

## **Substrat - Le Système Terre – Histoire des roches**

2H

## **Géologie du Quaternaire – Les formations superficielles**

4H

## **TD de Géoarchéologie**

1H

# Géologie du Quaternaire : les formations superficielles

Yoann Chantreau : [yoann.chantreau@culture.gouv.fr](mailto:yoann.chantreau@culture.gouv.fr)

# **Géologie du Quaternaire – Les formations superficielles**

## **Définition du Quaternaire**

### **1. Définition d'un sédiment**

### **2. Le cycle sédimentaire**

#### **2.1. Altération et érosion**

#### **2.2. Transport**

#### **2.3. Sédimentation**

### **3. Principaux types de dépôts**

#### **3.1. Les colluvions et dépôts de versants**

#### **3.2. Les formations littorales**

#### **3.3. Dépôts éoliens continentaux : les lèss - Formes et processus périglaciaires associés**

#### **3.4. Les formations fluviales**

#### **3.5. *Les sols***

# Définition du Quaternaire

## Échelle stratigraphique internationale

Eonhème	Erathème	Système	Série	Étage	Age en Ma		
Phanérozoïque	Quaternaire	Holocène			0,0117		
			Pléistocène	Supérieur	0,126		
				"Ionien"	0,781		
				Calabrien	1,806		
				Gelasien	2,588		
			Cénozoïque	Néogène	Pliocène	Plaisancien	3,600
						Zancéen	5,332
						Messinien	7,246
						Tortonien	11,608
Serravalien	13,82						
Miocène	Langhien	15,97					
	Burdigalien	20,43					
	Aquitainien	23,03					
	Chatthien	28,4 ± 0,1					
	Rupélien	33,9 ± 0,1					
Paléogène	Oligocène	Priabonien	37,2 ± 0,1				
		Bartonien	40,4 ± 0,2				
		Lutétien	48,6 ± 0,2				
		Yprésien	55,8 ± 0,2				
		Paléocène	Thanétien	58,7 ± 0,2			
			Selandien	~ 61,1			
			Danien	65,5 ± 0,3			
			Maastrichtien	70,6 ± 0,6			
			Campanien	83,5 ± 0,7			
		Mésozoïque	Crétacé	Supérieur	Santonien	83,8 ± 0,7	
Coniacien	~ 88,6						
Turonien	93,5 ± 0,8						
Cénomannien	99,6 ± 0,9						
Albien	112,0 ± 1,0						
Inférieur	Aptien			125,0 ± 1,0			
	Barrémien			130,0 ± 1,5			
	Hauteriviien			~ 133,9			
	Vataginnien			140,2 ± 3,0			
	Berriasien			145,5 ± 4,0			

Eonhème	Erathème	Système	Série	Étage	Age en Ma
Phanérozoïque	Jurassique	Supérieur	Tithonien	145,5 ± 4,0	
			Kimméridgien	150,8 ± 4,0	
			Oxfordien	155,6	
			Callovien	161,2 ± 4,0	
			Bathonien	164,7 ± 4,0	
		Moyen	Bajocien	167,7 ± 3,5	
			Aalénien	171,6 ± 3,0	
			Toarcién	175,6 ± 2,0	
			Pliensbachien	183,0 ± 1,5	
			Sinemurien	189,6 ± 1,5	
Trias	Inférieur	Hettangien	196,5 ± 1,0		
		Rhétien	199,6 ± 0,6		
		Norien	203,6 ± 1,5		
		Carnien	~ 228,7		
		Ladinien	237,0 ± 2,0		
	Supérieur	Anisien	~ 245,9		
		Olenekien	~ 249,5		
		Indusien	251,0 ± 0,4		
		Changhsingien	253,8 ± 0,7		
		Wuchiapingien	260,4 ± 0,7		
Permien	Lopingien	Capitanien	265,8 ± 0,7		
		Wordien	268,0 ± 0,7		
		Roadien	270,0 ± 0,7		
		Kungurien	275,6 ± 0,7		
		Artinskien	284,4 ± 0,7		
	Cisuralien	Sakmarien	294,6 ± 0,8		
		Assélien	299,0 ± 0,8		
		Gzhélien	303,4 ± 0,9		
		Kasimovien	307,2 ± 1,0		
		Moscovien	311,7 ± 1,1		
Paléozoïque	Carbonifère	Inférieur	Bashkirien	318,1 ± 1,3	
		Serpukhovien	328,3 ± 1,6		
		Viséen	345,3 ± 2,1		
		Tournaisien	359,2 ± 2,5		
	Mississippien	Supérieur			
		Moyen			
		Inférieur			

Eonhème	Erathème	Système	Série	Étage	Age en Ma
Phanérozoïque	Paléozoïque	Dévonien	Supérieur	Famennien	359,2 ± 2,5
			Frasnien	374,5 ± 2,6	
			Givétien	385,3 ± 2,6	
			Eifélien	391,8 ± 2,7	
			Emsien	397,5 ± 2,7	
		Moyen	Praguien	407,0 ± 2,8	
			Lochkovien	411,2 ± 2,8	
				416,0 ± 2,8	
				418,7 ± 2,7	
				421,3 ± 2,6	
Silurien	Ludlow	Ludfordien	422,9 ± 2,5		
		Gorstien	426,2 ± 2,4		
		Homerien	428,2 ± 2,3		
		Sheinwoodien	436,0 ± 1,9		
		Telychien	439,0 ± 1,8		
	Wenlock	Aeronien	443,7 ± 1,5		
		Rhuddanien	445,6 ± 1,5		
		Hirnantien	455,8 ± 1,6		
		Katien	460,9 ± 1,6		
		Sandbien	468,1 ± 1,6		
Ordovicien	Supérieur	Dapingien	471,8 ± 1,6		
		Floien	478,6 ± 1,7		
		Tremadocien	488,3 ± 1,7		
		Étage 10	~ 492 *		
		Étage 9	~ 496 *		
	Moyen	Paibien	~ 499		
		Guzhangien	~ 503		
		Drumien	~ 506,5		
		Étage 5	~ 510 *		
		Étage 4	~ 515 *		
Inférieur	Étage 3	~ 521 *			
	Étage 2	~ 528 *			
	Fortunien	542,0 ± 1,0			

Eonhème	Erathème	Système	Age en Ma	
Phanérozoïque	Précambrien	Proterozoïque	Édiacarien	542
			Cryogénien	635
			Tonien	850
			Sténien	1000
			Ectasien	1200
		Mésoproterozoïque	Calymmien	1400
			Stathérien	1600
			Orosirien	1800
			Rhyacien	2050
			Sidérien	2300
Paléoproterozoïque	Néoarchéen	2500		
	Mésoarchéen	2800		
	Paléoarchéen	3200		
	Eoarchéen	3600		
	Hadéen	4000		



\* Le statut du quaternaire n'est, à ce jour pas encore fixé  
 \* Les âges des séries et les étages du Cambrien sont en attente de ratification.

Échelle de février 2008 d'après le travail de la Commission Internationale de Stratigraphie.

International Commission on Stratigraphy.  
<http://www.stratigraphy.org>

Erwan Le Fol 2009

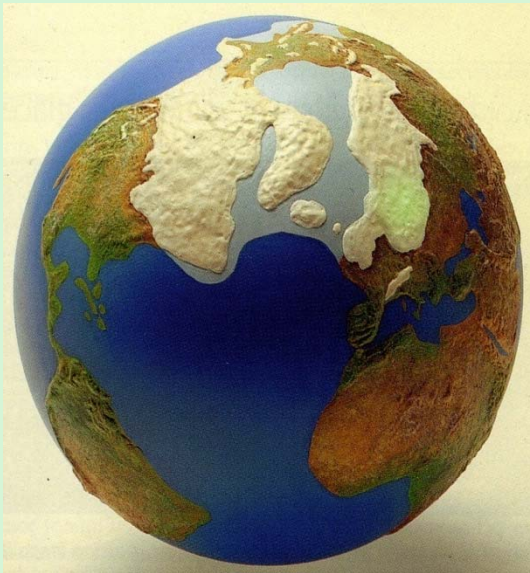
## 2 grandes périodes :

- l'Holocène (-11750)
- le Pléistocène
  - inférieur
  - moyen
  - supérieur

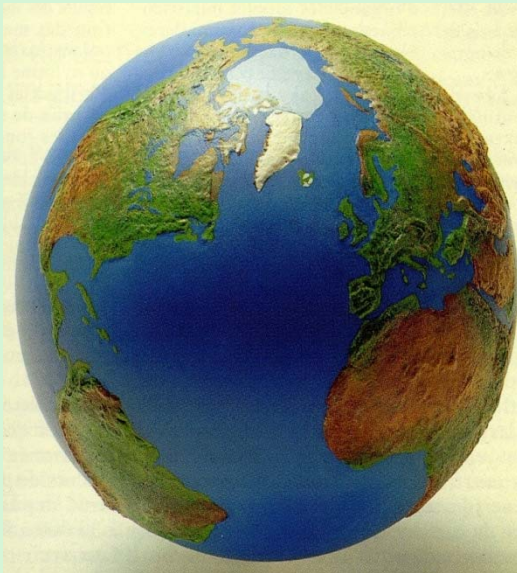
Quaternaire	Holocène		0,0117
	Pléistocène	supérieur	0,126
		moyen	0,781
		inférieur	1,806
		Gelasien	2,588

## Définition du Quaternaire

Caractéristiques principales : les glaciations



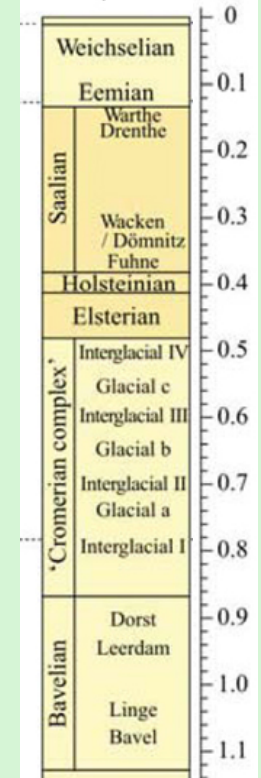
- 20 000 ans



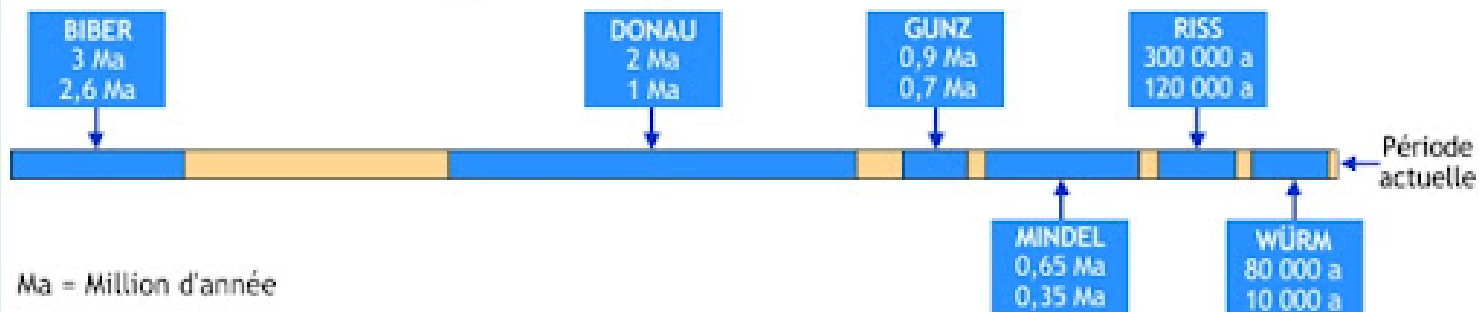
- « maintenant »



Etages du Nord-Ouest européen



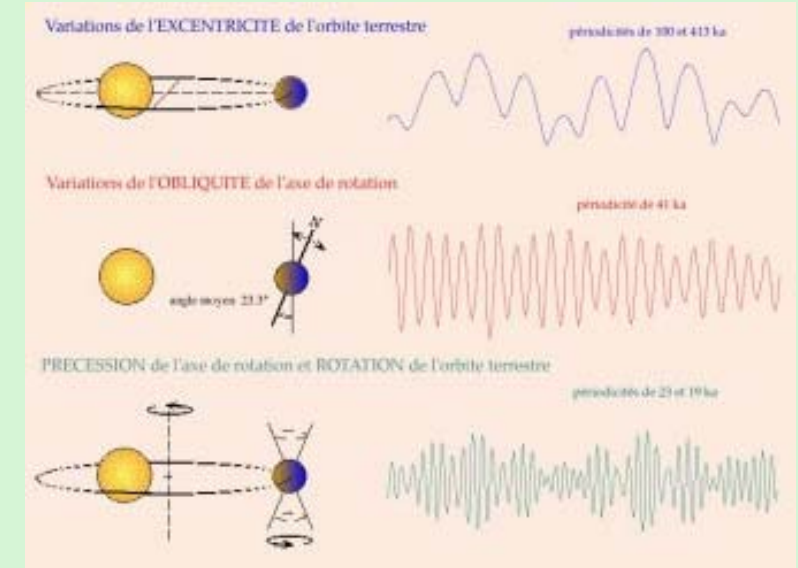
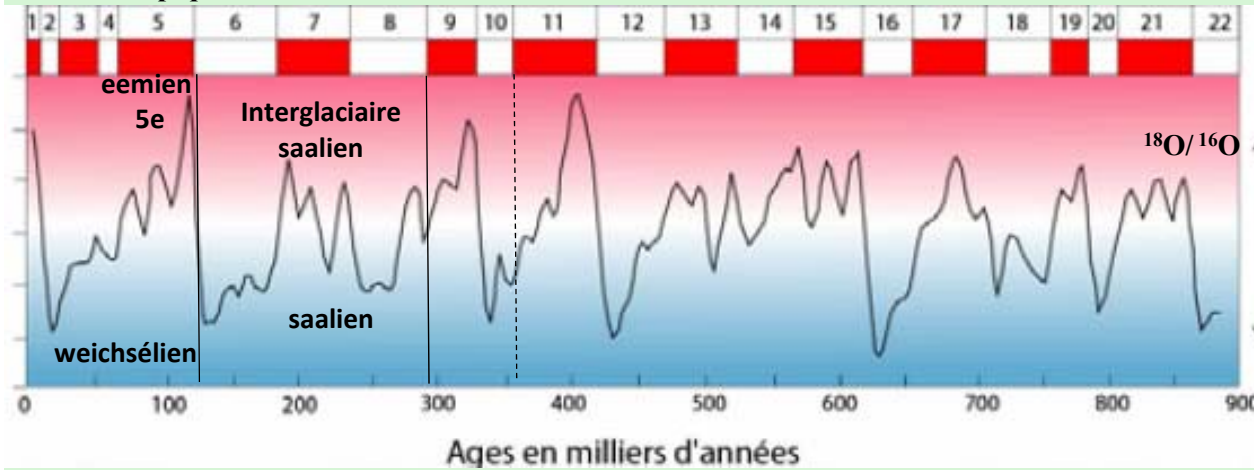
Les glaciations quaternaires dans les Alpes



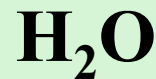
## Définition du Quaternaire

Les variations climatiques du Quaternaire :  
les stades isotopiques dépendent de paramètres orbitaux

Stades isotopiques



$\delta^{18}\text{O} : 18\text{O}/16\text{O}$



Glaces  
Polaires des inlandsis



$\delta^{18}\text{O} <$



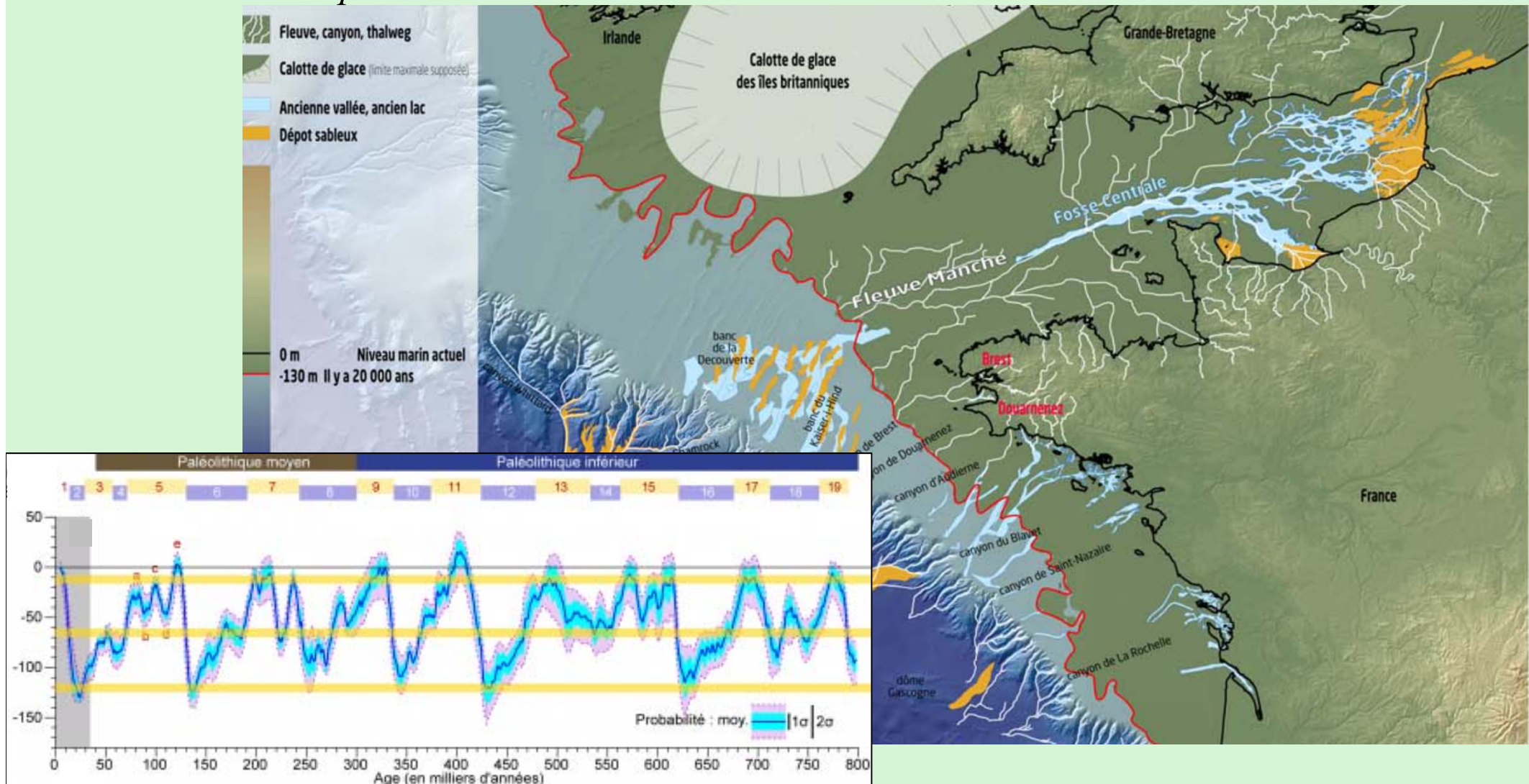
Sédiments  
calcaires des  
fonds marins



## Définition du Quaternaire

Effets des glaciations et du climat:

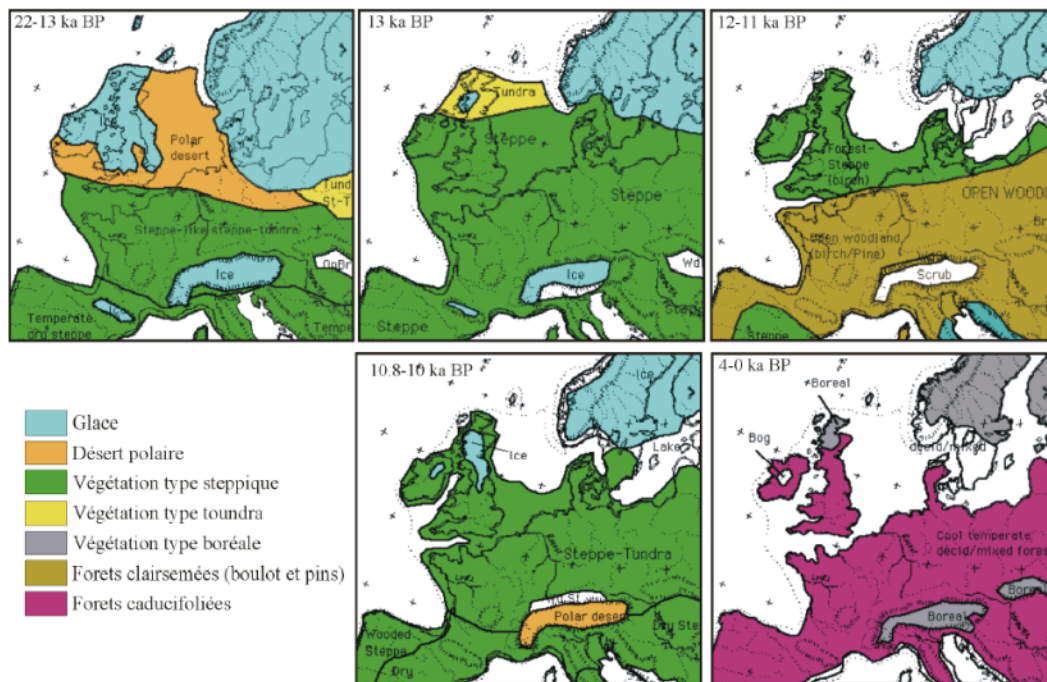
- variations du niveau marin : territoires tour à tour émergés/immergés et *habitables/inhabitables*



## Définition du Quaternaire

Effets des glaciations et du climat:

- variations du niveau marin : territoires tour à tour émergés/immergés et *habitables/inhabitables*
- migration des flores et faunes



Reconstitution paléoenvironnementale de l'Europe de l'ouest du Dernier Maximum Glaciaire à l'actuel (d'après Adams, 2000).



