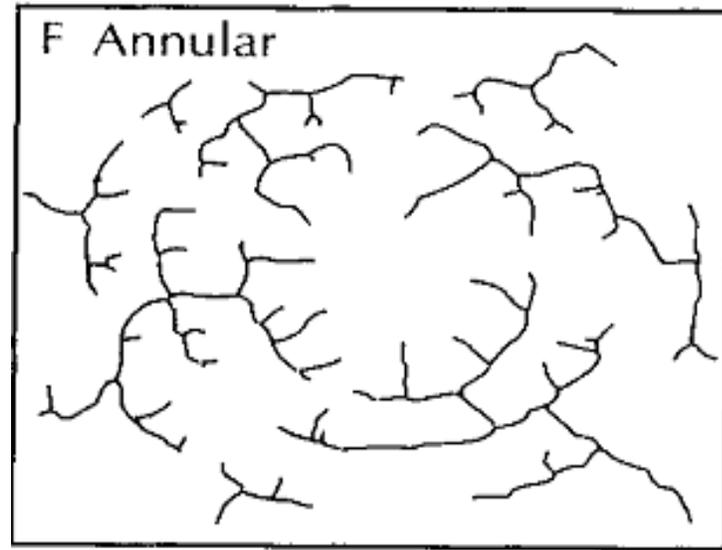
Rectangulaire



Trellis



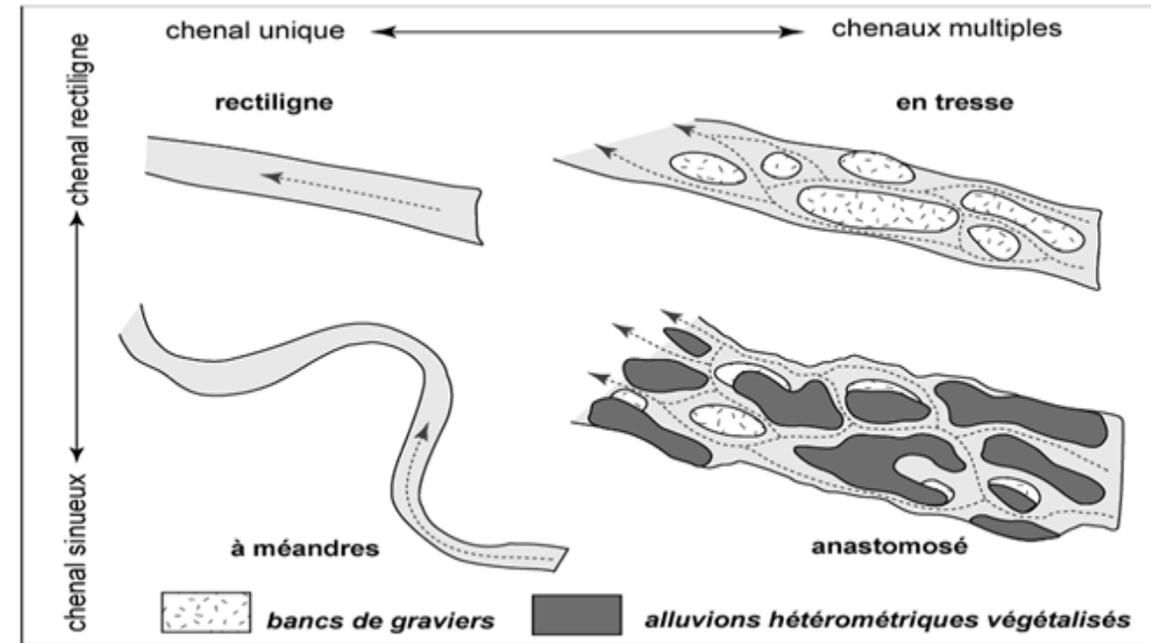
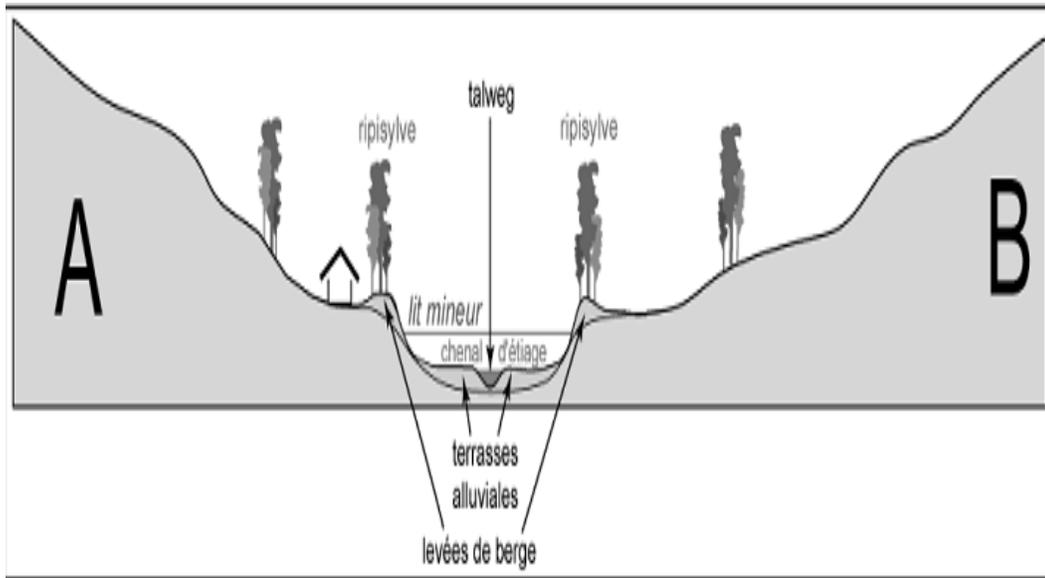
Radial (volcan)