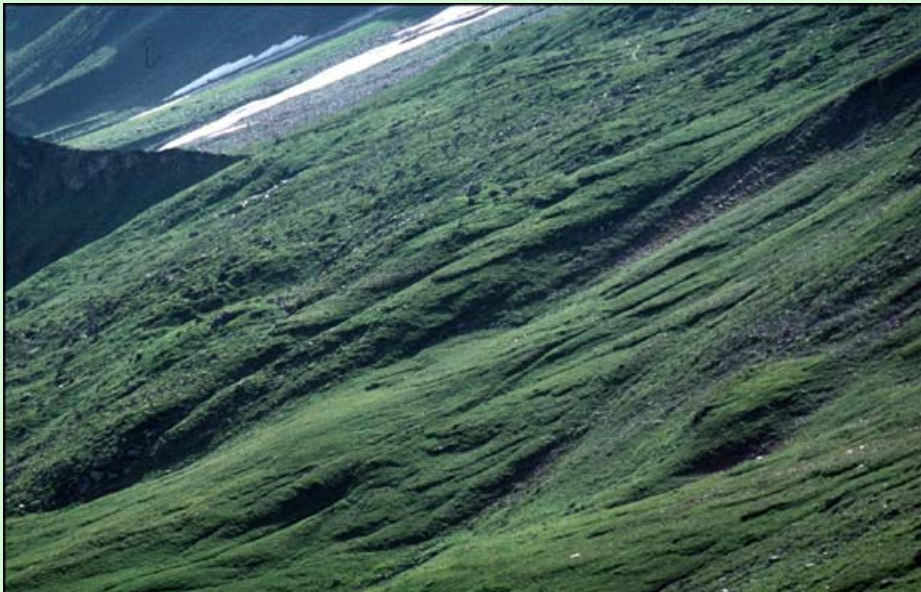


## Définition du Quaternaire

Effets des glaciations et du climat:

- variations du niveau marin : territoires tour à tour émergés/immergés et habitables/inhospitaliers
- migration des flores et faunes
- différents types de formations superficielles (ou sédiments quaternaires) dans différents contextes géographiques et climatiques

Principe d'actualisme : **les phénomènes géologiques peuvent être interprétés comme le résultat de processus observables actuellement à la surface du globe**



**Coulées de solifluxion haute montagne**



**Vents catabatiques antarctique**



**Tourbière**

# **Géologie du Quaternaire – Les formations superficielles**

## **Définition du Quaternaire**

### **1. Définition d'un sédiment**

### **2. Le cycle sédimentaire**

#### **2.1. Altération et érosion**

#### **2.2. Transport**

#### **2.3. Sédimentation**

### **3. Principaux types de dépôts**

#### **3.1. Les colluvions et dépôts de versants**

#### **3.2. Les formations littorales**

#### **3.3. Dépôts éoliens continentaux : les lèss - Formes et processus périglaciaires associés**

#### **3.4. Les formations fluviales**

#### **3.5. Les sols**

## 1. Définition d'un sédiment

**Dépôt meuble** mis en place à la surface de la Terre sur les continents et dans les océans

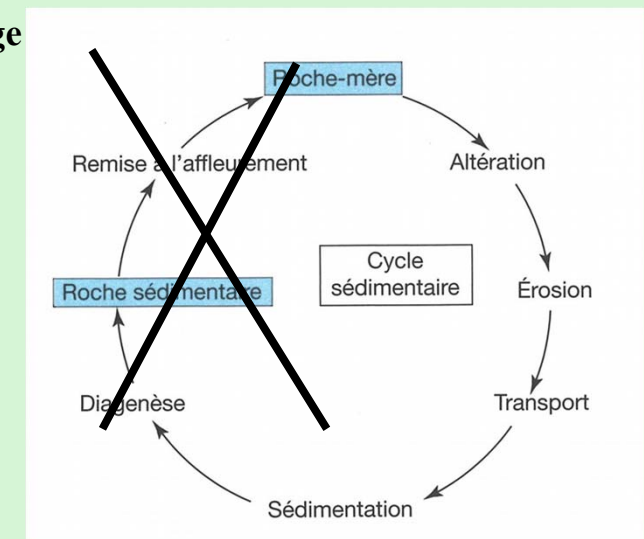
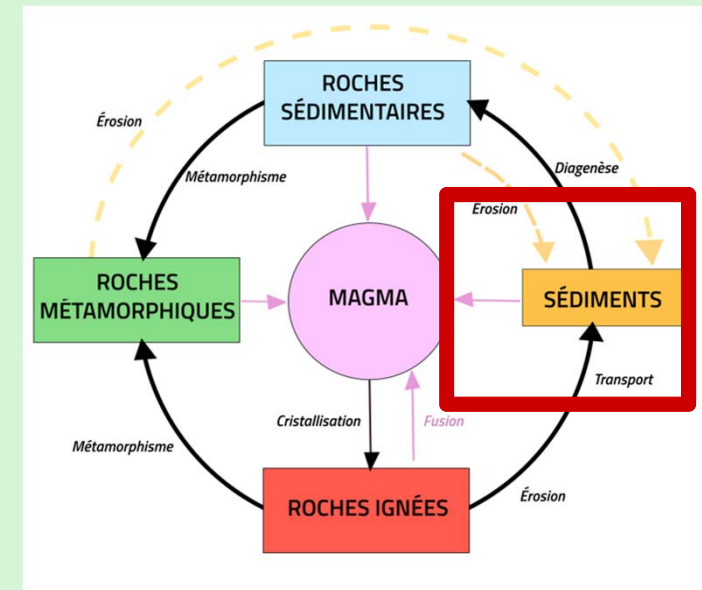
Il s'agit d'un ensemble constitué par la réunion de **particules** (“grains”) plus ou moins grosses ayant, **séparément**, subi un certain **transport**

Sédiment détritique → résulte de l'altération et de l'érosion d'une roche antérieure (de tout type)



Exemple : sable de plage

Il n'a pas subi le processus de diagenèse : pas d'évolution vers une roche sédimentaire : période relativement courte à l'échelle des temps géologiques : Quaternaire  
 → + ou – synonyme des **formations superficielles (attention aux altérites!)**

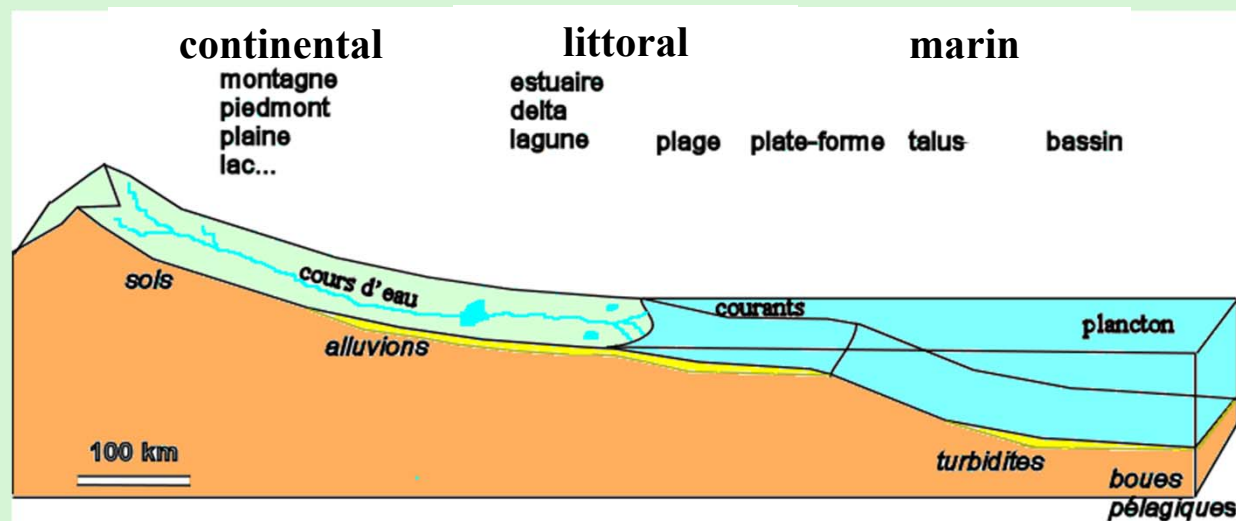


## Les sédiments

Exemple simple :

Les éléments détritiques sont transportés d'une origine (ici une chaîne de montagne) vers une destination (ici la mer) mais sur ce chemin : pièges à sédiments = **milieux de sédimentation ! = interruptions de la progression des matériaux des zones d'érosion vers le domaine marin**

=> alternance d'**érosion** (altération et prise en charge des éléments et débris d'une roche antérieure, ou d'un sédiment) et de **sédimentation (dépôt)** dans des pièges sédimentaires



## Les sédiments

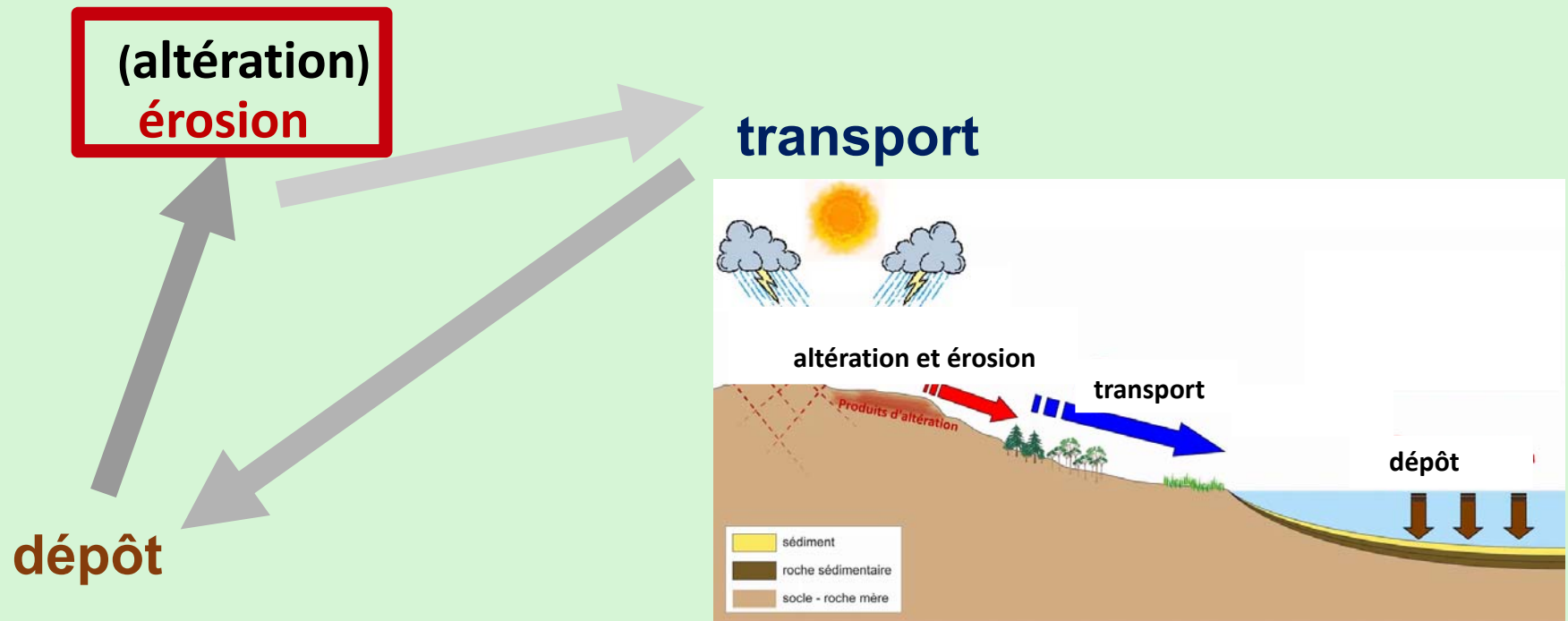
Rappel des étapes du cycle sédimentaire donc sans le processus final de diagenèse

### 2.1. Altération (et érosion)

- **altération** : « ameublissement » des roches au contact de l'atmosphère et/ou fracturation et désagrégation : formation de débris de différentes tailles (blocs, grains, poussière, etc...) et de matière en suspension mobiles
- **érosion** : prélèvement de matières (débris) produit par l'altération et prise en charge par un agent de transport

- transport

- dépôt



## Les sédiments

Rappel des étapes du cycle sédimentaire donc sans le processus final de diagenèse

### 2.2 Transport

débris et matière en suspension sont transportés par les eaux courantes, le vent, la gravité...

= exportation des **produits d'altération** pris en charge par un **agent de transport** qui peuvent être :

→ les glaciers,

→ l'eau, les cours d'eau, la mer

(altération)

**érosion**

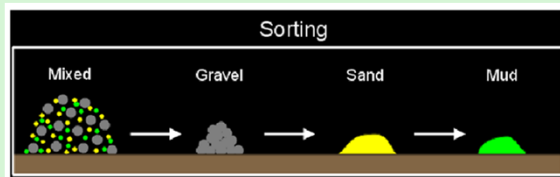
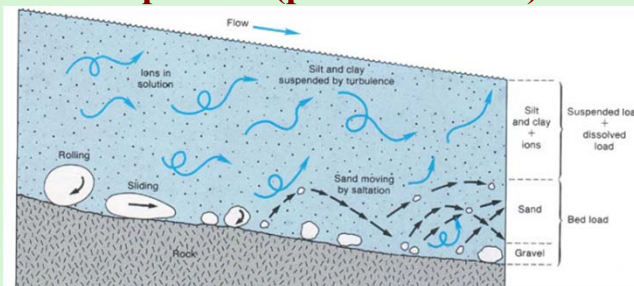
**transport**

**Dépôt**



**Transport par l'eau**

**Roulement, saltation = charriage des débris**  
**suspension (particules fines)**



**Tri progressif des particules**



## Les sédiments

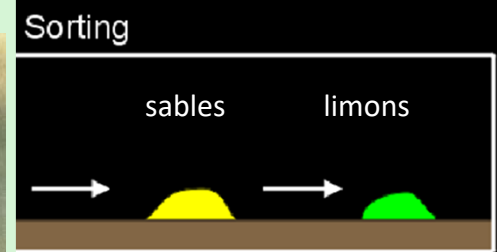
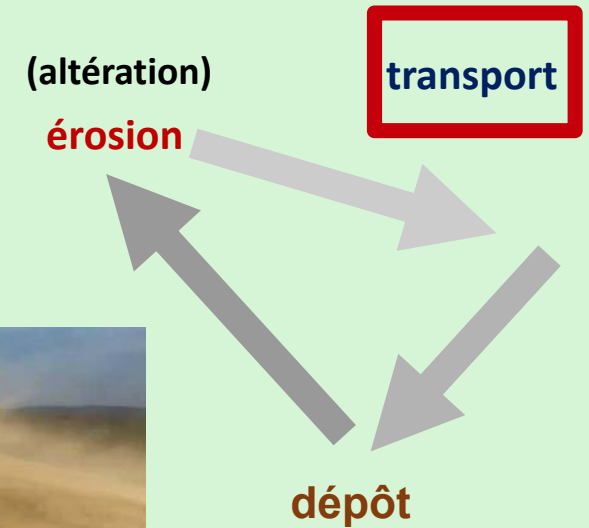
Rappel des étapes du cycle sédimentaire donc sans le processus final de diagenèse

### 2.2 Transport

débris et matière en suspension sont transportés par les eaux courantes, le vent, la gravité...

= exportation des **produits d'altération** pris en charge par un **agent de transport** qui peuvent être :

- les glaciers,
- l'eau, les cours d'eau, la mer
- le vent



**Tri progressif des particules**

## Les sédiments

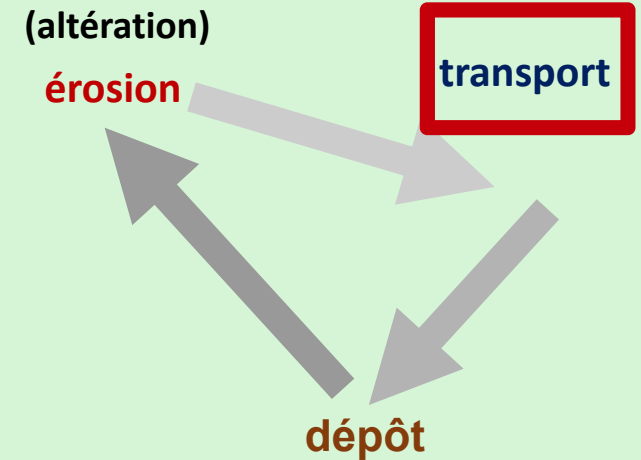
Rappel des étapes du cycle sédimentaire donc sans le processus final de diagenèse

### 2.2 Transport

*débris et matière en suspension sont transportés par les eaux courantes, le vent, la gravité...*

= exportation des **produits d'altération** pris en charge par un **agent de transport** qui peuvent être :

- *les glaciers,*
- l'eau, les cours d'eau, la mer
- le vent
- **la gravité**





## Les sédiments

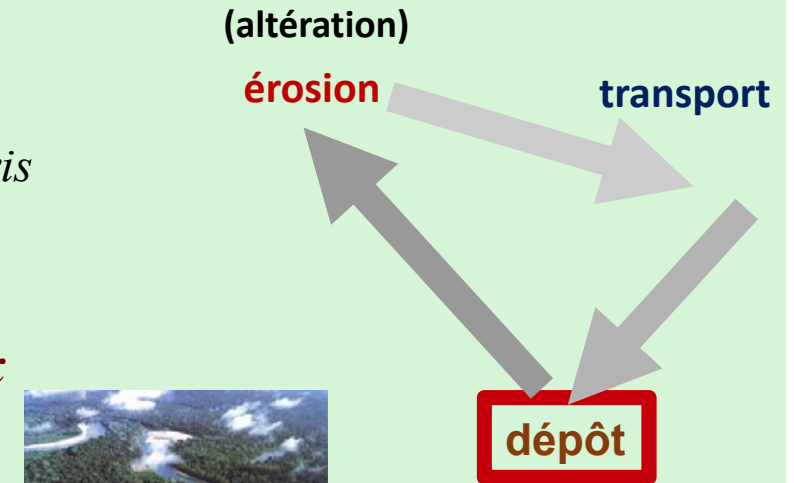
Rappel des étapes du cycle sédimentaire donc sans le processus final de diagenèse

### 2.3 Sédimentation

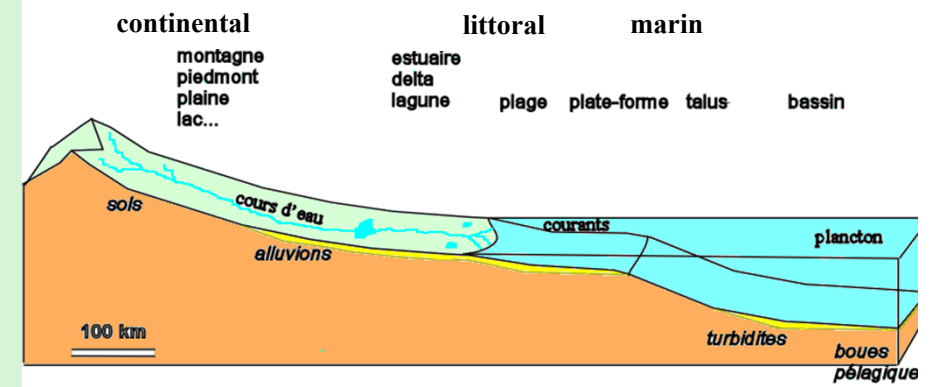
Lorsque le dépôt a lieu quand l'agent de transport n'est plus assez efficace : courant trop faible, chute de la vitesse du vent, ... Les débris et matières en suspension vont se déposer dans milieux favorables continentaux ou marins.

= *stockage des produits d'altération dans différents milieux de sédimentation*

→ Formations de versant, glaciaires, lacustres, périglaciaires, fluviales, littorales et éoliennes



PRINCIPAUX MILIEUX DE SEDIMENTATION



# **Géologie du Quaternaire – Les formations superficielles**

## **Définition du Quaternaire**

### **1. Définition d'un sédiment**

### **2. Le cycle sédimentaire**

#### **2.1. Altération et érosion**

#### **2.2. Transport**

#### **2.3. Sédimentation**

### **3. Principaux types de dépôts**

#### **3.1. Les colluvions et dépôts de versants**

#### **3.2. Les formations littorales**

#### **3.3. Dépôts éoliens continentaux : les lèss - Formes et processus périglaciaires associés**

#### **3.4. Les formations fluviales**

#### **3.5. *Les sols***

# **Géologie du Quaternaire – Les formations superficielles**

## **Définition du Quaternaire**

### **1. Définition d'un sédiment**

### **2. Le cycle sédimentaire**

#### **2.1. Altération et érosion**

#### **2.2. Transport**

#### **2.3. Sédimentation**

### **3. Principaux types de dépôts**

#### **3.1. Les colluvions et dépôts de versants**

#### **3.2. Les formations littorales**

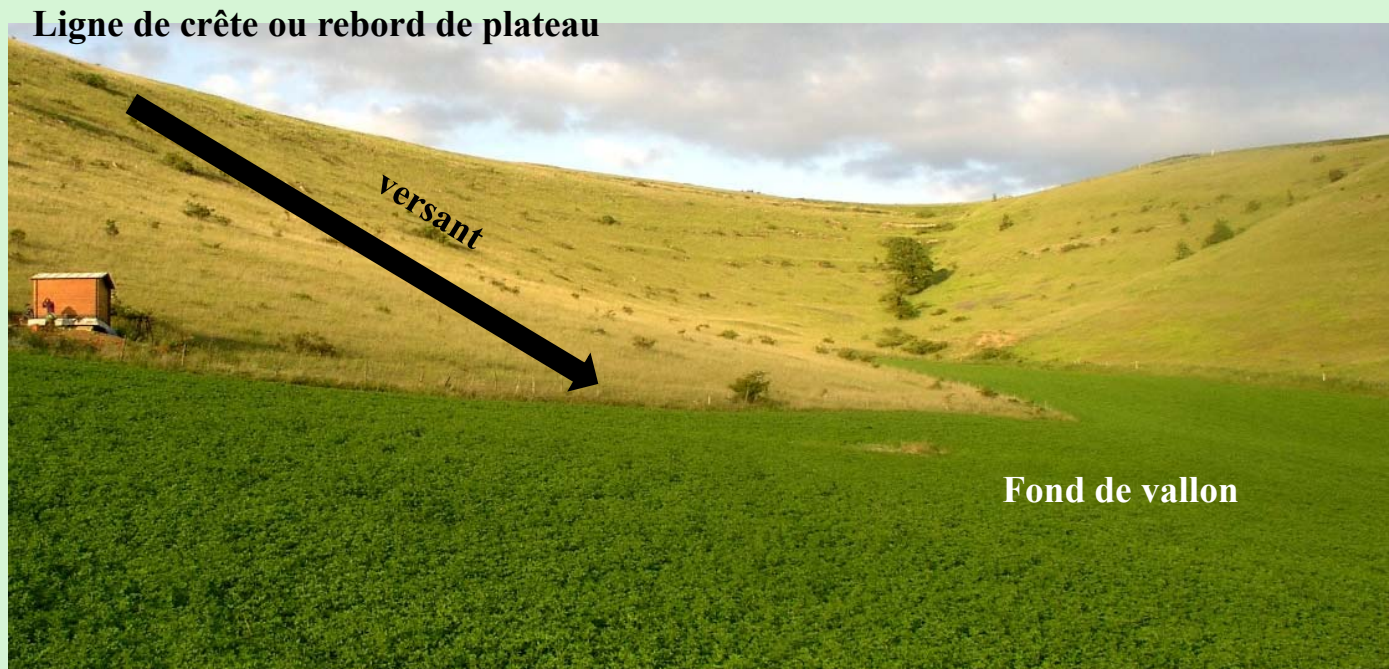
#### **3.3. Dépôts éoliens continentaux : les lèss - Formes et processus périglaciaires associés**

#### **3.4. Les formations fluviales**

#### **3.5. *Les sols***

## Les colluvions et dépôts de versants

**Versant** : espace compris entre **ligne de crête** ou rebord de plateau (point haut) et le **fond de la vallée ou thalweg** (ou talweg) = point bas , dans lequel circule, de manière pérenne ou temporaire, un cours d'eau (rivière, ruisseau, filet d'eau...)