Annulaire

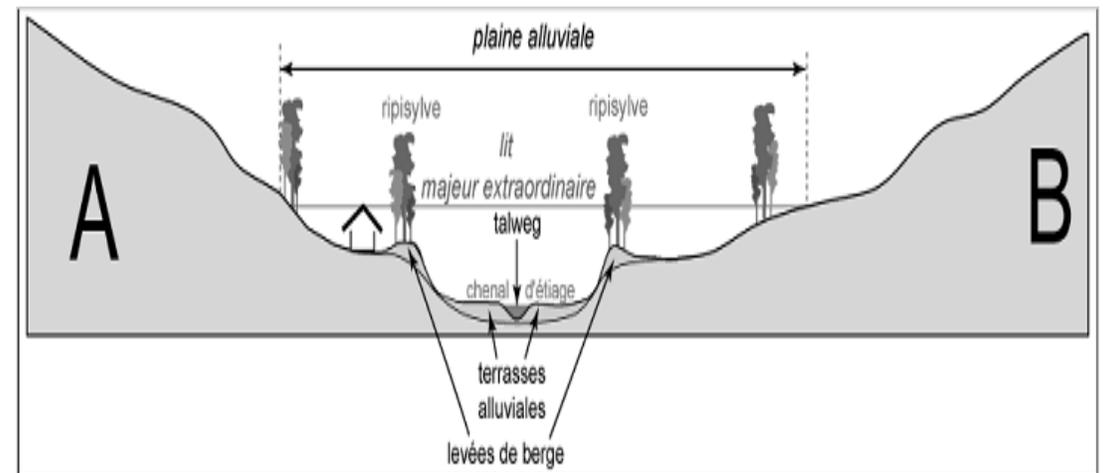
## 6/ Morphologie d'un cours d'eau

**Chenal** : « canal » naturel ou artificiel qui contient de l'eau courante (de façon permanente ou périodique)



Bravard J.-P., Petit F. (2000) – Les cours d'eau, dynamique du système fluvial, Armand Colin, 222p.