Exemple d'un versant

Transport sur les versants sur de faibles distances de manière désorganisée, par transport diffus ou « en masse »

Les dépôts de pente : **les colluvions** (nom féminin) présentent souvent des éléments (particules) très mal triés

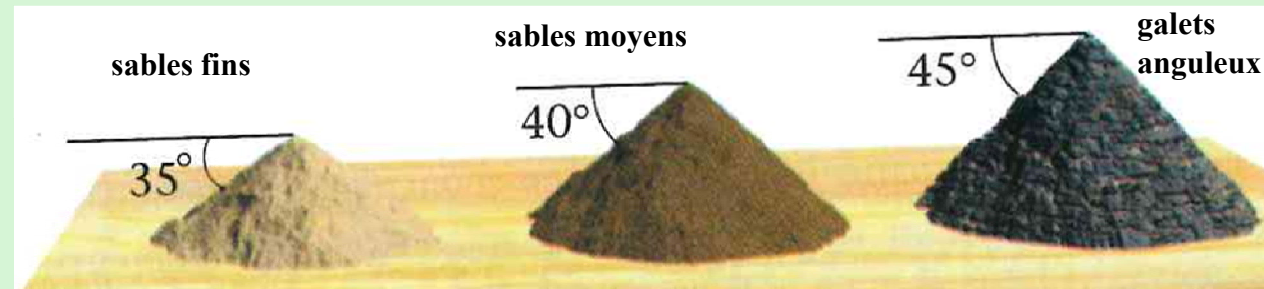
## Les colluvions et dépôts de versants

### Notions de versants en déséquilibre et talus d'équilibre :

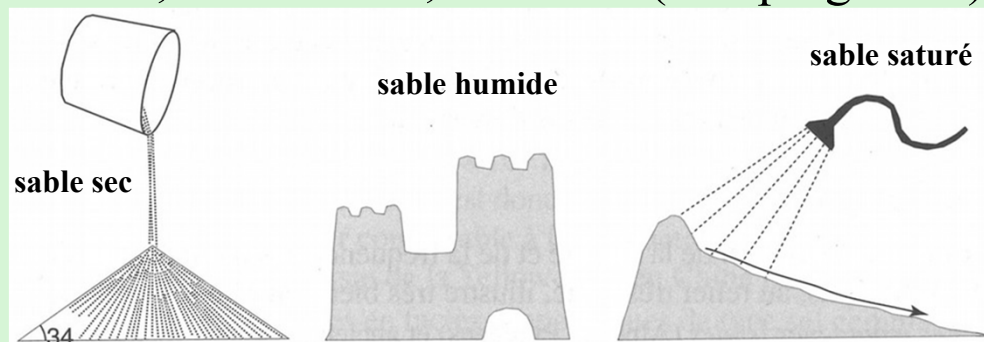
Versant en déséquilibre :

pente forte → déplacements de matière rapides, discontinus dans le temps et localisés dans l'espace

Rôle majeur de la gravité qui permet de définir un talus d'équilibre



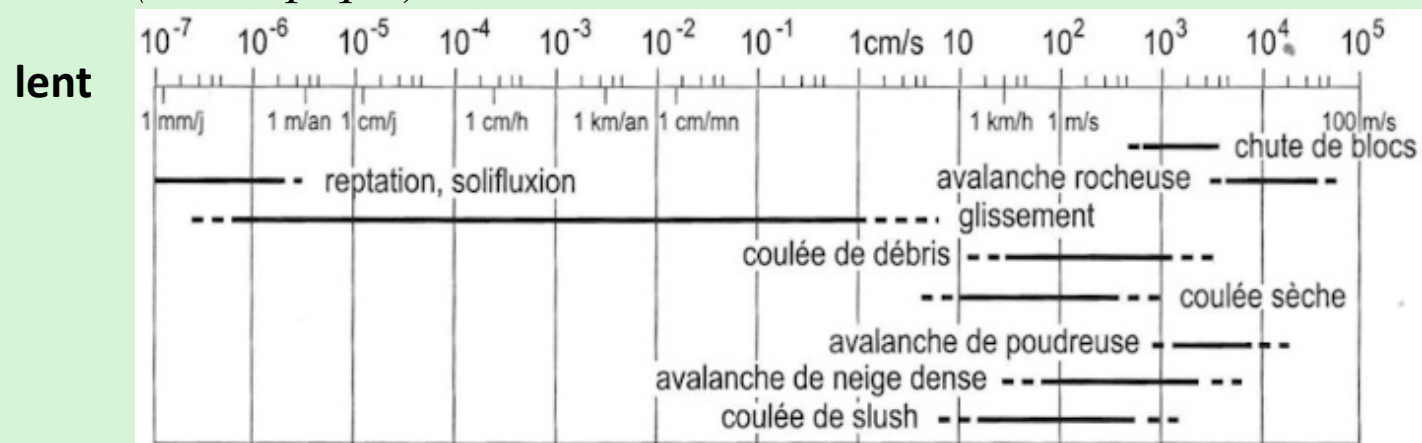
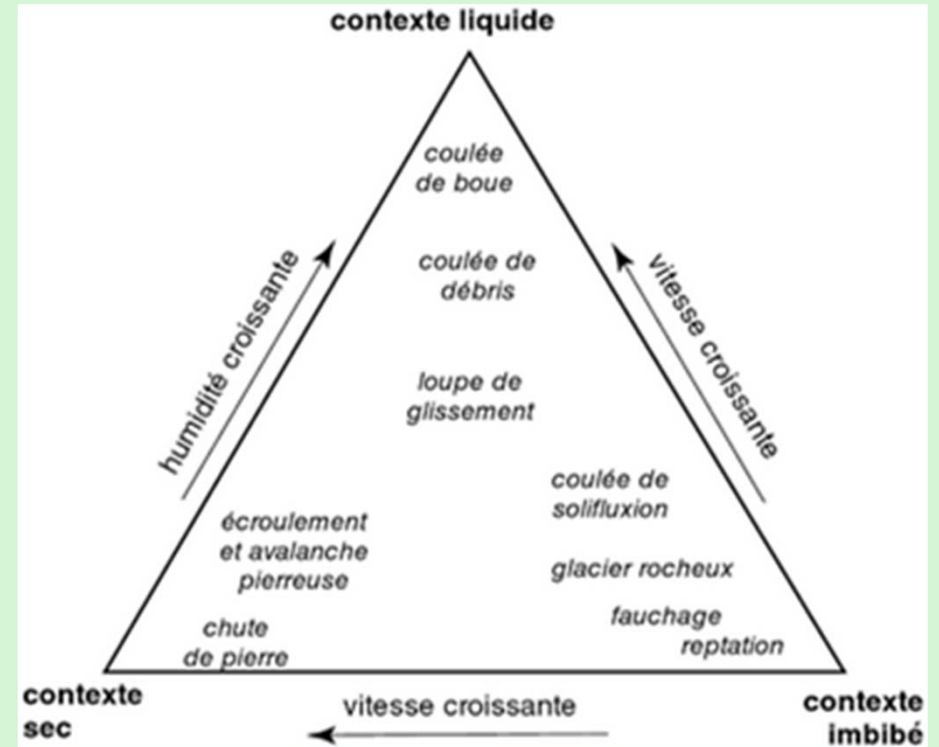
Facteurs contribuant au déséquilibre : **teneur en eau**, topographie (montagnes jeunes, falaises littorales), le type de roche, la sismicité, le climat (ex : pergélisol), les saisons, l'homme



## Les colluvions et dépôts de versants

Plusieurs processus sont mis en jeu en fonction de la présence d'eau : contexte sec, humide (imbibé) ou liquide (saturé en eau). Ils s'effectuent à des vitesses très différentes

1. Ébouilisation,
2. Solifluxion
3. Coulées de débris
4. Ruissellement
5. Colluvionnement (anthropique)



## Les dépôts de pente continentaux : Processus sédimentaires

1. **Ébouilisation** = chute et sédimentation au pied d'une paroi raide de débris rocheux isolés ou de groupes de débris de différentes tailles.



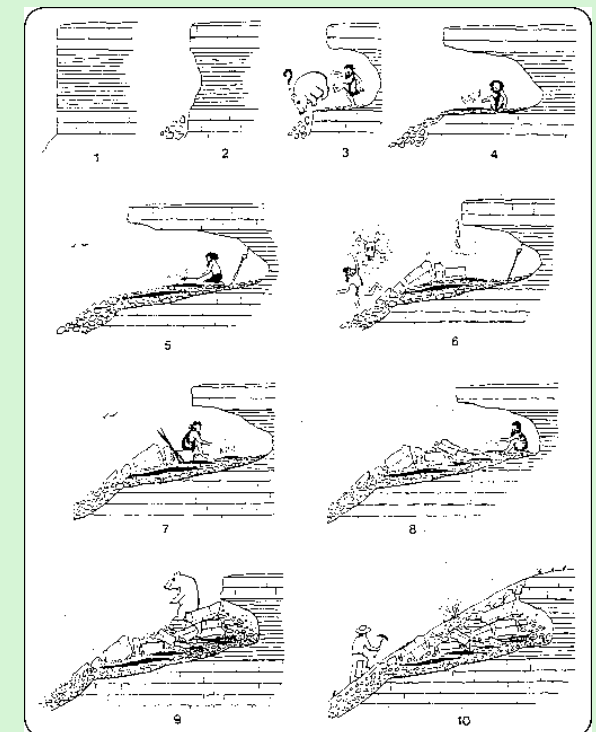
Forme particulière des débris liés à l'ébouilisation : le cône ou l'éventail



La sédimentation primaire liée à l'ébouilisation (production de débris) s'accompagne toujours d'une **redistribution (reprise en charge par transport) des débris sur la pente**

Les éboulis sont particulièrement intéressants dans le cas d'abris-sous-roche ou de grottes occupés par les Hommes car **ils permettent de figer les occupations (et les sédiments) et de les protéger d'une érosion postérieure.**

Exemple : grotte marine de Menez Drégan



## Les dépôts de pente continentaux : Processus sédimentaires

- **2. la solifluxion** → l'action du gel-dégel domine sur les autres facteurs.

La solifluxion correspond à un déplacement lent de sédiments détritiques meubles sur une (faible) pente sous l'effet des cycles de gel-dégel

solifluxion = lente reptation (le sol rampe!) due aux cycles gel-dégel.





## Les dépôts de pente continentaux : Processus sédimentaires

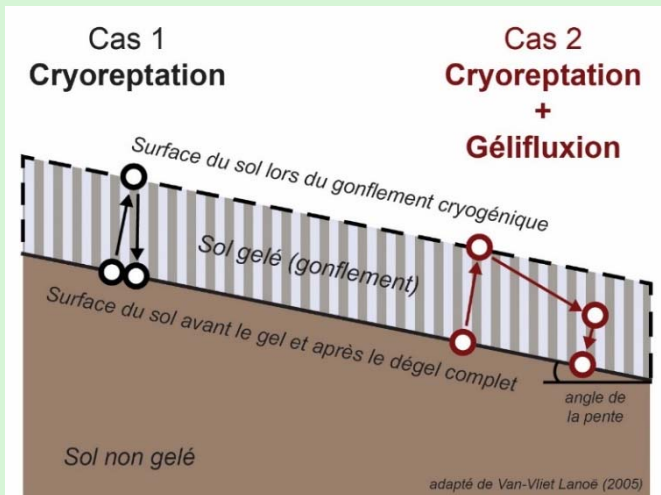
- **2. la solifluxion** → l'action du gel-dégel domine sur les autres facteurs.

La solifluxion correspond à un déplacement **lent** de sédiments détritiques meubles sur une (faible) pente sous l'effet des cycles de gel-dégel  
 solifluxion = lente reptation (le sol rampe!) due aux cycles gel-dégel.

Déplacement qui associe **2 principaux types de processus**

Liée à des **phénomènes périglaciaires (période froide)** :

- **la cryoreptation** = mouvement lié au soulèvement du sol provoqué par la cristallisation de la glace : *soulèvement cryogénique* par des aiguilles de glace
- **la gélifluxion** = fluage (le sol coule) du sol proche de la saturation en eau lors du dégel.



**Aiguilles de glace :  
Pipkrake et  
soulèvement  
cryogénique**

## Les dépôts de pente continentaux : Processus sédimentaires

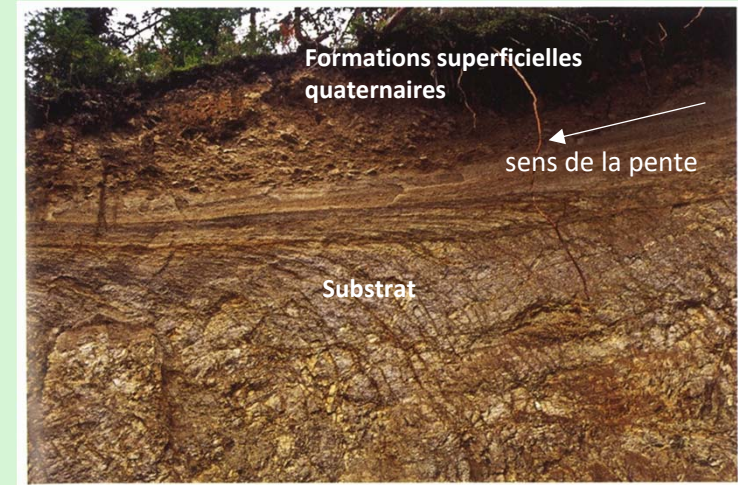
### 2. Solifluxion

Définition réservée à des **phénomènes périglaciaires**.

#### *Morphologie :*

En surface : lobes, terrasses ou nappes, formant des plis à la surface,

En coupe au départ de la coulée : figures de fauchage

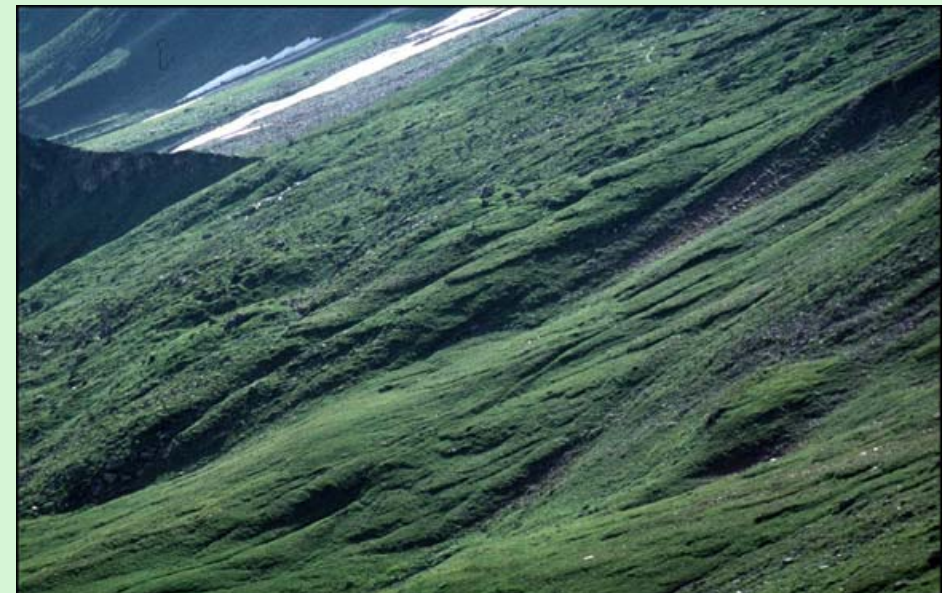


**Figures de fauchage bien visible sur les roches redressées du substrat**

#### **Lobe de gélifluxion**



**Coulée de solifluxion : le sol coule**



**Lobes et terrasses de solifluxion peuvent être végétalisés**

## Les dépôts de pente continentaux : Processus sédimentaires

### 2. Solifluxion

**Caractéristiques des dépôts pléistocènes** : ils contiennent en général en abondance des débris grossiers et mal classés, provenant du remaniement d'éboulis, issus de la gélifraction (anguleux). Ils peuvent être lités, mais le plus souvent les litages sont flous ou absents avec néanmoins souvent une orientation préférentielle des débris selon la pente. **Nombreux exemples sur le terrain**



**Grèzes litées**  
**Issues de solifluxion**  
**périglacière, sur**  
**pentés de 10 à 20 %**  
**Pléneuf-Val-André**  
**(22)**



**Principe d'actualisme**



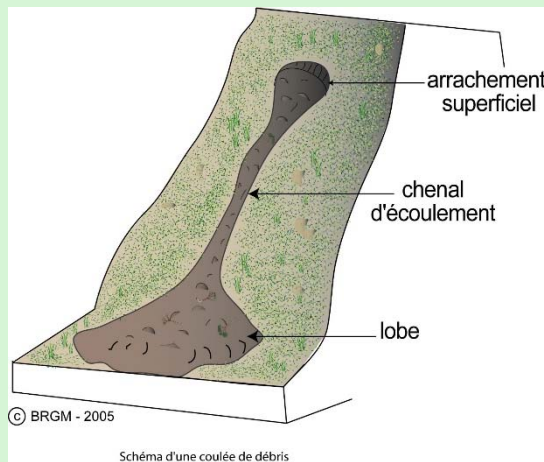
**Lobe de solifluxion**  
**Le Mans (72)**

## Les dépôts de pente continentaux : Processus sédimentaires

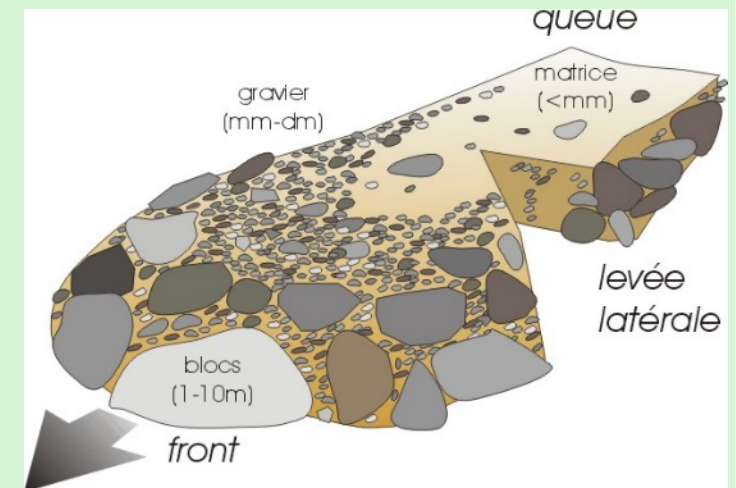
### 3. Coulées de débris

Les coulées de débris sont des **écoulements** en masse rapides de débris dont le fluide interstitiel (dans les interstices : entre les débris) est composé d'eau ou d'eau additionnée de particules argileuses.

Selon l'abondance des éléments grossiers → distinction : coulée de débris et coulée boueuse.



**Coulée de débris . Massif des Ecrins**



Structure d'une coulée de débris notamment par rapport à la taille des débris transportés



**Coulée boueuse** : écoulements fluides, rapides de masses de matériaux riches en eau et en argile, et parfois en débris grossiers. Pluie intense, fonte brutale neige...  
Ordre du m/sec.

## Les dépôts de pente continentaux : Processus sédimentaires

### 3. Coulées de débris

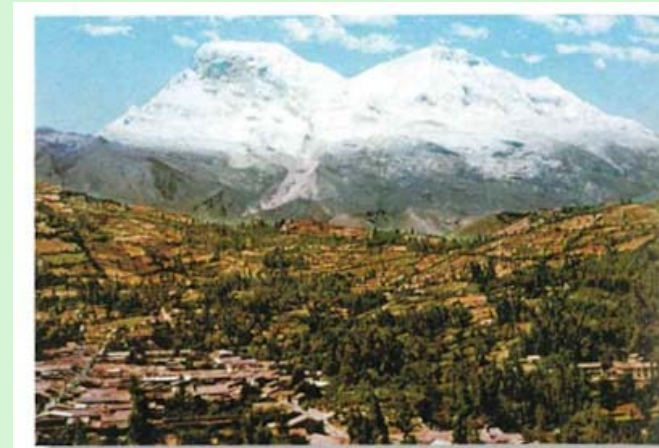
*Caractéristiques des dépôts : ressemble aux dépôts de solifluxion : débris grossiers et mal classés pouvant recouvrir des villes entières*



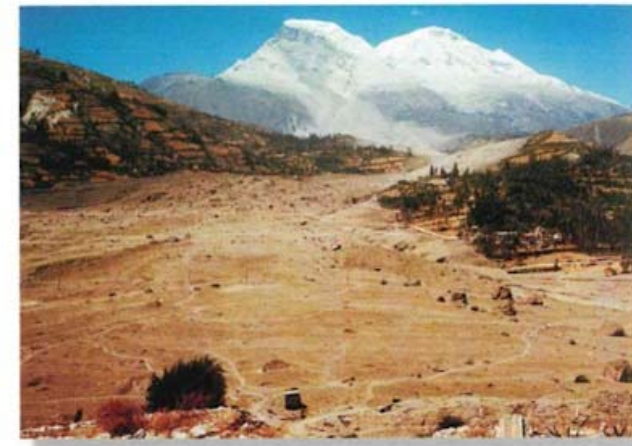
Ecosse



Népal



(a) Avant



(b) Après

Actuel ou sub-actuel

**Ville de Yungay au Pérou ensevelie sous plusieurs mètres de boue en 1970**

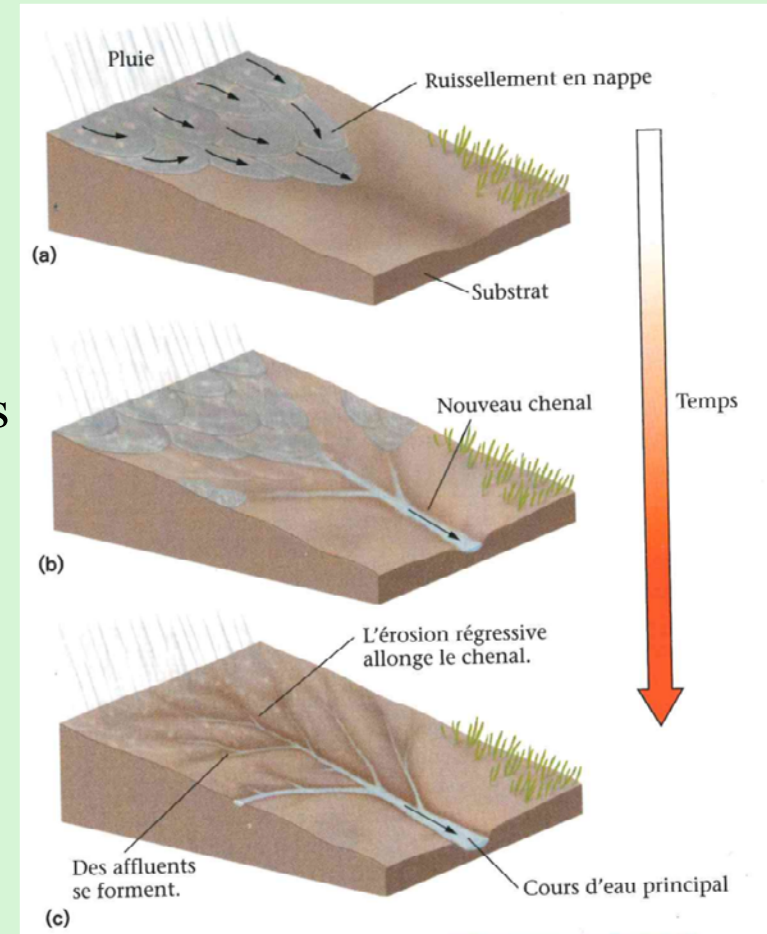
## Les dépôts de pente continentaux : Processus sédimentaires

### 4. Ruissellement

Le ruissellement, ou **écoulement superficiel**, désigne le déplacement d'une mince couche d'eau libre en surface vers l'aval sous l'effet du potentiel gravitaire.

Cet écoulement est :

- d'abord *diffus*, lorsque les filets d'eau contournent les parties hautes de la microtopographie,
- puis en *nappe*, lorsque l'épaisseur de la lame d'eau qui ruisselle recouvre une grande partie de la surface.
- enfin, il peut devenir *concentré* à l'aval, avec la formation d'un « chenal ».



Ruissellement = agent d'érosion, de transport et de dépôt des sédiments à l'échelle d'un versant.

## Les dépôts de pente continentaux : Processus sédimentaires

### 4. Ruissellement

→ **Érosion par ruissellement** en 3 types principaux : **en nappe et ruissellement diffus**, et concentré par rigoles et ravines puis en ravin

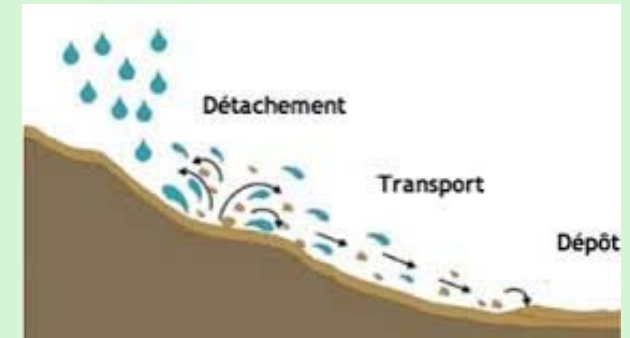
#### - **érosion en « nappe » et ruissellement diffus**

Écoulement d'eau, en fine couche continue ou en filets épars

Énergie de l'eau suffisante pour entraîner les **éléments fins**

= limons, argiles, sables fins et matières organiques en suspension

Favorisé sur sols limoneux y compris sur des pentes faibles



**Érosion en nappe**  
**Paysage agricole**  
**Sol limoneux**

Actuel ou sub-actuel



Actuel ou sub-actuel

## Les dépôts de pente continentaux : Processus sédimentaires

### 4. Ruissellement

→ **Érosion par ruissellement** en 3 types principaux : en nappe et ruissellement diffus, **concentré par rigoles et ravines**, puis en ravin

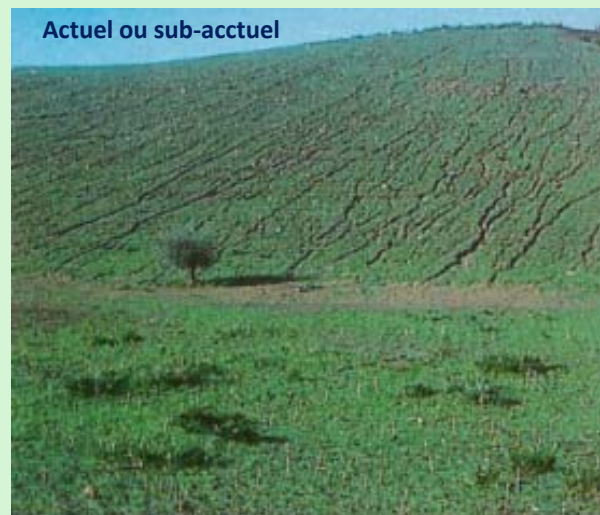
#### - **érosion concentrée en rigoles et ravines**

Elle découle du précédent, accentuée par un versant qui se prolonge ou qui devient plus raide. Concentration des eaux de ruissellement → énergie plus forte → creusement de rigoles puis de ravines non pérennes

Déplacement des graviers par le courant, il reste les cailloux : pavage résiduel



Actuel ou sub-actuel



Actuel ou sub-actuel



Actuel ou sub-actuel



## Les dépôts de pente continentaux : Processus sédimentaires

### 4. Ruissellement

→ **Érosion par ruissellement** en 3 types principaux : en nappe et ruissellement diffus, **concentré** par rigoles et ravines, puis **en ravin**

#### **- érosion en ravin**

Stade très poussé du ravinement : formation de ravins pérennes : profondeur métrique à plurimétrique

Temps de formation rapide : qq heures, lors d'une forte pluie

**Oued algérien**

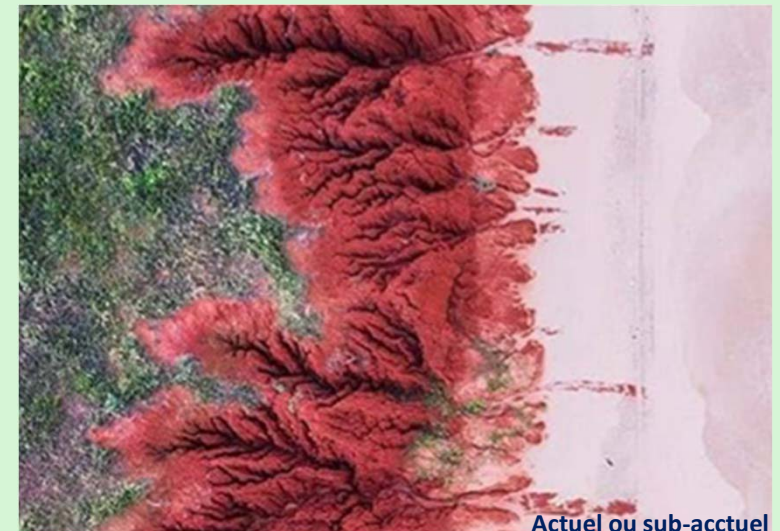


Actuel ou sub-actuel



Actuel ou sub-actuel

**Ravinement intense, Maroc**



Actuel ou sub-actuel

**Ravinement intense** Red pindan cliffs – James Price Point AUSTRALIE

## Les dépôts de pente continentaux : Processus sédimentaires

### 4. Ruissellement

Quelques manifestations du ruissellement dans les dépôts anciens

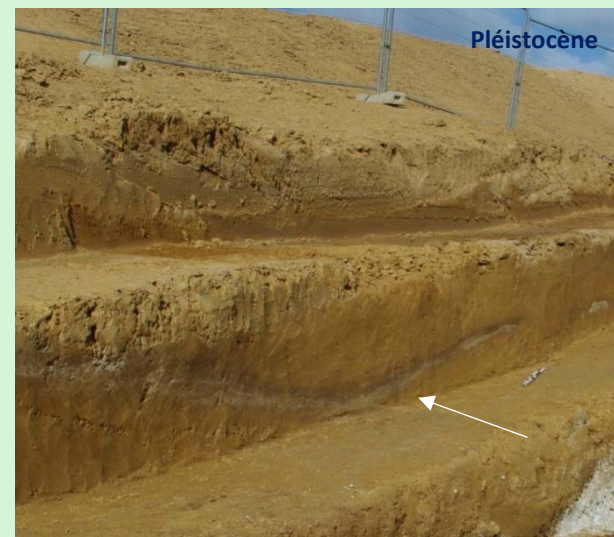
**Pavage résiduel  
en plan**



Pléistocène



**Lits de sables ou graviers  
dans un dépôt plus fin (löss ou dune)**



Il s'agit surtout de  
formes d'érosion ou  
présentant un  
**caractère résiduel**  
**(pavage)**

## Les dépôts de pente continentaux : Processus sédimentaires

### 5. Colluvionnement (anthropique)

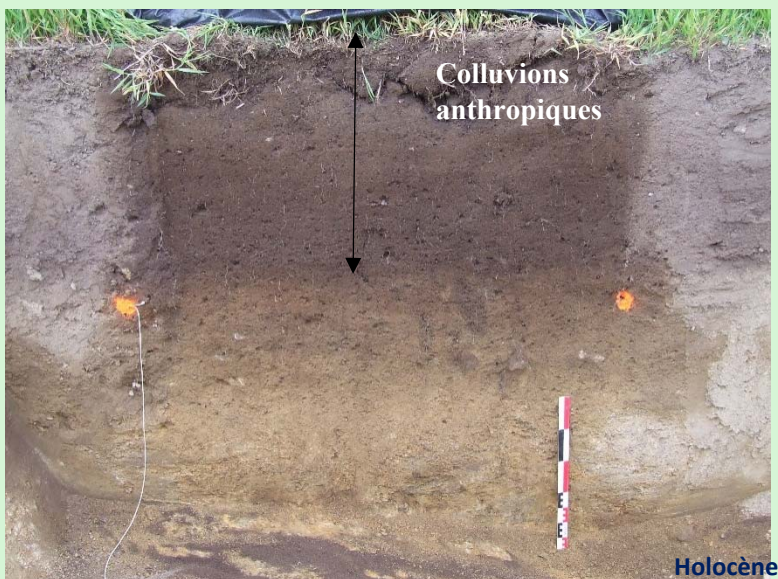
Processus mixte lié aux déplacements cumulés de petites mottes de terre (agrégats) par les outils agricoles notamment *lors des labours et par ruissellement*

#### *Colluvions anthropiques :*

→ Matériau sombre, riche en fraction fine (limons et argiles) et en matière organique (Horizons A : voir partie du cours sur les sols)

Issues de l'érosion des horizons supérieurs du sol formés en haut de versant, accumulation en bas de versant.

Présentes dans toutes les régions soumises à l'agriculture



## Les dépôts de pente continentaux : Processus sédimentaires

### 5. Colluvionnement (anthropique)

Cause en Europe des moyennes latitudes : déforestation pour l'agriculture, depuis le Néolithique  
→ lente transformation des environnements naturels à forêt dominante (7000 ans) vers des paysages marqués par les pratiques agricoles (bocages,...).

#### **érosion anthropique**

Se manifeste par une érosion sur les versants (prélèvement de matière) et entraînant un remblayage colluvial des fonds de vallons (dépôt sédimentaire progressif)

Principalement due au défrichement (mise à nu du sol) et à l'agriculture (travail du sol, piétinement d'animaux d'élevage)



**Mise à nu des sols**



**Piétinement des animaux**



**Défrichement et culture sur brulis**

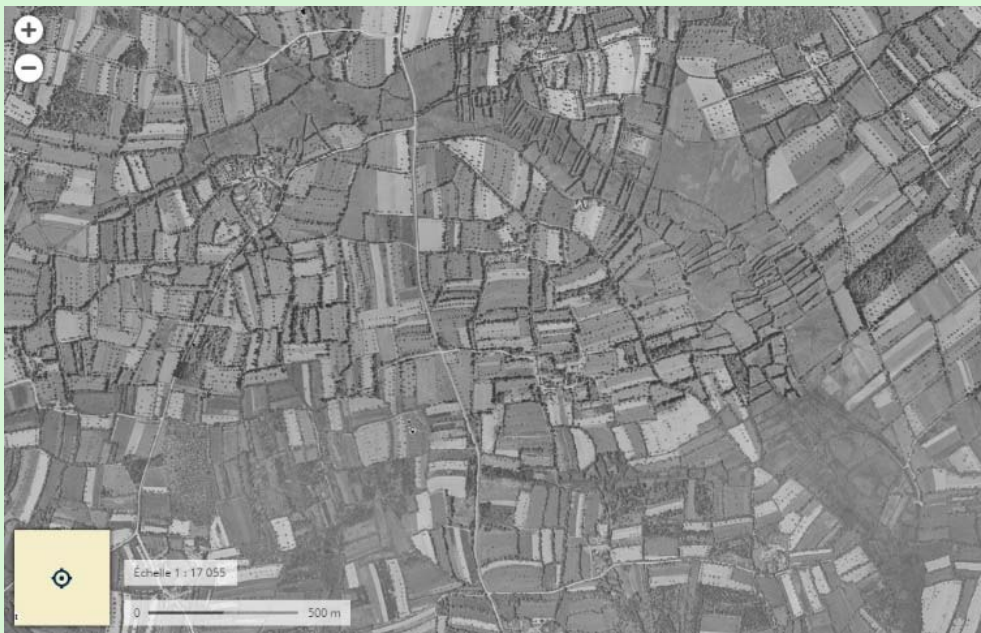
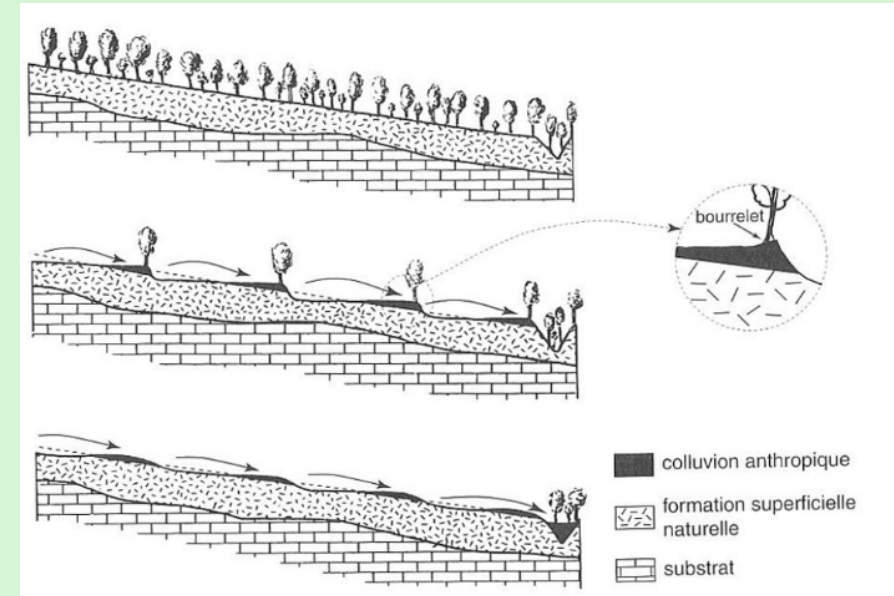
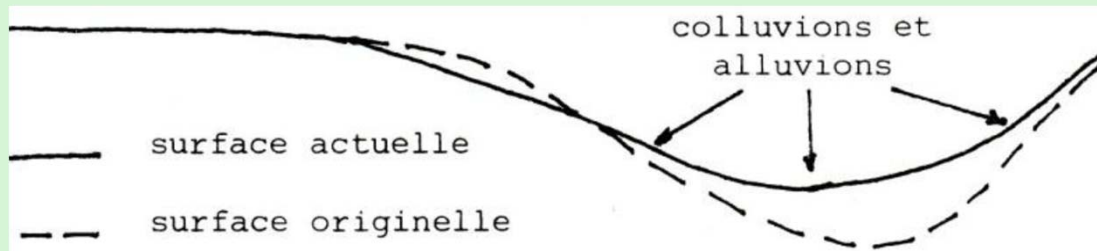


**Ruissellement**

## Les dépôts de pente continentaux : Processus sédimentaires

### 5. Colluvionnement (anthropique)

= **érosion anthropique**, accélérée depuis la deuxième partie du XX<sup>e</sup> siècle :  
 effet du remembrement et disparition du bocage



**Remembrement entre 1950 et aujourd'hui**

# **Géologie du Quaternaire – Les formations superficielles**

## **Définition du Quaternaire**

### **1. Définition d'un sédiment**

### **2. Le cycle sédimentaire**

#### **2.1. Altération et érosion**

#### **2.2. Transport**

#### **2.3. Sédimentation**

### **3. Principaux types de dépôts**

#### **3.1. Les colluvions et dépôts de versants**

#### **3.2. Les formations littorales**

#### **3.3. Dépôts éoliens continentaux : les lèss - Formes et processus périglaciaires associés**

#### **3.4. Les formations fluviales**

#### **3.5. Les sols**

## 3.2 Les formations littorales

### Le littoral

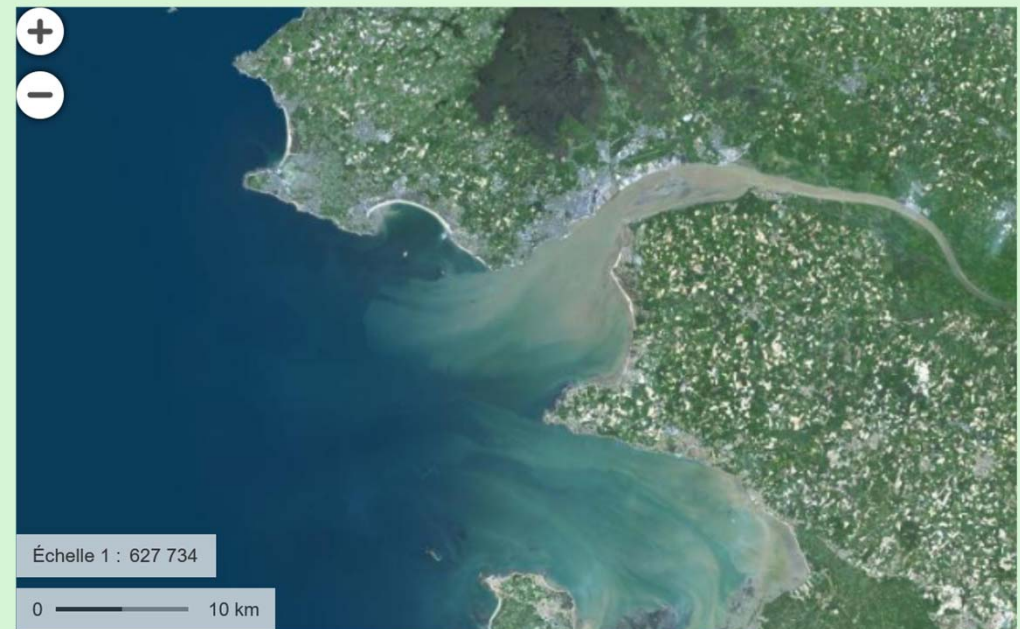
Un milieu en position singulière :

=> *Interface* entre atmosphère, hydrosphère et lithosphère (et anthroposphère...)

= milieu dynamique, en *évolution permanente*



Littoral breton. Baie de Saint-Brieuc



Estuaire de la Loire

Littoral = important lieu de transferts de sédiments : aucune partie du littoral n'est indépendante des autres

→ **érosion** par endroits

→ **accumulation sédimentaire** ailleurs

## 3.2 Les formations littorales

### Dynamique littorale : les processus

#### → Le vent :

- génère les vagues et la houle
- mise en place des dunes



**Dunes – Tréguennec (29)**



## 3.2 Les formations littorales

### Dynamique littorale : les processus

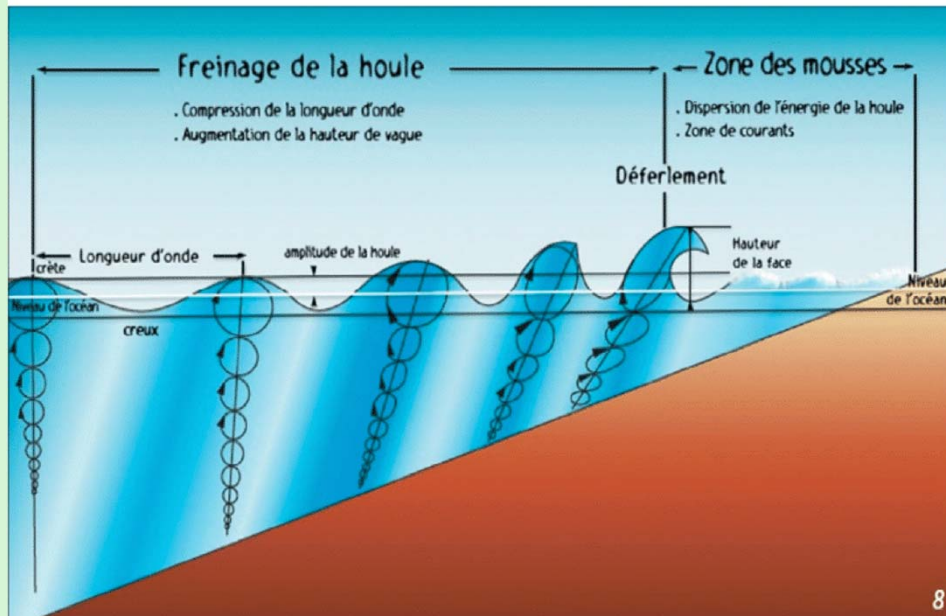
→ Le vent

→ **Les vagues :**

- générées par le vent (suivent son orientation)
- mouvement ondulatoire sans déplacement de matière : *la houle*
- = vagues d'origine lointaine
- arrivée de la houle sur le littoral → déferlement de vagues



### *De la houle aux vagues*



## 3.2 Les formations littorales

### Dynamique littorale : les processus

→ Le vent

→ Les vagues

#### → Les courants :

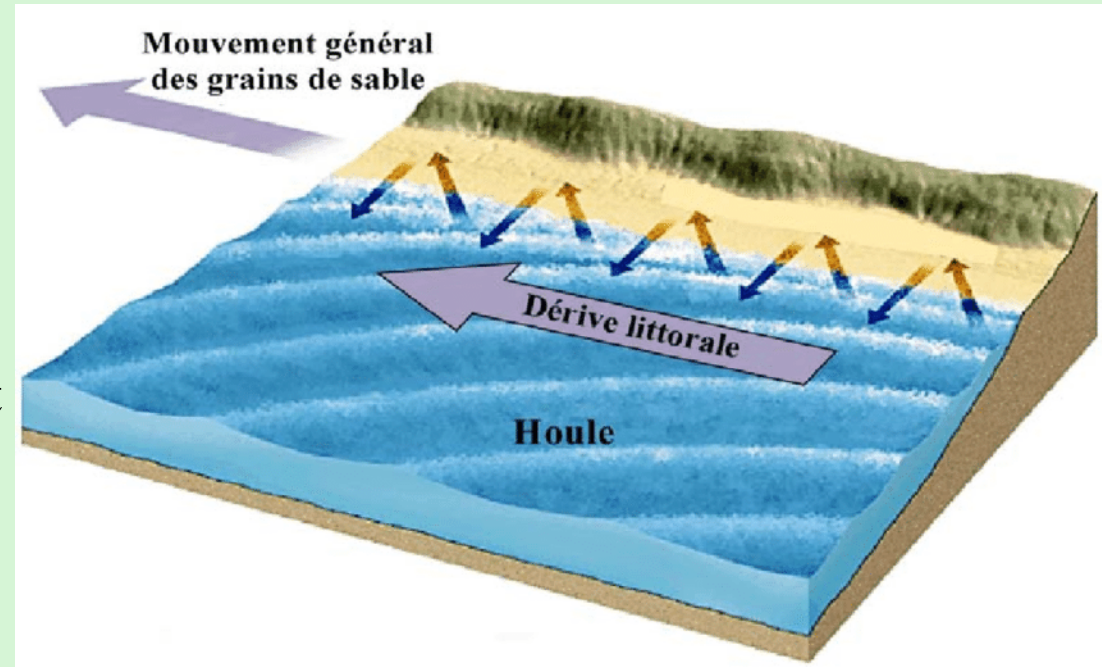
- générés par les marées, les vagues et le vent
- mouvement avec déplacement de matière

Les courants de vagues

#### - **la dérive littorale**

Courant généré par la houle et le vent, dans la zone de déferlement des vagues.