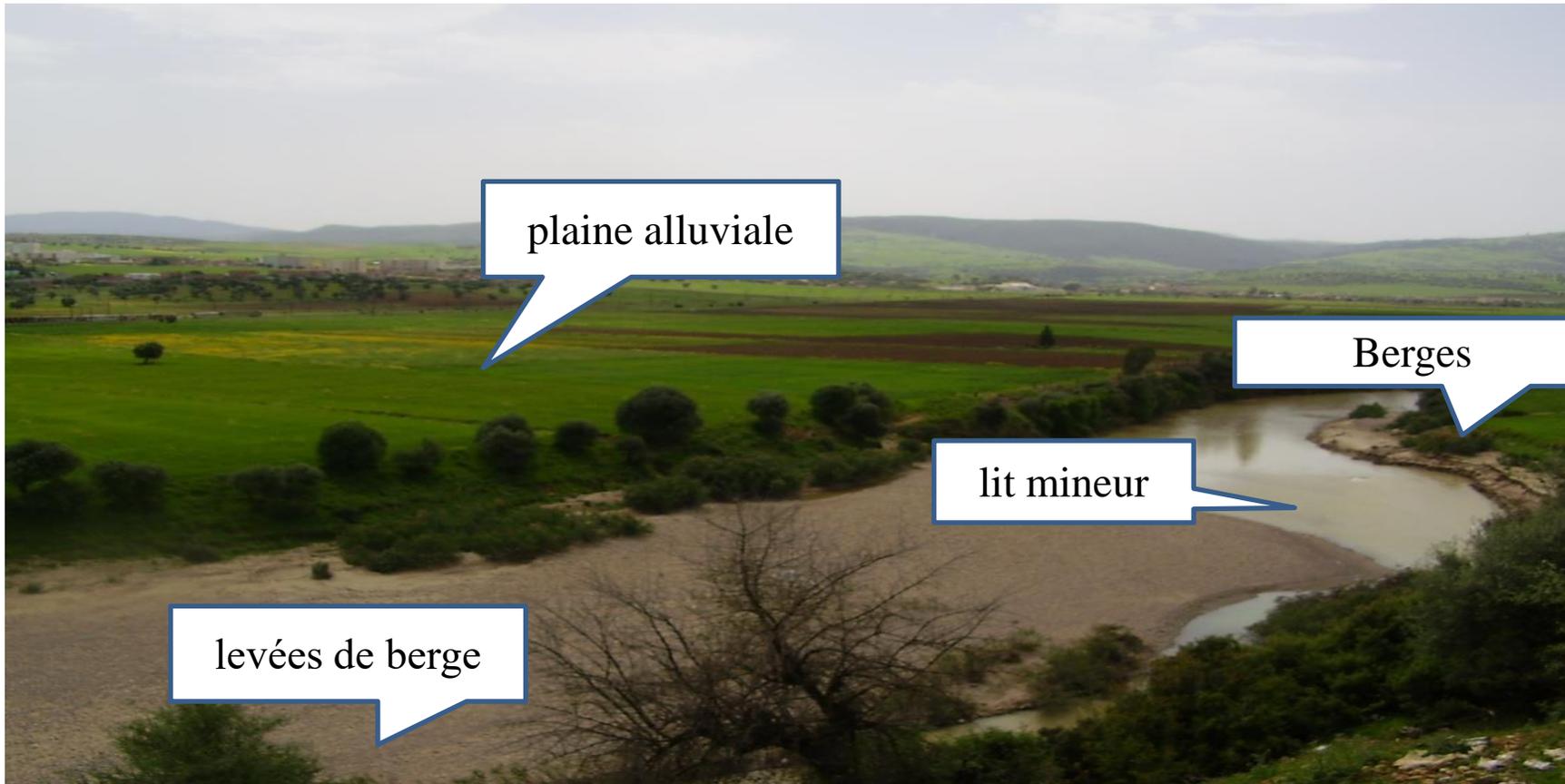
### Les types de chenaux



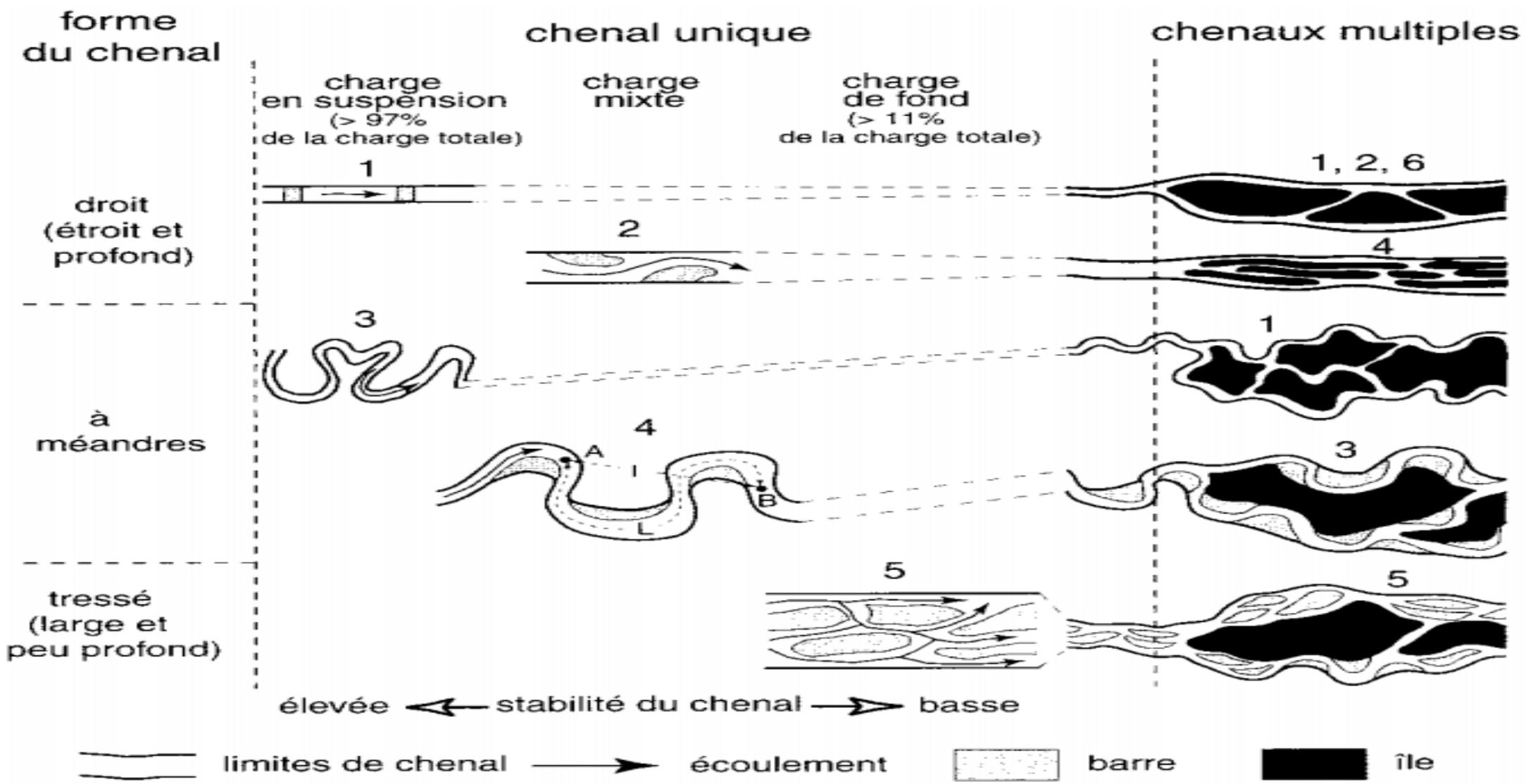
**Berges** : zone de transition entre lit mineur et plaine d'inondation. Reprise ici

**Les levées de berge ou levées alluviales** correspondent à des topographies bombées situées de part et d'autre du lit mineur.

Elles sont construites par les dépôts de crues lorsque ces dernières débordant du lit mineur envahissent la plaine alluviale (lit majeur).



Les cours d'eau peuvent être classés en 3 catégories en fonction de deux paramètres morphologiques : la sinuosité et la multiplicité des chenaux. lits rectilignes, à méandres et à tresses ou anastomosés.

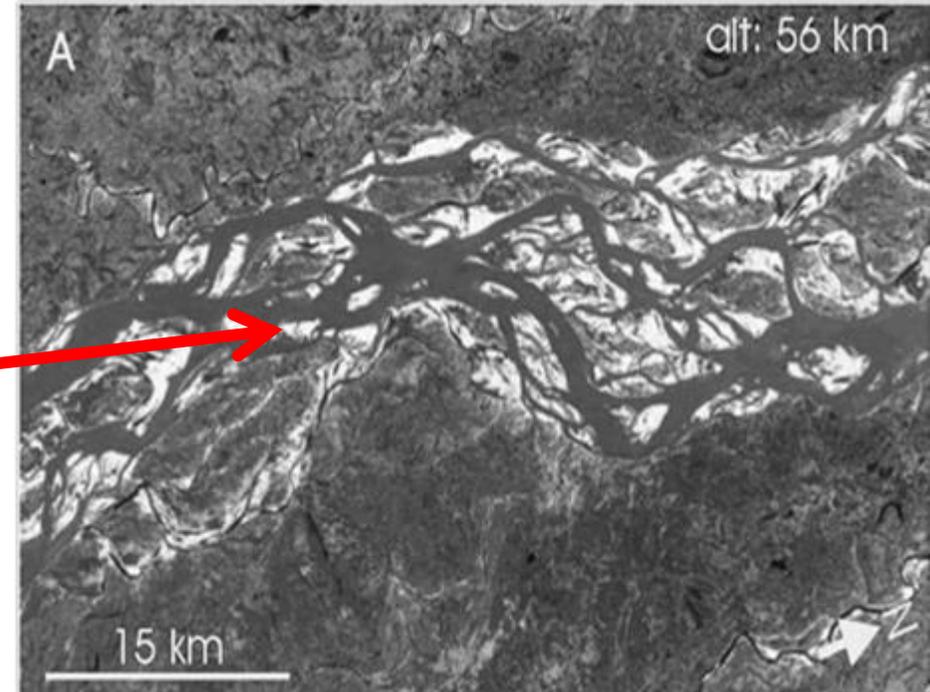


La multiplicité des chenaux définit deux styles fluviaux:

-le style en tresse présence au sein du lit mineur de bancs d'alluvions (iles) non végétalisés.

-le style anastomosé présence d'îlots végétalisés et stables.

Ces bancs sont constitués de l'alternance de dépôts fins (limons + argiles) et grossiers (sables, graviers et galets). Ils sont généralement submergés et remaniés lors des crues mobilité variable en fonction de leur degré de Végétalisation (stabilité).



Style en tresse / anastomosé (Réserve Naturelle des Ramières - La Drôme)

## 6-1/ Morphologie des lits fluviaux

**6-1-1** Les lits à chenaux multiples, essentiellement le tressage, on parle dans ce cas de bande active. L'emprise des chenaux en eau et des bancs de galets non végétalisés. La bande active se situe dans le lit mineur.