Mouvement de dérive d'eau chargée de particules, parallèle (ou oblique) par rapport au rivage.



## 3.2 Les formations littorales

### Dynamique littorale : les processus

→ Le vent

→ Les vagues

→ Les courants – La dérive littorale

### → Les courants de marée :

double attraction Lune et Soleil

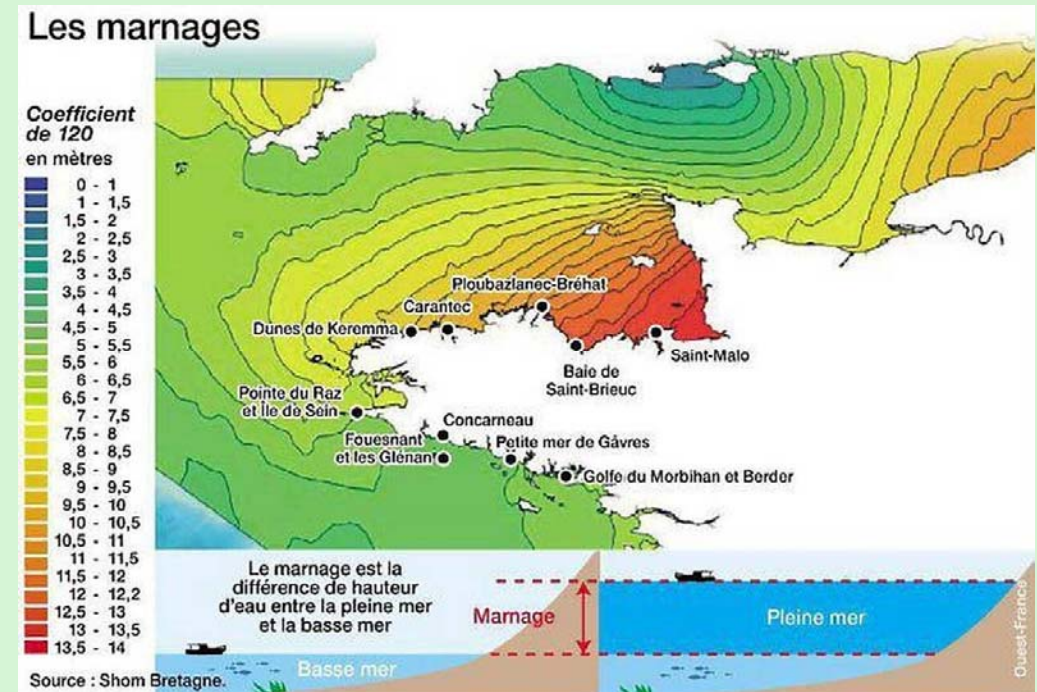
Cycles emboîtés :

- diurnes : hautes et basses mers

- annuels : vives et mortes-eaux

= variation du marnage : dans le temps et dans l'espace

Marnage : amplitude de l'onde de marée = différence de hauteur d'eau entre marée haute et marée basse.

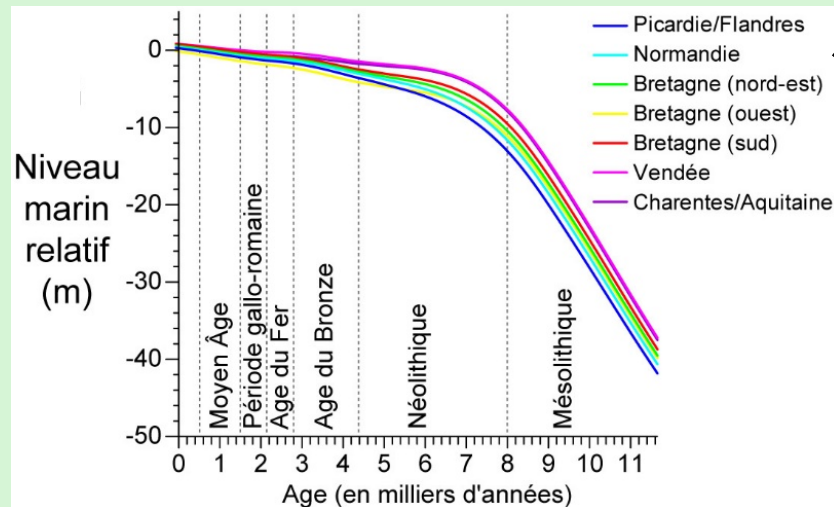


## 3.2 Les formations littorales

### Dynamique littorale : les processus

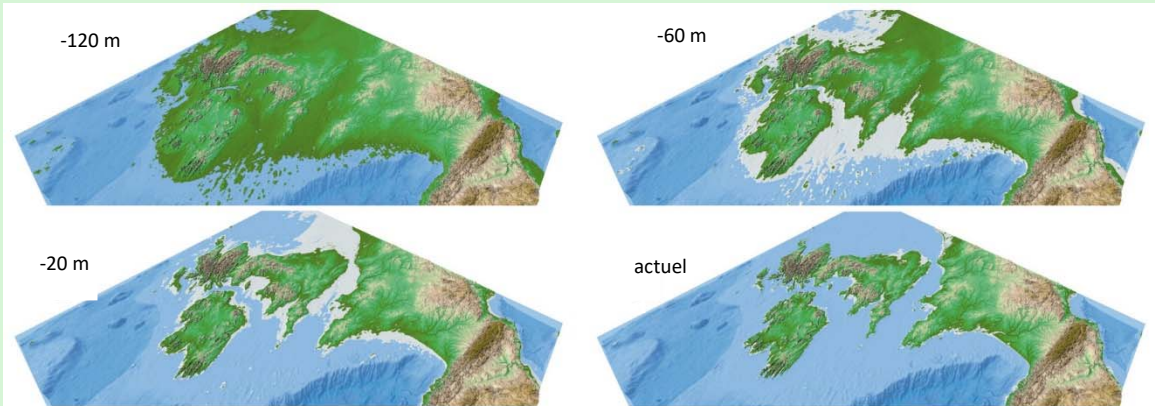
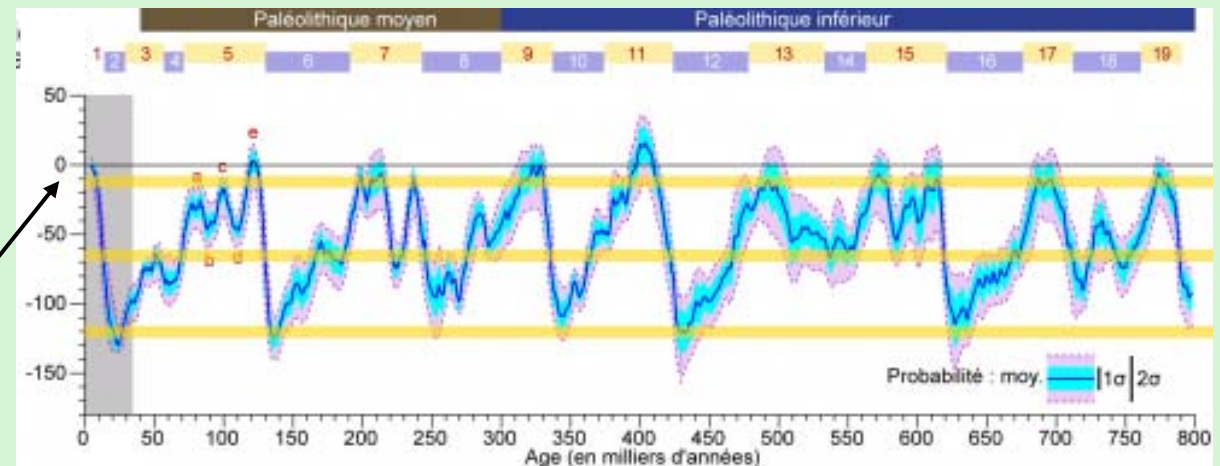
- Le vent
- Les vagues
- Les courants – La dérive littorale
- Les courants de marée

→ **la variation du niveau marin :**  
 À l'échelle géologique



Transgression = montée générale du niveau de la mer se traduisant géographiquement par le recul des côtes et la submersion d'une partie des continents.

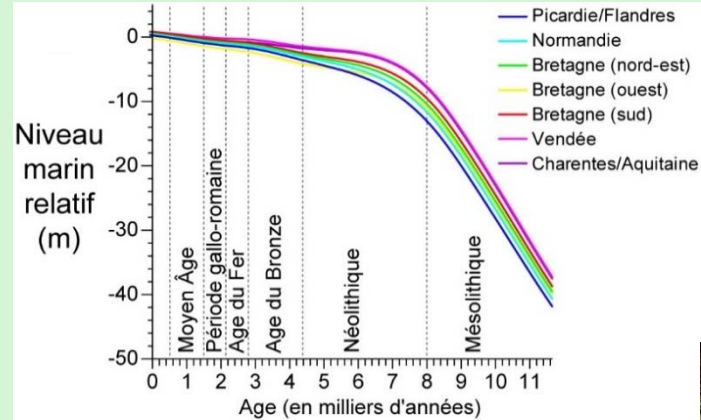
Régression c'est l'inverse !



## 3.2 Les formations littorales

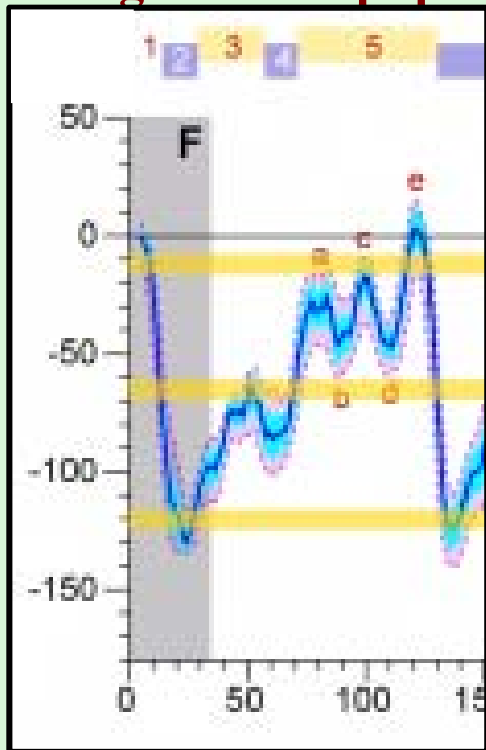
### Dynamique littorale : les processus

- Le vent
- Les vagues
- Les courants – La dérive littorale
- Les courants de marée



→ **la variation du niveau marin** : sur le Quaternaire

**Vestiges anthropiques inondés !**



**Circle de pierre d'Er Lannic (56)**



**Pêcherie en pierre « inactive »**



**Anse de la Mondrée (50)**  
**-20 m site de la limite stade 5a/4 -70 ka**

## 3.2 Les formations littorales

### Dynamique littorale : les processus

→ la variation du niveau marin : sur le Quaternaire

**Si tous les glaciers**  
**fondaient :**  
**remontée du niveau de**  
**la mer de 70 m**



## 3.2 Les formations littorales

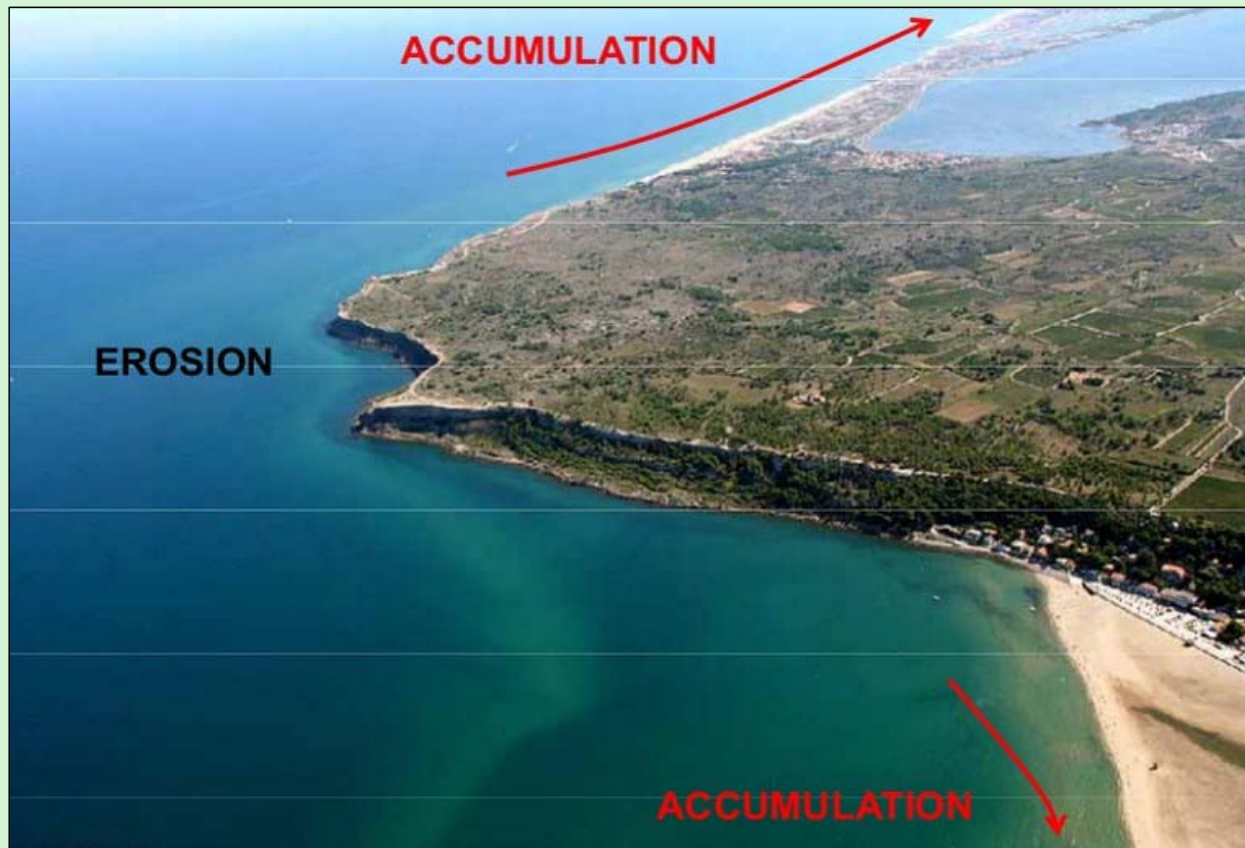
### Dynamique littorale - Conclusion

= un milieu en *évolution permanente*

Transferts de sédiments : aucune partie du littoral n'est indépendante des autres

→ **érosion** par endroits : **côtes rocheuses et à falaises**

→ **accumulation sédimentaire** ailleurs : **côtes d'accumulation** sableuses et vaseuses



## 3.2 Les formations littorales

### Les différents types de côtes

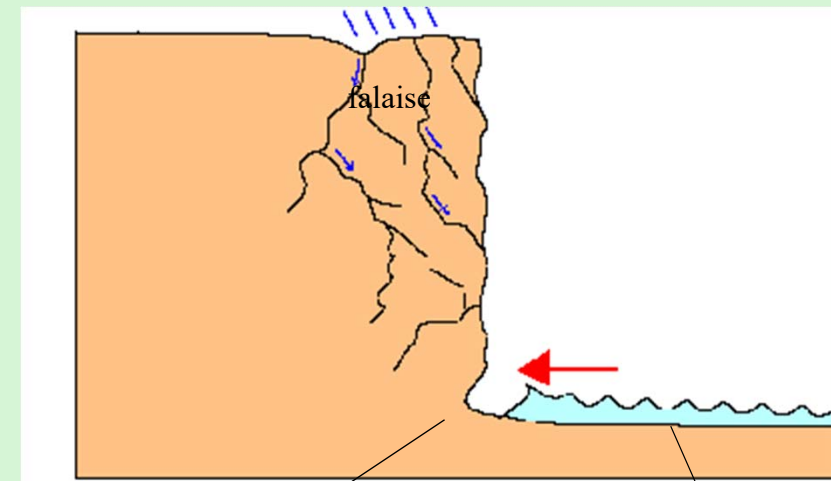
#### 1. Les côtes rocheuses et à falaises

Côtes d'érosion : 80 % du littoral

*Érosion des falaises et côtes rocheuses par :*

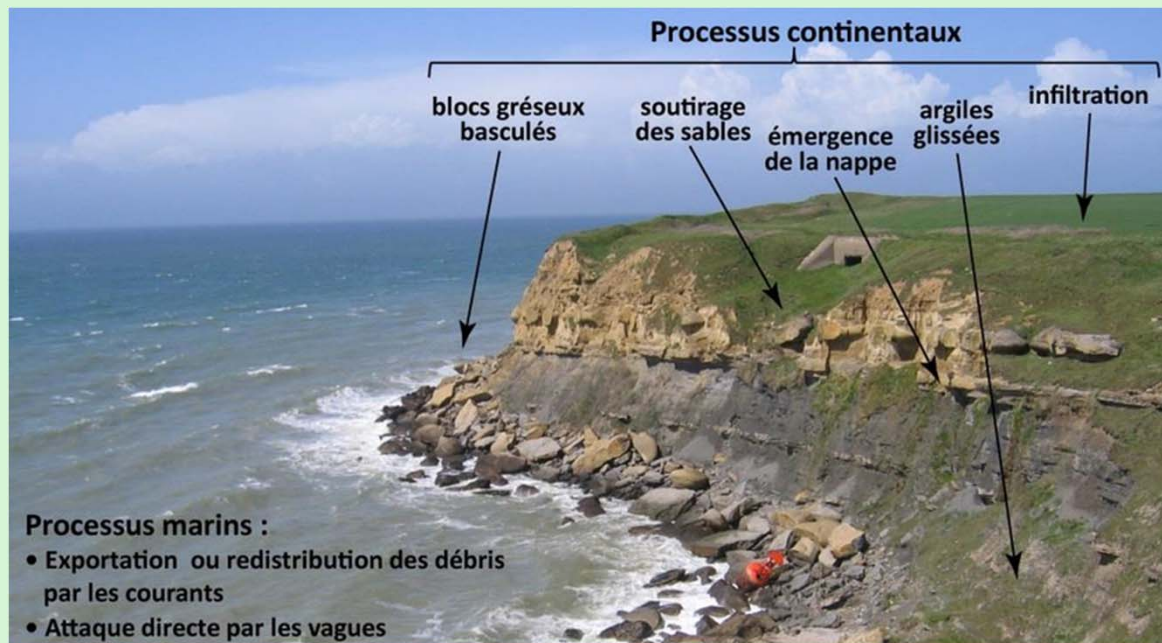
→ *processus continentaux (altération)*

→ *processus marins*



encoche

plateforme d'abrasion





## 3.2 Les formations littorales

### Les différents types de côtes

#### 1. Les côtes rocheuses et à falaises

Côtes à falaises : versants très abrupts : retaillés en falaises lors de la transgression marine holocène :

Pas forcément formées au dépend du substrat rocheux : **les falaises peuvent être constituées de formations superficielles**



**Falaise de craie**



**Falaise de granite**



**Falaise de loëss**



**Falaise de head**

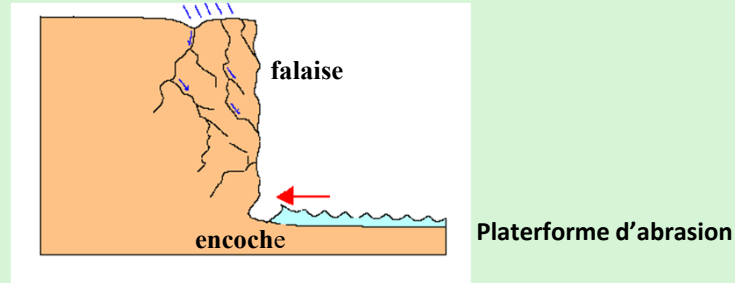
## 3.2 Les formations littorales

### Les différents types de côtes

#### 1. Les côtes rocheuses

Formes d'érosion des côtes rocheuses

- plate-forme d'abrasion marine : plateforme maritime liée au recul d'une falaise.
- couloir d'abrasion marine
- grotte



**Grottes actuelles**  
**Morgat, Finistère**



**Plate-forme**  
**d'abrasion**  
**marine**  
**actuelle**  
**Barfleur,**  
**Normandie**



**Grotte ancienne dans un couloir d'abrasion marine**  
**Menez-Dregan, Plouhinec, Finistère**

L'effondrement de la voûte de la grotte a permis la préservation des occupations humaines (et des sédiments) du Paléolithique inférieur

## 3.2 Les formations littorales

### Les différents types de côtes

1. Les côtes rocheuses et à falaises

### **2. Les côtes sableuses**

Côtes d'accumulation

Mise en place liée aux courants, aux vagues et au vent.



**Baie d'Audierne Finistère**

## 3.2 Les formations littorales

### Les différents types de côtes

1. Les côtes rocheuses et à falaises

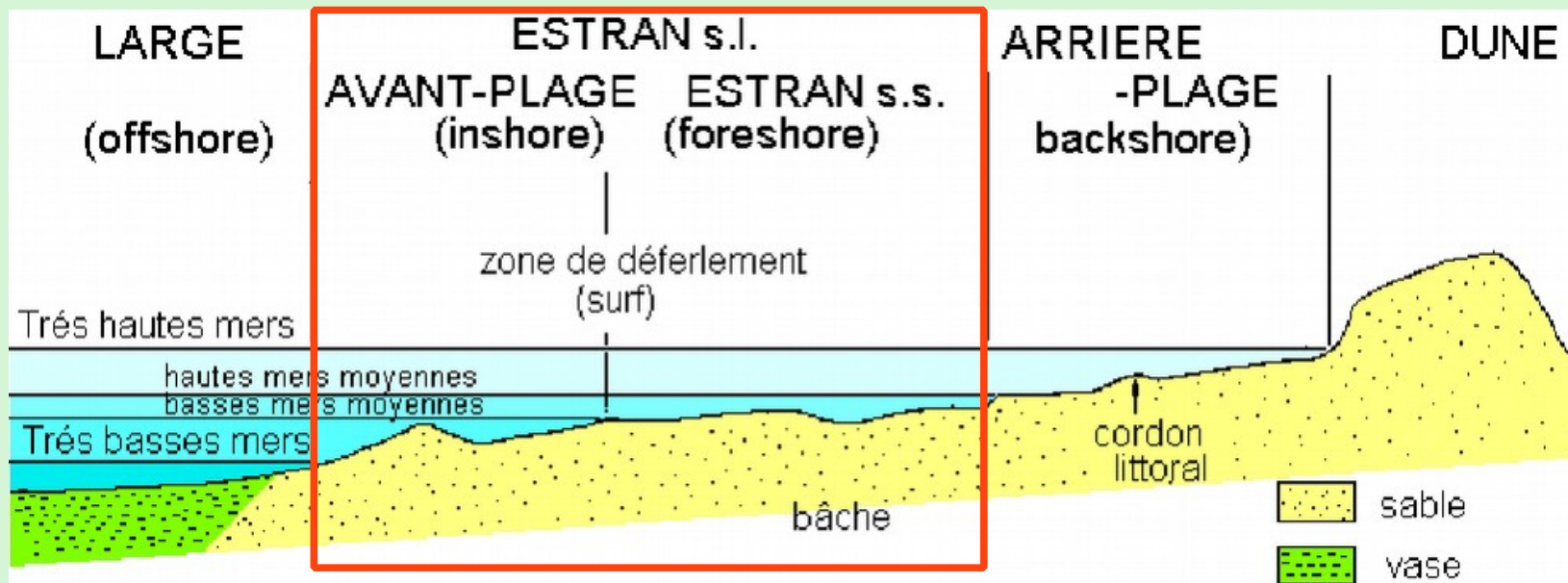
### 2. Les côtes sableuses

Côtes d'accumulation

Mise en place liée aux courants, aux vagues et au vent.