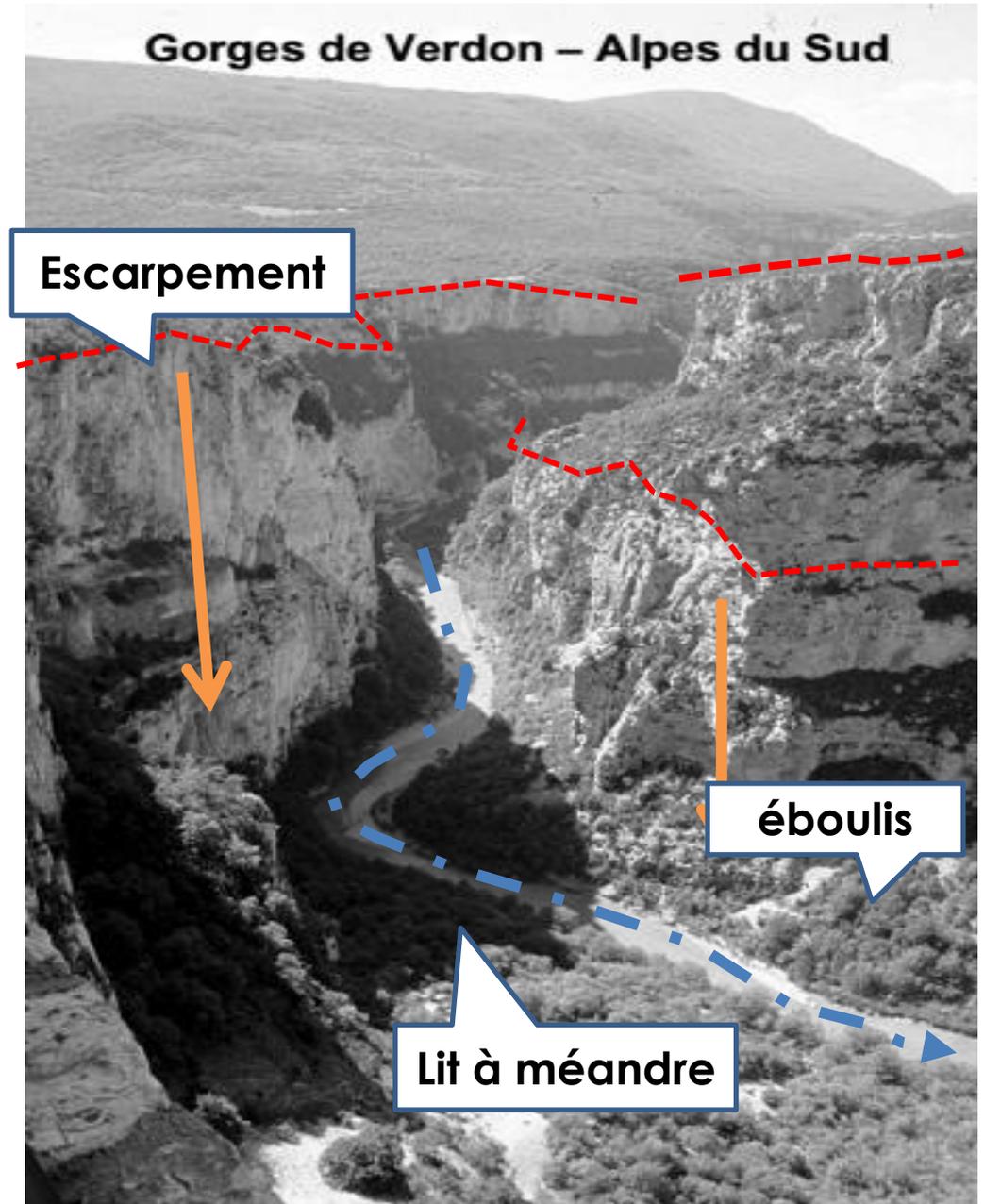
## 6-1-2 / Les lits à méandres

On distingue deux grands types de lits à méandres :

-Les méandres encaissés

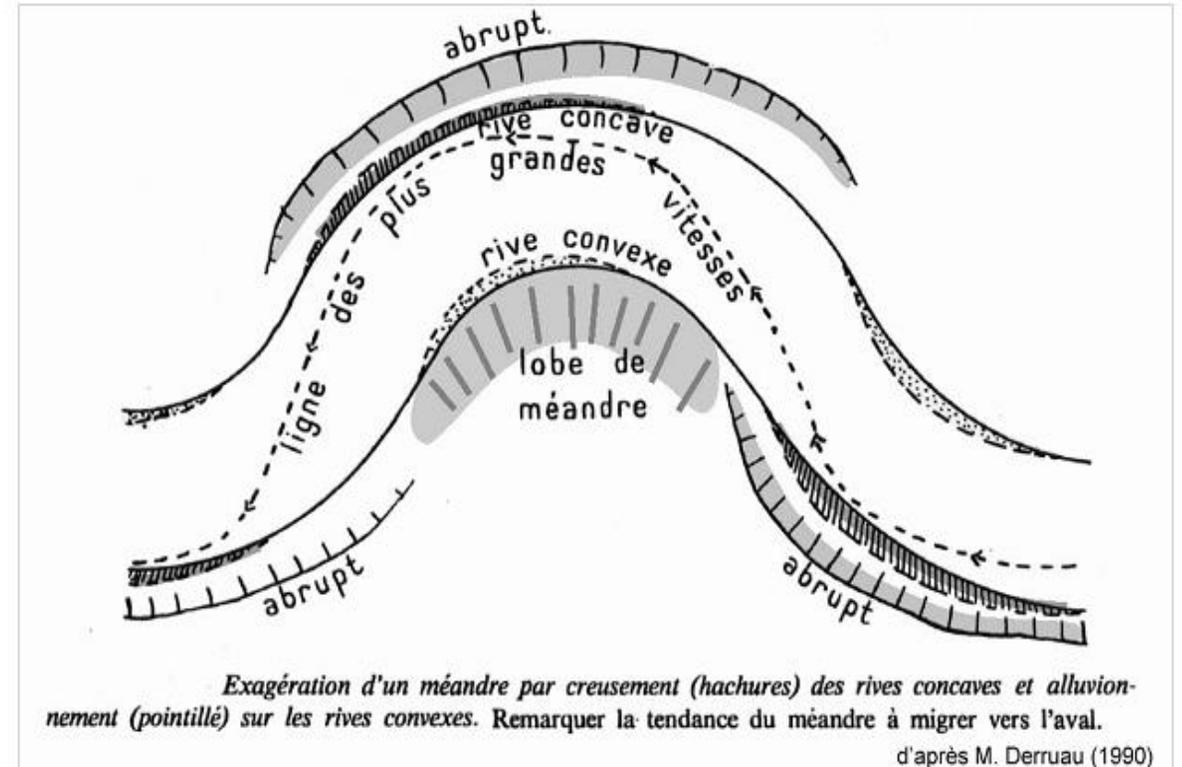
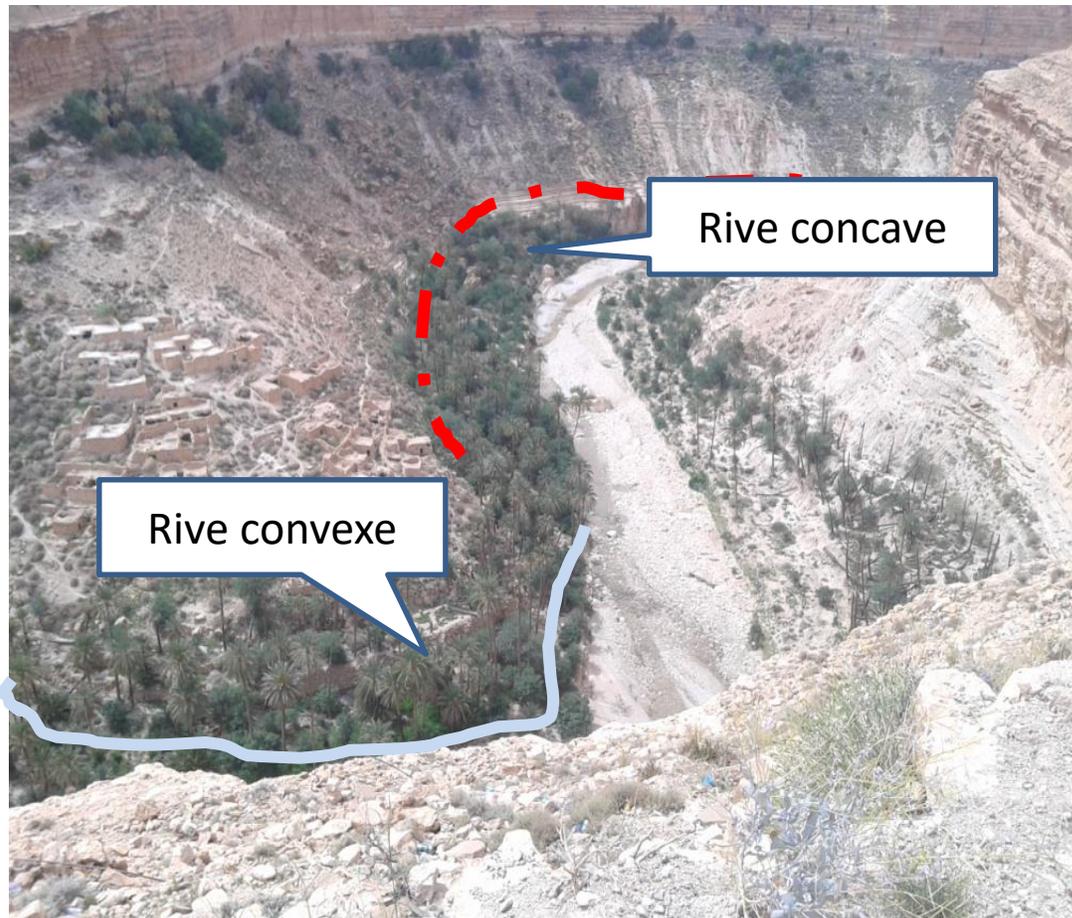
Ils donnent aux cours d'eau un tracé sinueux inscrit dans la roche en place.