Différentes zones :

- **estran** : zone de balancement des marées moyennes, correspond à l'espace découvert aux plus basses mers



## 3.2 Les formations littorales

### Les différents types de côtes

1. Les côtes rocheuses et à falaises

### 2. Les côtes sableuses

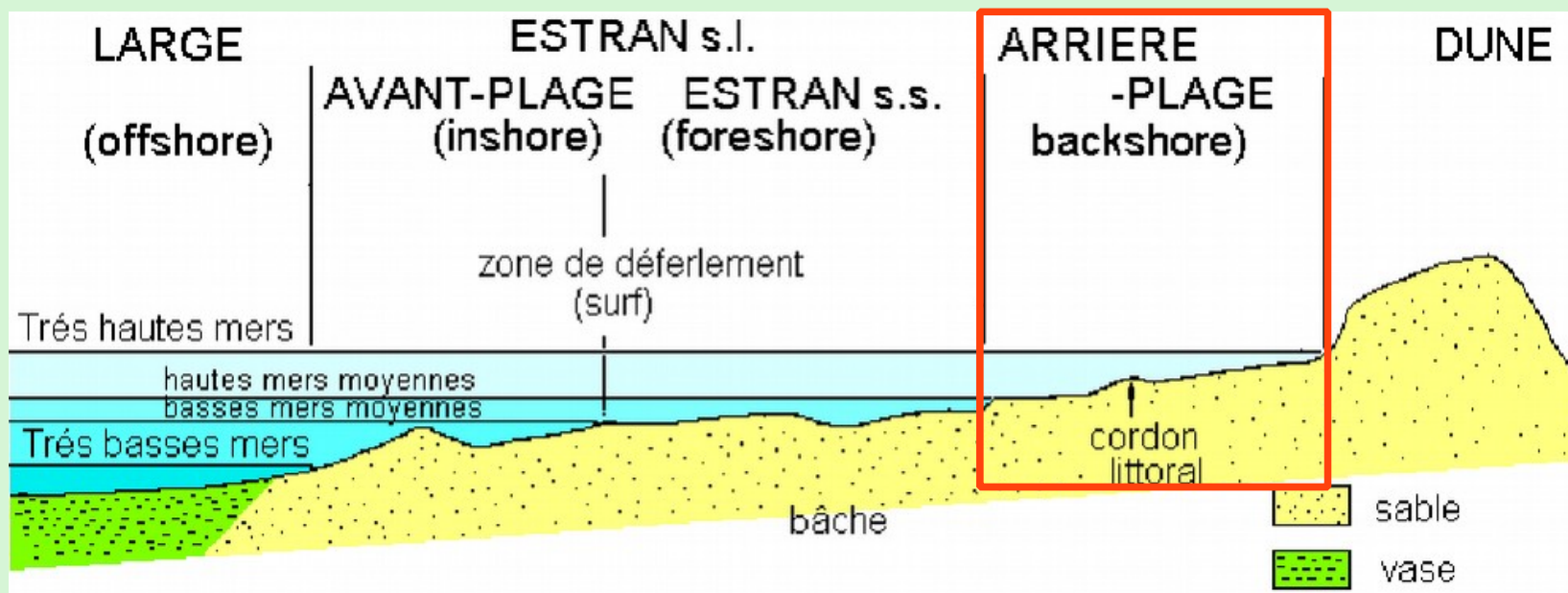
Côtes d'accumulation

Mise en place liée aux courants, aux vagues et au vent.

Différentes zones :

- *estran* : zone de balancement des marées moyennes, correspond à l'espace découvert aux plus basses mers

- **haut de plage** ou arrière-plage : seulement atteinte aux plus hautes mers (forts coefficients, tempêtes...)



## 3.2 Les formations littorales

### Les différents types de côtes

1. Les côtes rocheuses et à falaises

### 2. Les côtes sableuses

Côtes d'accumulation

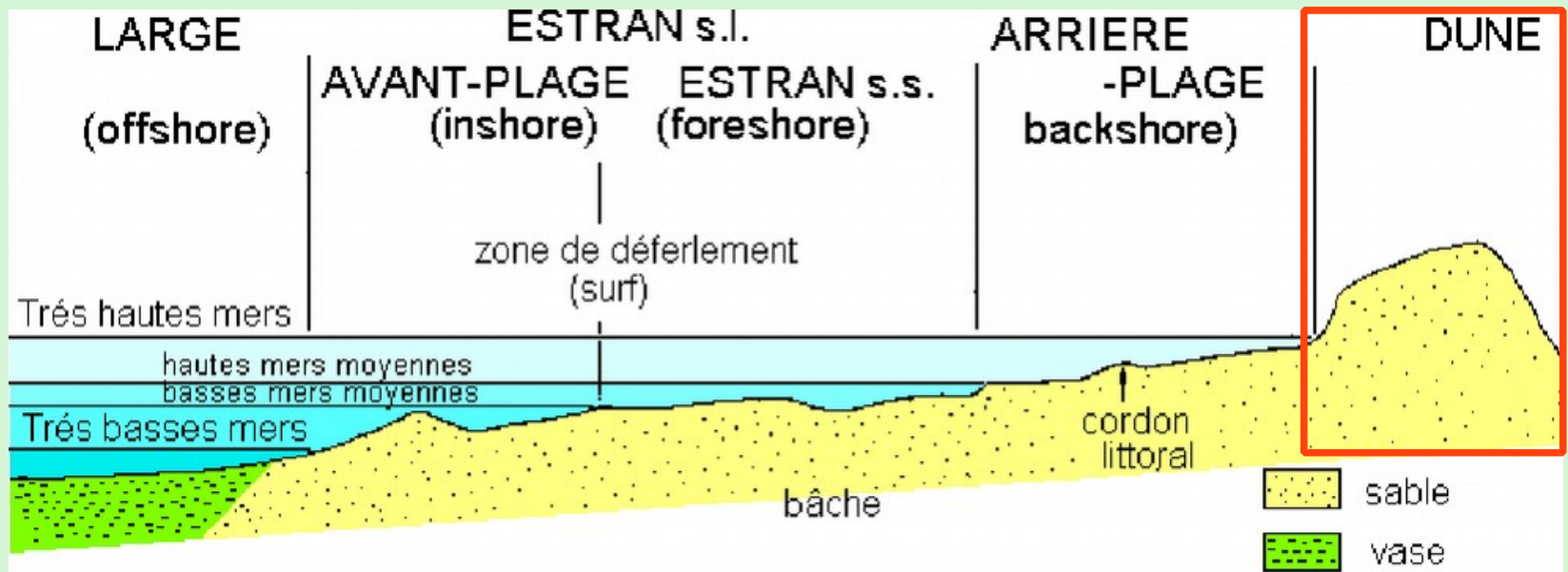
Mise en place liée aux courants, aux vagues et au vent.

Zonation :

- *estran* : zone intertidale (de balancement des marées moyennes), correspond à l'espace découvert aux plus basses mers

- *haut de plage* ou arrière-plage : seulement atteinte aux plus hautes mers (forts coefficients, tempêtes...)

- **dune (éventuelle)**



## 3.2 Les formations littorales

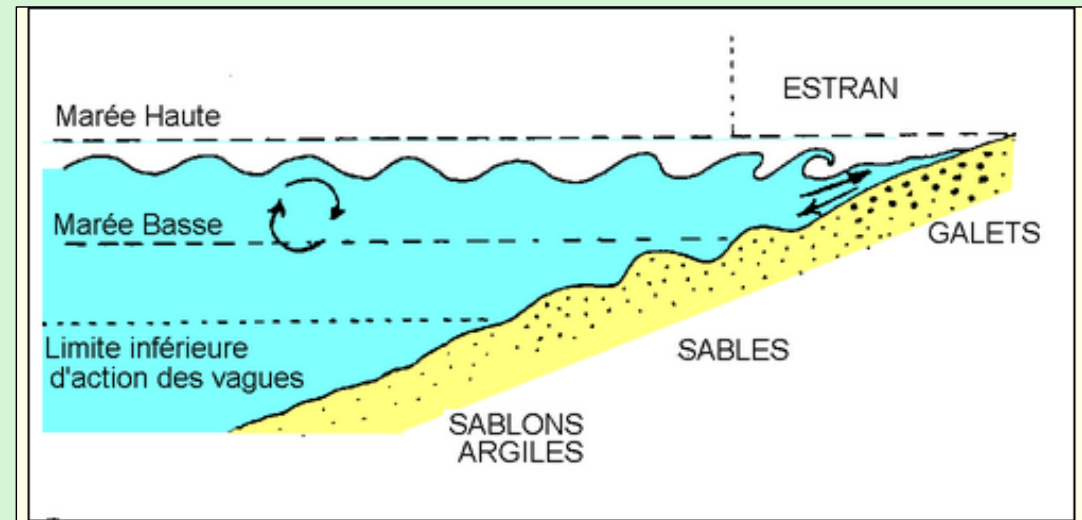
### Les différents types de côtes

1. Les côtes rocheuses et à falaises

### 2. Les côtes sableuses

→ **Les plages**

= estran à haut de plage



#### *Tri des particules sur les estrans :*

- haut de plage : seules les plus grosses particules l'atteignent

Sédimentation de sables grossiers et de galets, organisés en **cordons**.

Pente de 5-10°

- moyenne plage : estran sableux, sables moyens à fins.

Pente faible 2-3°

(- bas de plage : partie plate de l'estran, sous les basses mers, faible énergie → sédimentation fine)

#### **Cordons de galets à marée hautes**



Actuel ou sub-actuel

## 3.2 Les formations littorales

### Les différents types de côtes

1. Les côtes rocheuses et à falaises

### 2. Les côtes sableuses

→ **Les plages**

= estran à haut de plage

Zones d'accumulations y compris dans le cas de côtes rocheuses à falaises, exemple de la côte sauvage de Belle-Ile en mer

**Port Kérel Belle île en mer**  
**Zone d'échouage pour les**  
**bateaux = zones abritées**





## 3.2 Les formations littorales

### Les différents types de côtes

1. Les côtes rocheuses et à falaises

### 2. Les côtes sableuses

→ Les plages

→ **Les cordons littoraux de sable et de galets :**

Zone atteinte aux très hautes mers

Actions dominantes des houles et des courants

Dérive littoral notamment

Disposés parallèlement ou perpendiculairement au trait de côte et forment souvent des digues naturelles : protègent plans d'eau, marais et plaines côtières basses.

Il existe plusieurs types :

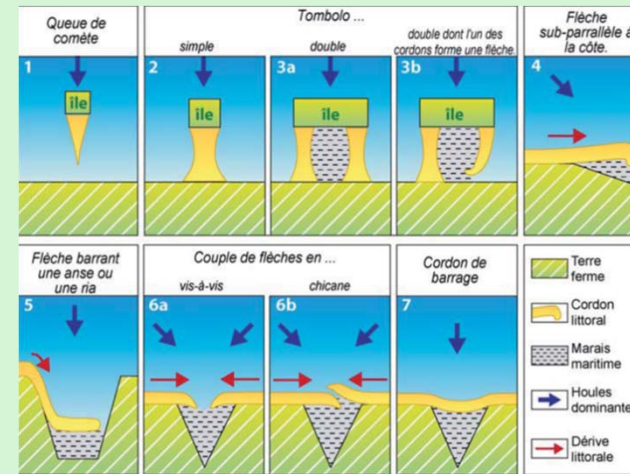
- **Tombolo** = presqu'île

- **Queue de comète**

= traînée de sédiments à l'abri d'une île

- **Flèches à pointe libre :**

= barrage en forme de langue abritant souvent une zone de marais



Sable d'or les Pins



Presqu'île de Quiberon

Baie de Roscanvel



## 3.2 Les formations littorales

### Les différents types de côtes

1. Les côtes rocheuses et à falaises

### 2. Les côtes sableuses

→ Les plages

→ Les cordons

→ **les dunes**

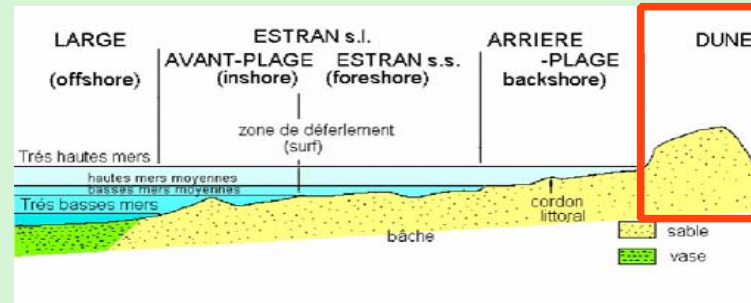
Accumulations sableuses en arrière de la ligne de rivage

Mode de transport : vent

Favorisées par présence de plages sableuses sur l'estran, par l'absence de végétation sur le haut de l'estran, et par le régime des vents (d'ouest principalement)

Édifices en mouvement permanent : phases de progressions et reculs (démaigrissement) enregistrées dans les dunes holocènes

Influence des tempêtes hivernales et des variations du niveau marin (édifices dunaires importants lors de régression marines )



**Merlimont (Pas-de-Calais)**



**Ancienne surface du sol sous une dune aux Glénans**

## 3.2 Les formations littorales

### Les différents types de côtes

1. Les côtes rocheuses et à falaises

### 2. Les côtes sableuses

Observation de dépôts comparables (fossiles) dans les formations superficielles du Pléistocène. *Principe d'actualisme*

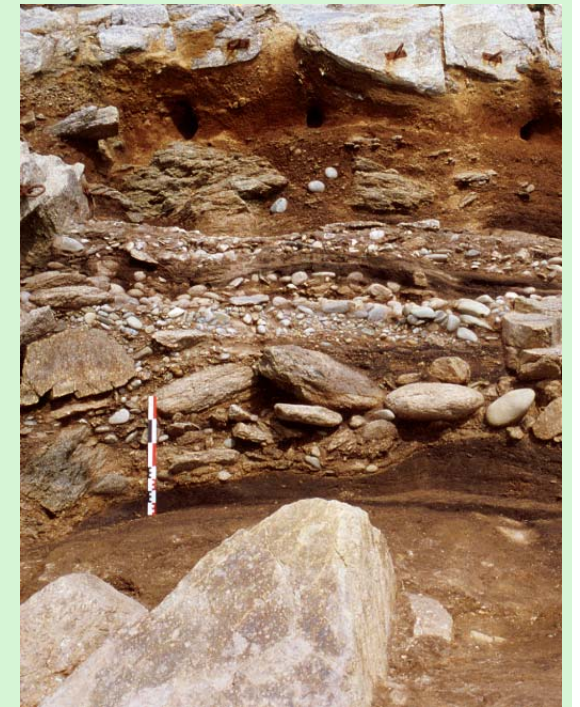
- dune perchée en baie de Saint-Brieuc (22) et consolidée sur estran en baie d'Audierne (29)

- cordon de galets perchés sur plateforme d'abrasion marine au Cap Levy (50)

- alternance de plages anciennes et d'occupations humaines sur le site de Menez Drégan (29) :



Pléistocène



Pléistocène



Pléistocène



Début Holocène

**niveau marin proche de  
l'actuel = interglaciaire**

## 3.2 Les formations littorales

### Les différents types de côtes

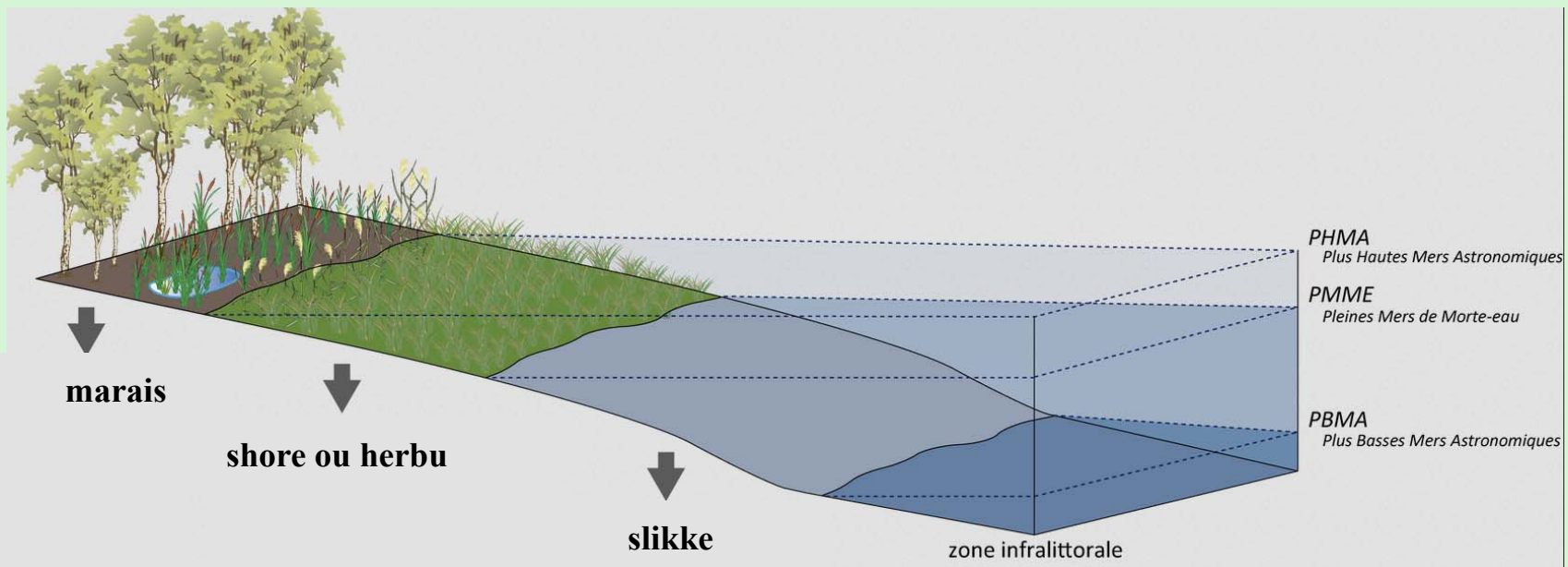
1. Les côtes rocheuses et à falaises
2. Les côtes sableuses

### 3. Les côtes à sédimentation fine

En fond de baie et dans les secteurs abrités du littoral, non soumis à la houle

Sédiments fins partiellement recouverts de végétation halophiles et aquaphiles (sel et eau)

Exemple : Baie du Mont Saint-Michel



## 3.2 Les formations littorales

### Les différents types de côtes

1. Les côtes rocheuses et à falaises
2. Les côtes sableuses

#### → Marais maritimes

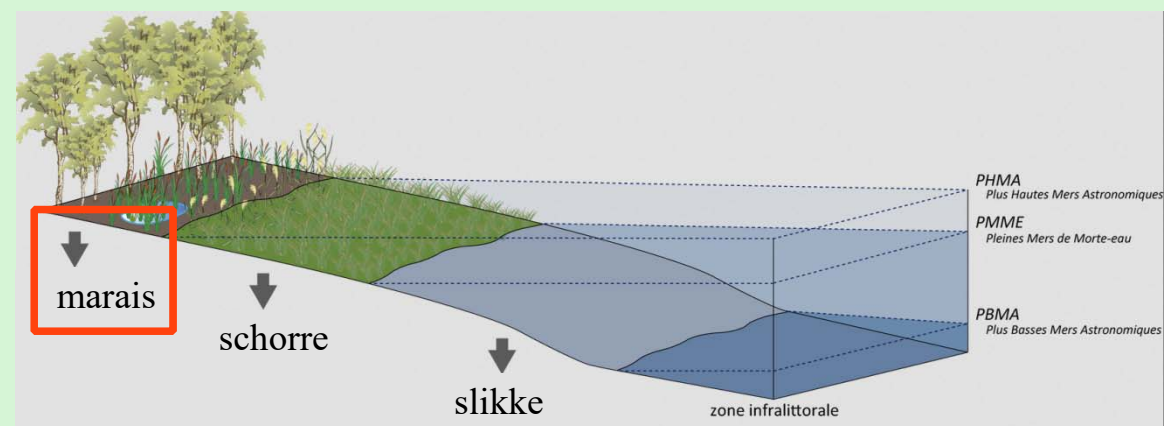
Dépressions formées **à l'arrière des cordons de dune ou de galets**

- isolement d'une zone non soumise à la houle
- propices à stagnation d'eaux saumâtres → établissement de zones humides avec accumulation de matières organiques (= tourbes)

#### **Marais d'arrière-cordon ou maritimes**

doivent leur existence à la présence d'un ou de plusieurs cordons littoraux qui les protègent de l'action des vagues = milieu très calme

- permet dépôt et accumulation progressive de vase en suspension. Sédimentation fine et lente



# **Géologie du Quaternaire – Les formations superficielles**

## **Définition du Quaternaire**

### **1. Définition d'un sédiment**

### **2. Le cycle sédimentaire**

#### **2.1. Altération et érosion**

#### **2.2. Transport**

#### **2.3. Sédimentation**

### **3. Principaux types de dépôts**

#### **3.1. Les colluvions et dépôts de versants**

#### **3.2. Les formations littorales**

#### **3.3. Dépôts éoliens continentaux : les lèss - Formes et processus périglaciaires associés**

#### **3.4. Les formations fluviales**

#### **3.5. *Les sols***

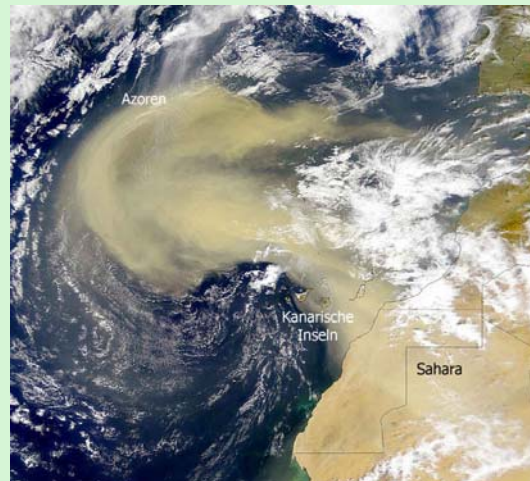
### 3.3. Dépôts éoliens continentaux : les loess

« Poussières » transportées puis déposées par le vent  
 Equivalent actuel : poussières du Sahara (plus de 100 millions de tonnes /an)

En Antarctique, en lien avec l'inlandsis, des **vents catabatiques** glissent sur les glaciers et peuvent atteindre des vitesses de 300 km à l'heure. Ces vents lourds sont à l'origine des **loess**



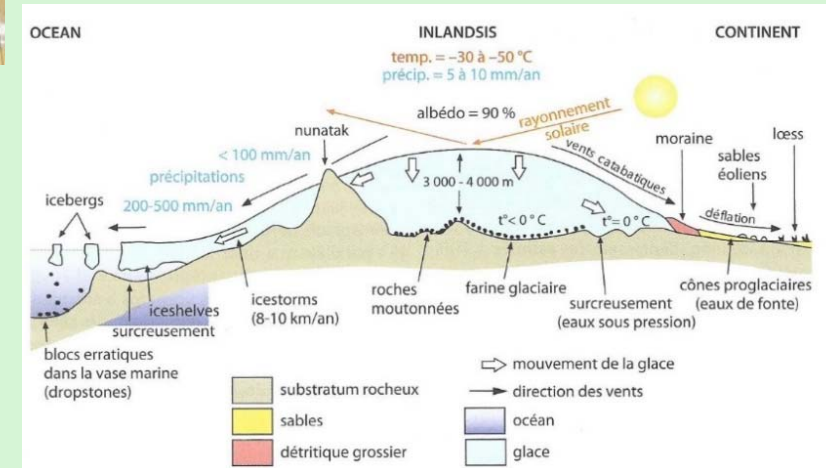
« dust bowl »



Une tempête de poussière sur plusieurs centaines de kilomètres au nord ouest du Sahara (*image prise depuis un satellite météorologique*)

Actuel ou sub-actuel

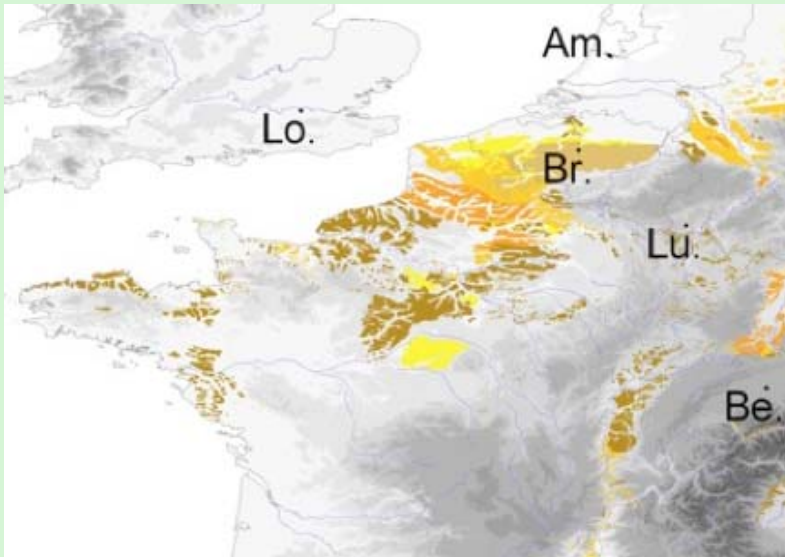
vents catabatiques  
Antarctique



### 3.3. Dépôts éoliens continentaux : les loess

En France, les **loess** recouvrent le nord (ouest) du pays d'une couche de quelques mètres d'épaisseur au maximum.

**La source des loess du maximum de la dernière glaciation (-16 000 - 20 000 BP) sont les plaines exondées de la Manche pas ou peu végétalisées : particules aisément mobilisables**



En Chine, la couche de loess atteint 600 mètres d'épaisseur. Elle provient de la déflation (érosion par le vent) des déserts d'Asie centrale.

L'équivalent en France des limons de plateaux correspond à une origine du sédiment plus locale d'autres aires d'origine des poussières (vallées fluviales, altérites meubles)

Loess de la vallée du Rhin



Pléistocène



Pléistocène

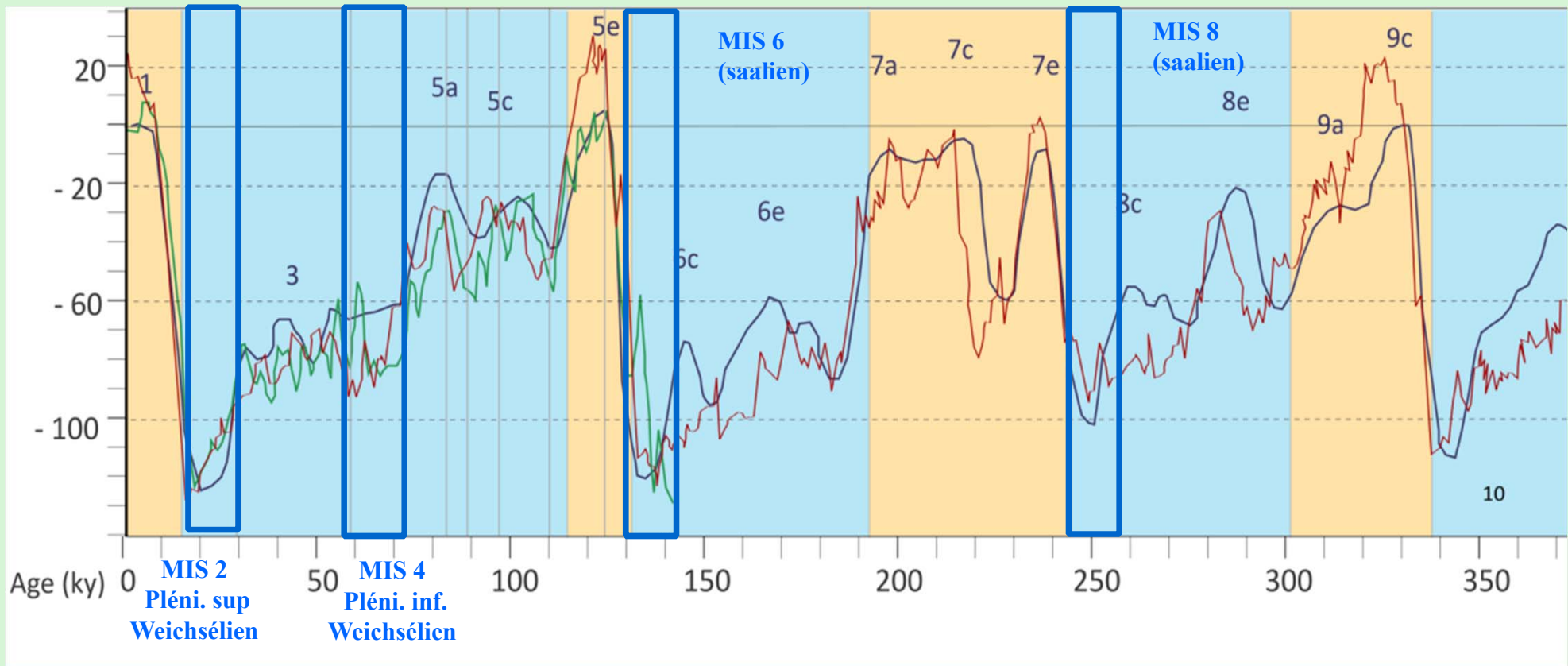
Loess de Chine



### 3.3. Dépôts éoliens continentaux : les lœss

se déposent lors des maxima glaciaires, au maximum des régressions marines  
 → Pléniglaciaires

Les 4 grandes périodes de dépôt de lœss correspondent aux stades isotopiques 2 et 4 au Pléistocène supérieur et aux stades 6 et 8 au Pléistocène moyen.

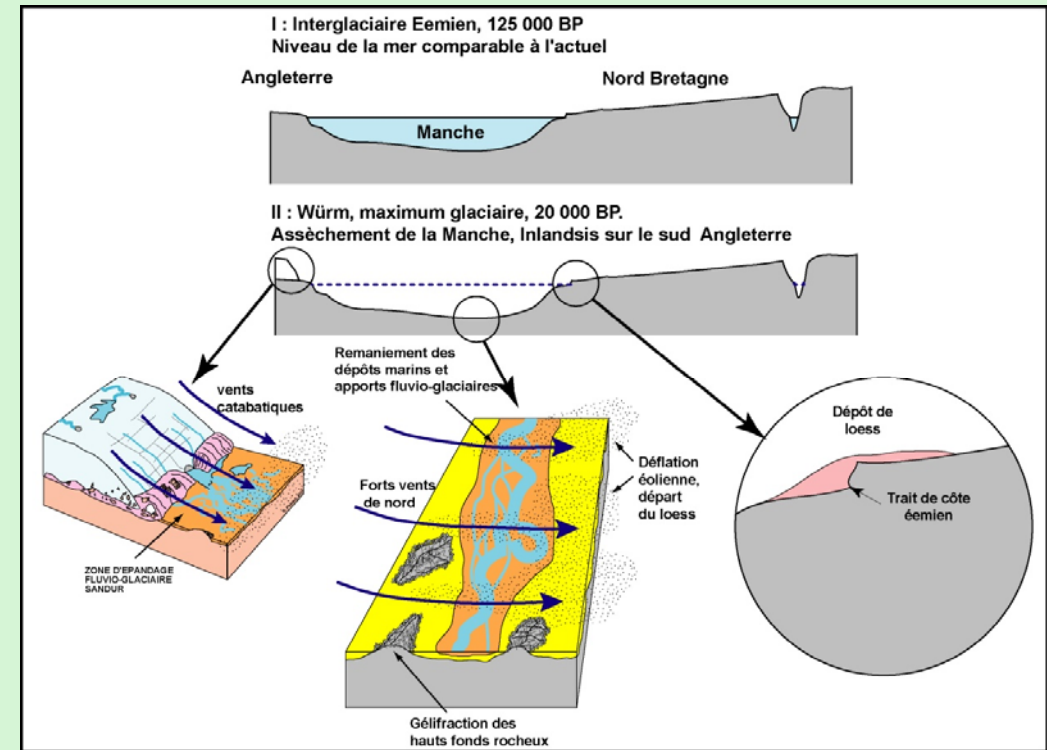



### 3.3. Dépôts éoliens continentaux : les loëss

Au dernier maximum glaciaire entre -16 000 - 20 000 BP, la calotte glaciaire descend jusqu'au sud de l'Angleterre.

Le niveau marin est à -120 m par rapport à l'actuel et la Manche est réduite à un fleuve

La Bretagne se trouve en domaine périglaciaire



  
 Accumulations  
 de loëss

### 3.3. Dépôts éoliens continentaux : les loess

#### Définition d'un loess

« Sédiments limoneux mis en place dans des conditions d'environnements périglaciaires (...) dominés par l'agent éolien » (Jamagne *et al.* (1981))

Sédiment jaune-beige, friable mais cohérent  
60 à 80 % de **limons surtout grossiers (silts) (20 à 50 microns)**, bien trié surtout quartzeux, parfois calcaire (plus clair)

Piégeage par la végétation herbacée steppique qui repousse au fur et à mesure de l'accumulation



Falaise loessique de Port Morvan

**Limons sableux (dune à dynamique loessique) ici avec cailloux soliflués (début de période froide)**





### 3.3. Dépôts éoliens continentaux : les lœss

#### Formes et processus périglaciaires associés

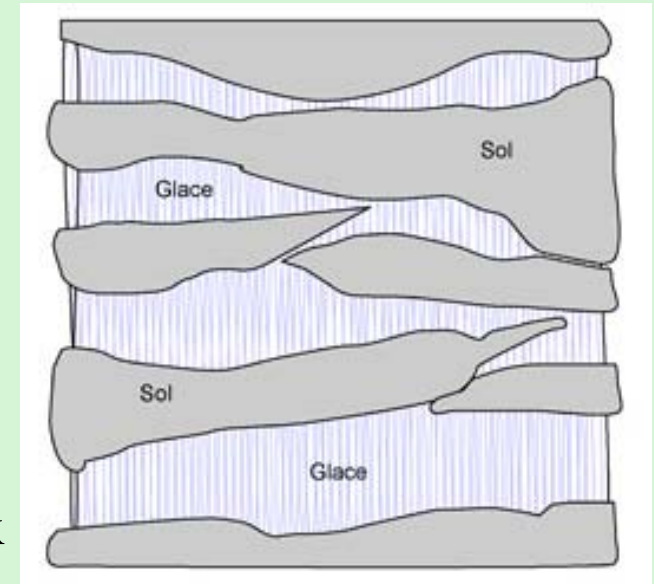
Les phénomènes liés au gel en contexte périglaciaire

#### Pergélisol

→ Les **alternances gel-dégel** engendrent diverses structures caractéristiques :

- Formation de **lentilles de glace**, donnant un aspect feuilleté aux formations limoneuses.

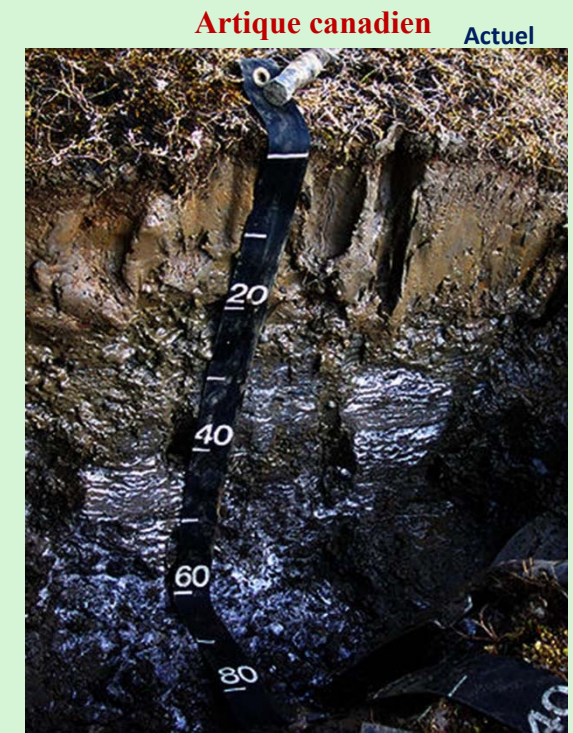
Le gel saisonnier induit une structure en lamelles, d'épaisseur millimétrique à centimétrique, parallèles à la surface du sol.



**Pergélisol sur lœss, feuillete**  
**Les Vallées , Pléneuf-Val-André (22)**



**Gel saisonnier profond Etricourt-Manancourt (60)**



### 3.3. Dépôts éoliens continentaux : les loëss

#### Formes et processus périglaciaires associés

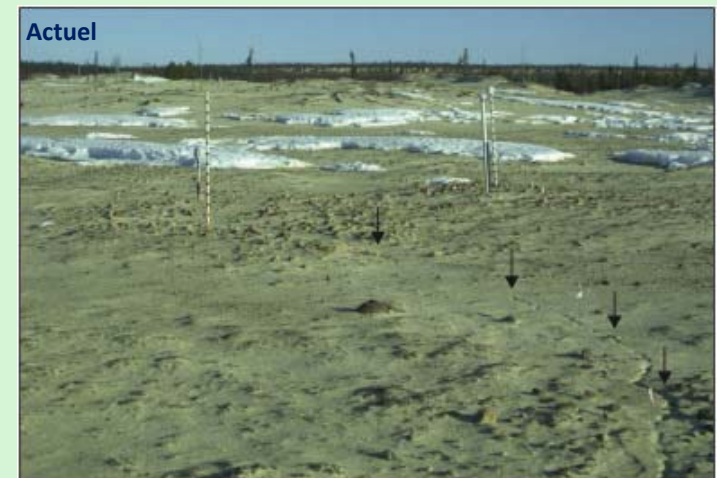
Les phénomènes liés au gel en contexte périglaciaire

#### Pergélisol

→ Les *alternances gel-dégel* engendrent diverses structures caractéristiques :

- Formation de lentilles de glace,
- Formation de **fentes de gel**

Les matériaux homogènes peuvent être recoupés par des fentes en coin subverticales = fissures en V, profondes de qq dm ou m.



### 3.3. Dépôts éoliens continentaux : les loëss

## Formes et processus périglaciaires associés

Les phénomènes liés au gel en contexte périglaciaire

### Pergélisol

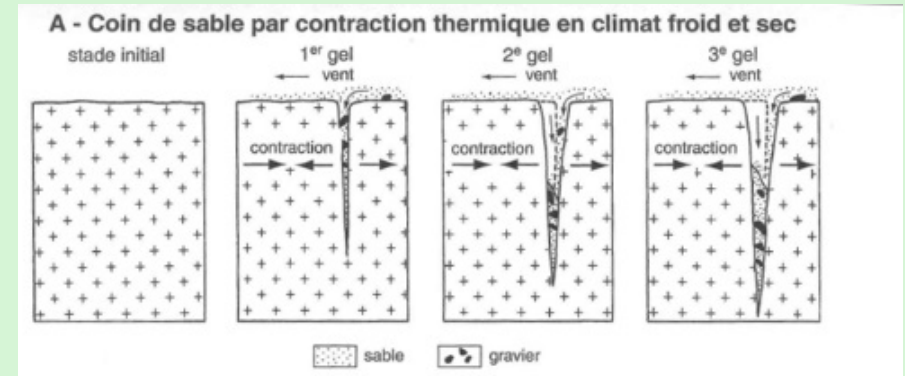
→ Les *alternances gel-dégel* engendrent diverses structures caractéristiques :

- Formation de lentilles de glace,
- Formation de **fentes de gel**

Elles sont de 2 types

→ **coin de sable** ou sand-wedges

→ **coin de glace** ou ice-wedges

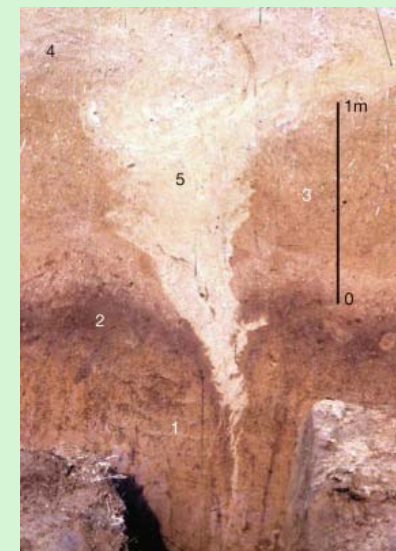


**Coin de sable**

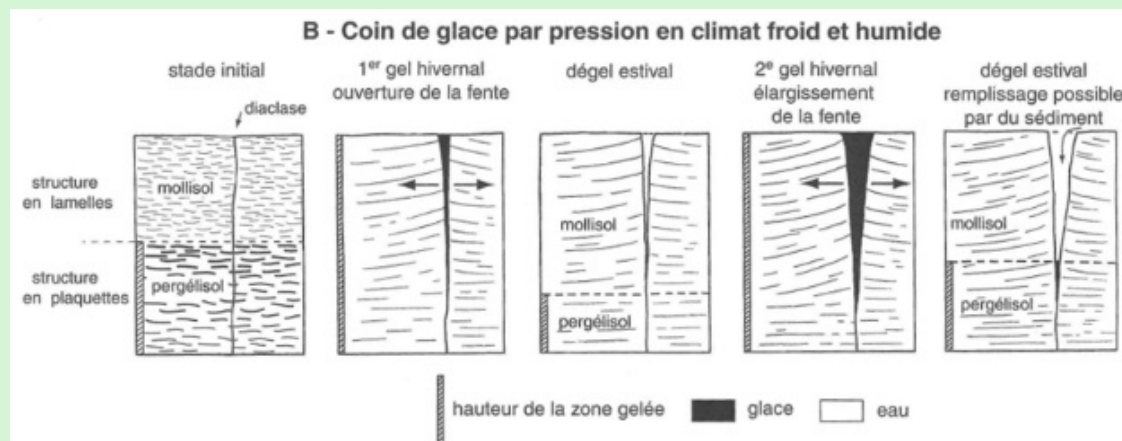


Pléistocène

**Coin de glace**



Pléistocène



### 3.3. Dépôts éoliens continentaux : les lœss

#### Formes et processus périglaciaires associés

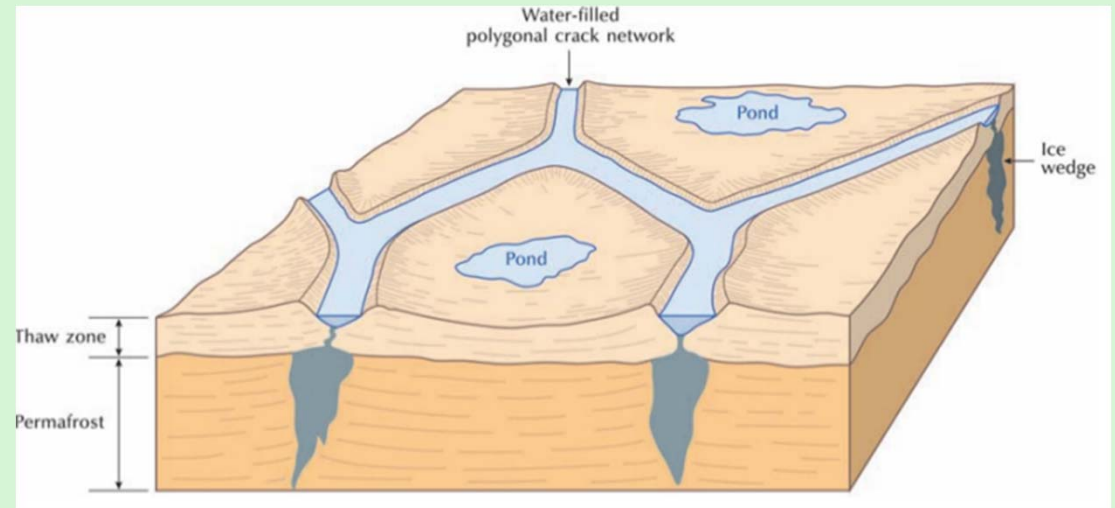
Les phénomènes liés au gel en contexte périglaciaire

#### Pergélisol

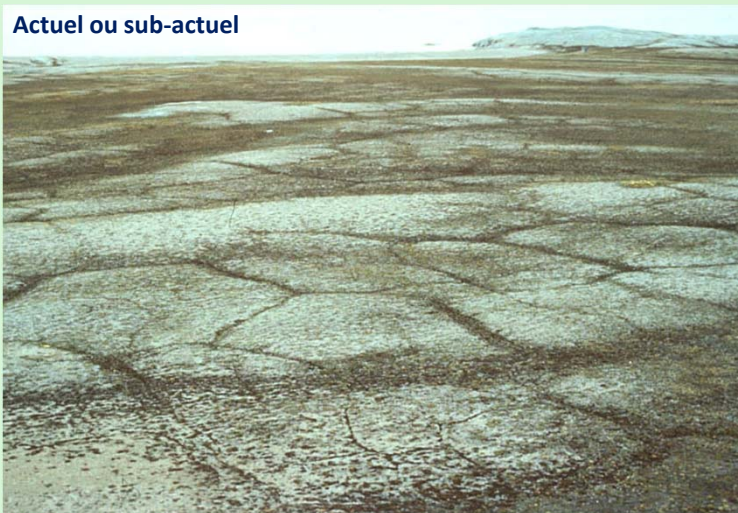
→ Les *alternances gel-dégel* engendrent diverses structures caractéristiques :