le chenal principal est encadré par deux versant «fluviaux » prenant l'allure d'escarpements verticaux à subverticaux. En fonction de la nature lithologique (roches tendres), ces escarpements peuvent être adoucis à leur base par des formes d'éboullis et/ou de glissement plus ou moins végétalisés.



- Les méandres sculptés qui montrent un glissement latéral de la concavité pendant l'enfoncement et une convexité inclinée en roche résistante forme dissymétrique marquée par une rive concave qui présente un escarpement vertical et une rive convexe en pente plus ou moins inclinée inscrite dans la roche en place.

Les conditions lithostructurales jouent un rôle dans la genèse des méandres encaissés pendage, déformation des couches, alternance roche dure / tendre

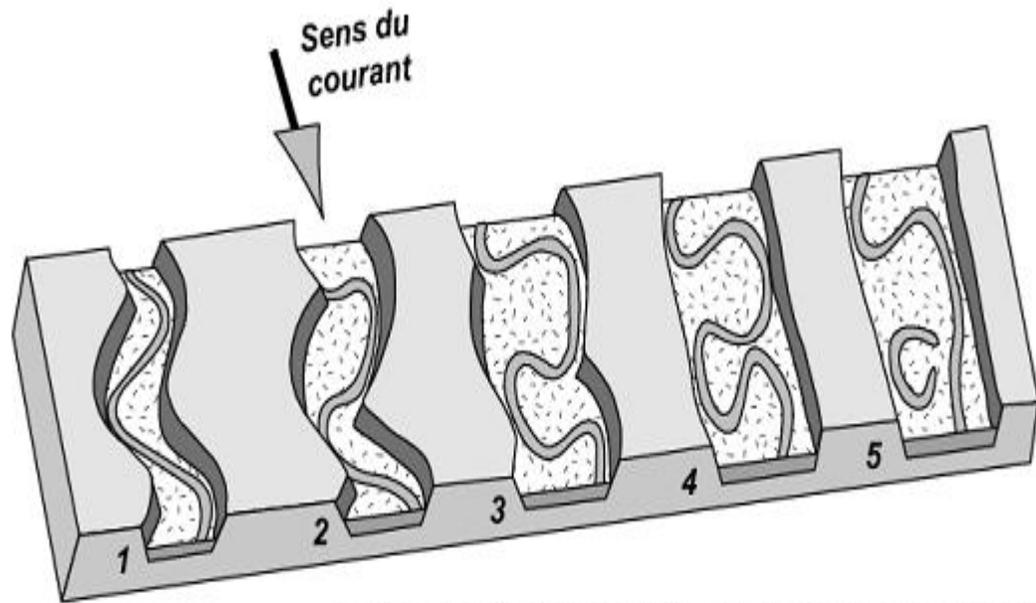


Morphologie des lits à méandres encaissés sculptés

-les méandres libres de plaines ou de vallées alluviales.

se développent sur des surfaces planes marquées par de très faibles pentes possibilité de migrer et/ou de divaguer latéralement.

Le chenal principal est délimité par des levées de berge, la divagation du cours d'eau se fait donc : par érosion des berges ce phénomène accentue la sinuosité des cours d'eau, par changement de tracé après une crue = les hautes eaux submergent et érodent les berges latérales favorisant ainsi le changement de direction des écoulements.



Évolution de méandres encaissés, par migration vers l'aval et calibrage de la vallée vers des formes de méandres de plaine alluviale



MERCI ET A LA PROCHAINE SEANCE