- Formation de lentilles de glace,
- Formation de **fentes de gel**

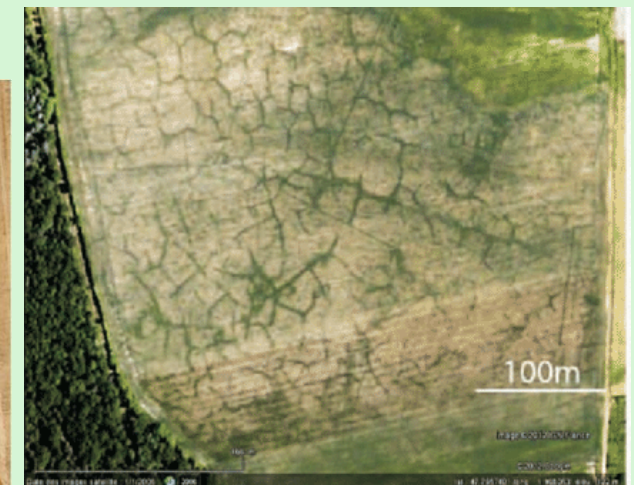
En surface, elles dessinent des **polygones métriques à plurimétriques**



Actuel ou sub-actuel



Pléistocène



Pléistocène



## 3.3. Dépôts éoliens continentaux : les loëss

### Formes et processus périglaciaires associés

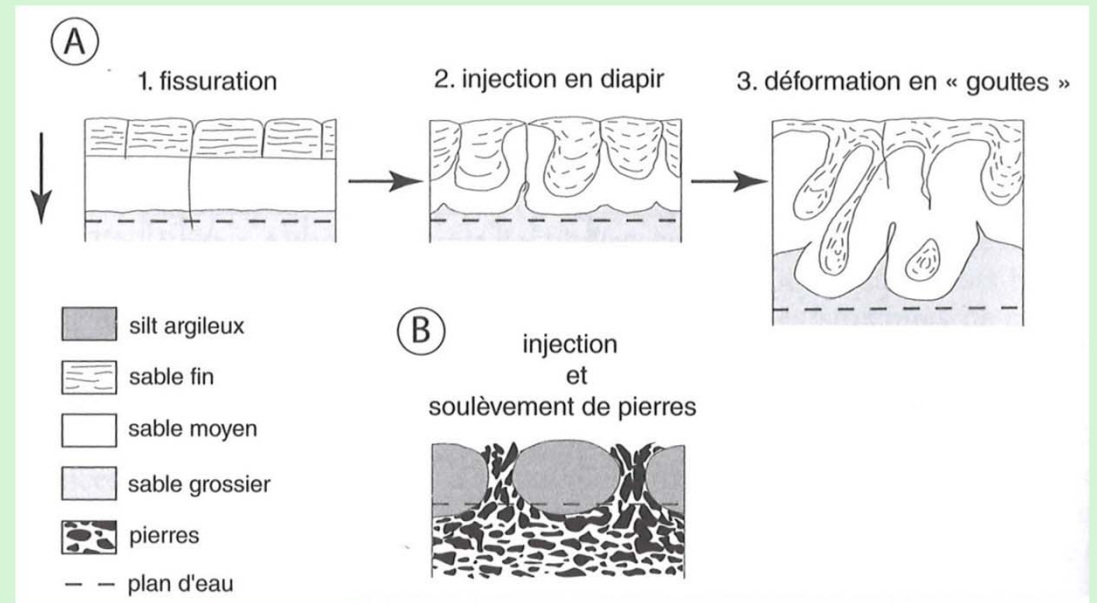
Les phénomènes liés au gel en contexte périglaciaire

#### Pergélisol

→ Les *alternances gel-dégel* engendrent diverses structures caractéristiques :

- Formation de lentilles de glace,
- Formation de fentes de gel
- **Cryoturbations**

La cryoturbation a lieu lorsque le sédiment est hétérogène : des matériaux différents sont juxtaposés ou superposés et se comportent différemment vis-à-vis de la glace et du gel



Actuel ou sub-actuel



Pléistocène



Pléistocène

### 3.3. Dépôts éoliens continentaux : les loess

#### Formes et processus périglaciaires associés

Les phénomènes liés au gel en contexte périglaciaire

#### Pergélisol

→ Les *alternances gel-dégel* engendrent diverses structures caractéristiques :

- Formation de lentilles de glace,
- Formation de fentes de gel
- Cryoturbations

#### - **Cryoclastie et solifluxion**

Fracturation des roches du substrat et mobilisation sur le versant (solifluxion) : climat froid et humide

Actuel ou sub-actuel



Pléistocène

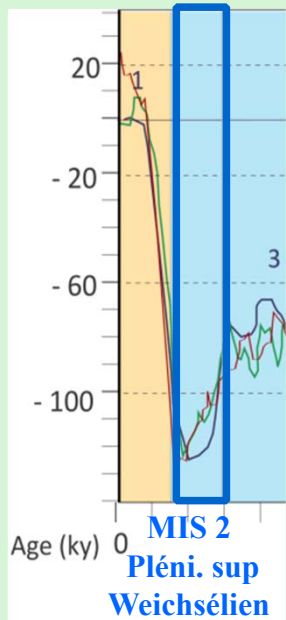
Actuel ou sub-actuel



## Formes et processus périglaciaires associés au lœss

### Pavage de pierres éolisés

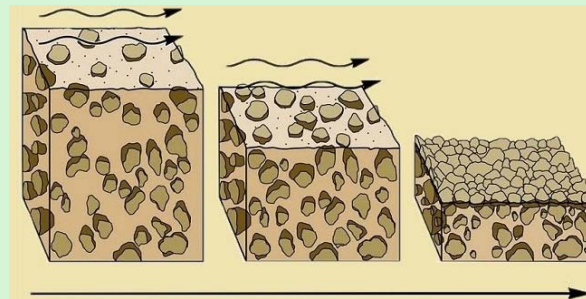
Au maximum de la dernière période froide du Weichselien (Stade isotopique 2) on observe parfois un *horizon de déflation* composé de **cailloux et de graviers éolisés** (dreikanter) constitue un pavage résiduel (niveau d'érosion). L'équivalent actuel est un désert caillouteux froid (reg)



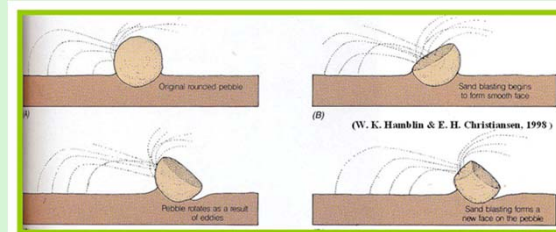
**Dreikanter**



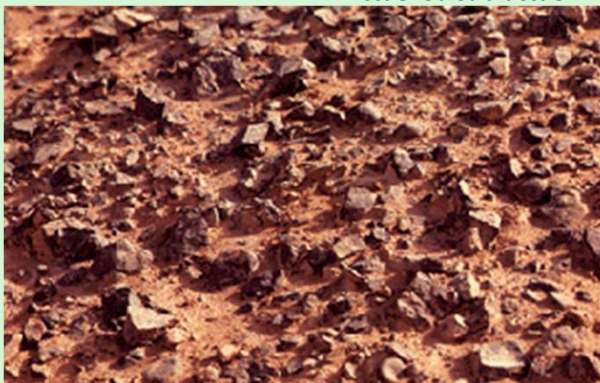
Actuel ou sub-actuel



**Pavage désertique résiduel**



**Désert caillouteux froid**



Pléistocène

# **Géologie du Quaternaire – Les formations superficielles**

## **Définition du Quaternaire**

### **1. Définition d'un sédiment**

### **2. Le cycle sédimentaire**

#### **2.1. Altération et érosion**

#### **2.2. Transport**

#### **2.3. Sédimentation**

### **3. Principaux types de dépôts**

#### **3.1. Les colluvions et dépôts de versants**

#### **3.2. Les formations littorales**

#### **3.3. Dépôts éoliens continentaux : les lèss - Formes et processus périglaciaires associés**

#### **3.4. Les formations fluviales**

#### **3.5. Les sols**

## 3.4. Les formations fluviales

### Les fleuves et rivières

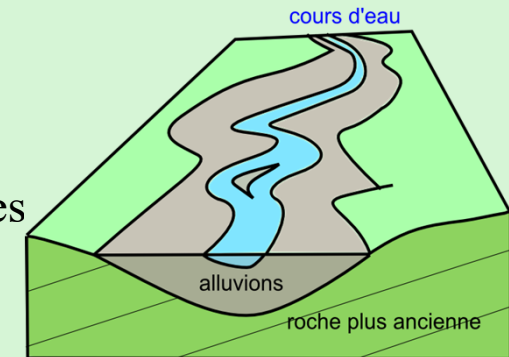
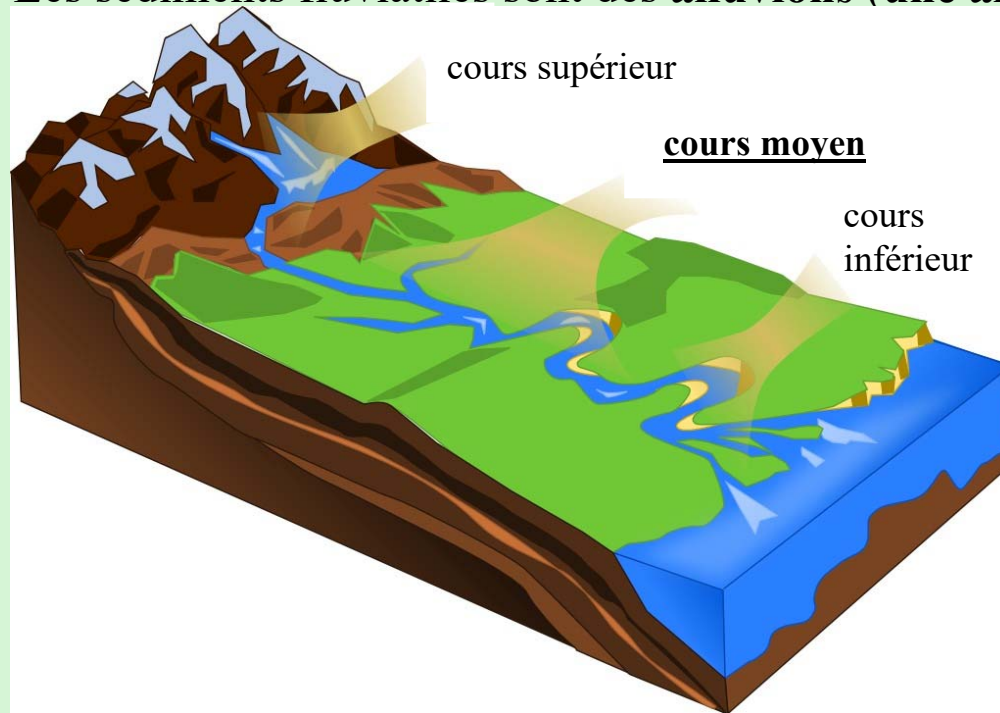
Principaux agents dynamiques responsables de :

- la **prise en charge (érosion)** en milieu continental des particules détritiques issues de l'altération.
- leur **transport** jusque dans les bassins lacustres ou marins.

→ **le cours d'eau** = surtout un **agent de transport** mais aussi de **sédimentation**

Les sédiments se déposent aux endroits où la vitesse de l'eau diminue = le long de leurs cours et aux embouchures

Les sédiments fluviaux sont des **alluvions (une alluvion)**



### 3.4. Les formations fluviatiles

**Différents modes de transport** des particules dans les cours d'eau :

- le **charriage**, pour les particules grossières (galets, graviers et sables grossiers) sur le fond du lit
- la **saltation** : progression par bonds successifs de particules (sables principalement) qui restent connectées au fond du lit
- le **transport par suspension** dans la masse d'eau pour les particules fines.

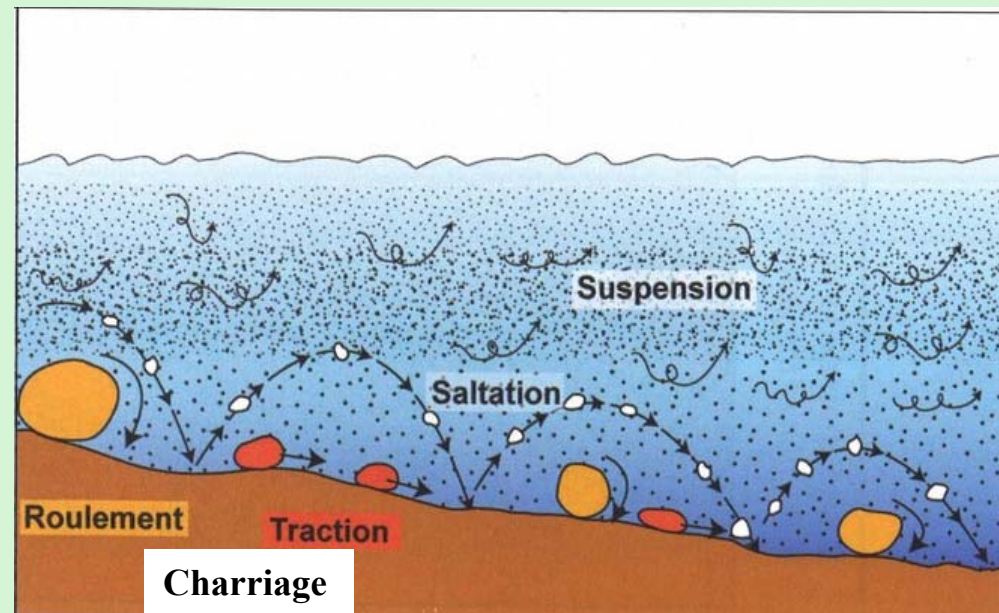
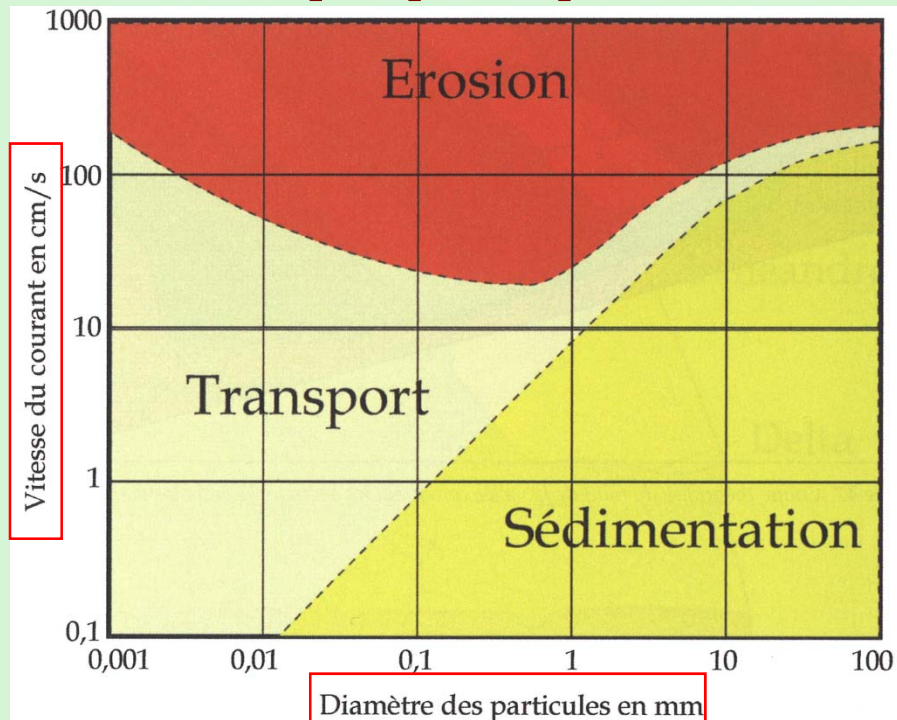
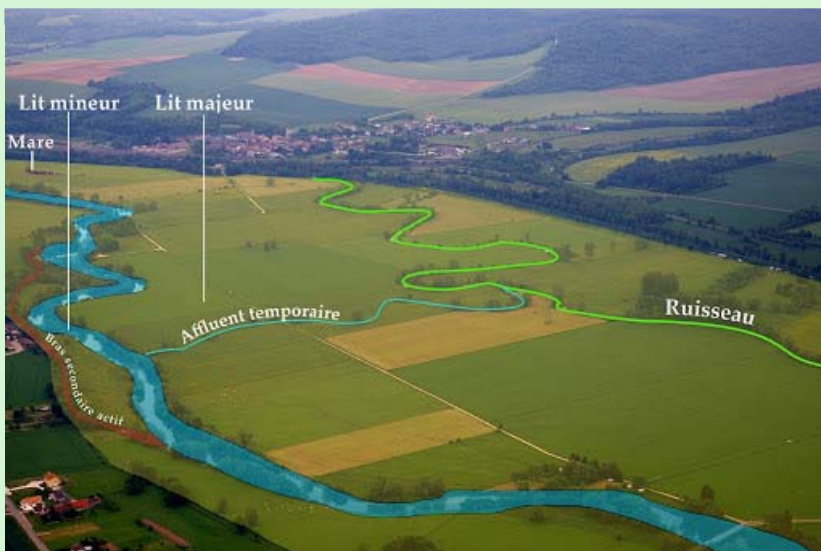
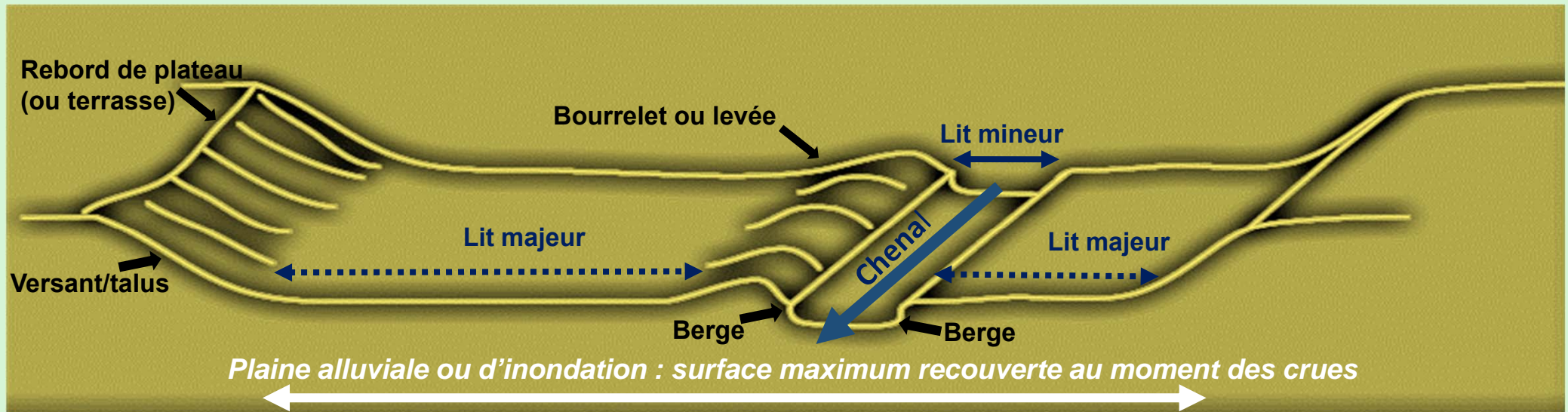


Diagramme de Hjulström

définit les principaux domaines d'action du cours d'eau en fonction de la **taille du grain** et de la **vitesse du courant**

### 3.4. Les formations fluviales

#### Les unités morphologiques transversales d'un cours d'eau et de sa plaine d'inondation (fond de vallée)



## 3.4. Les formations fluviales

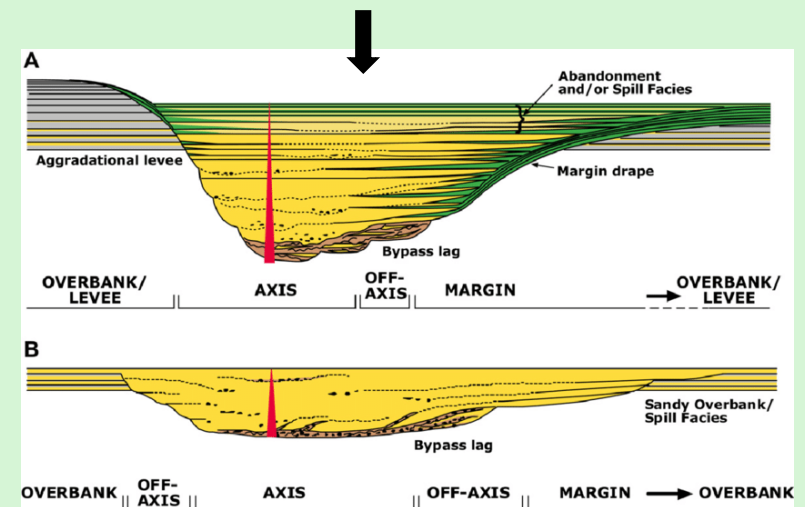
### Les unités morphologiques transversales d'un cours d'eau et de sa plaine d'inondation (fond de vallée)

#### Le chenal

= structure érosive (souvent en forme de cuvette), dont le remplissage sédimentaire est souvent plus grossier que les formations qu'il entaille.

Forme d'érosion où l'eau a la plus forte énergie = lieu d'écoulement habituel.

Fond de chenal : particules grossières (graviers, galets)  
Il est limité par des berges





## 3.4. Les formations fluviatiles

### Les unités morphologiques transversales d'un cours d'eau et de sa plaine d'inondation (fond de vallée)

#### Les levées latérales

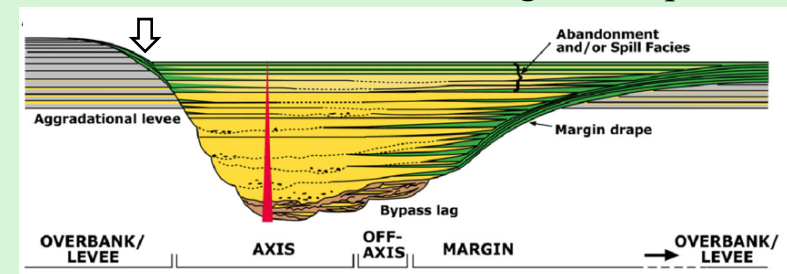
Elles bordent les chenaux, en continuité avec les berges

→ leur existence, formant un relief, est à l'origine du développement de *zones marécageuses* en dépression à l'arrière

= **Bourrelets d'accumulation sableuse ou graveleuse**, continus ou non, sur les berges en bordure des chenaux

Elles ont une pente raide du côté du chenal où le courant les entaille

Taille des particules déposées : sable fin à moyen, transporté en suspension, s'accumule sur les berges dès que l'eau déborde du chenal et perd de l'énergie en s'étalant



## 3.4. Les formations fluviatiles

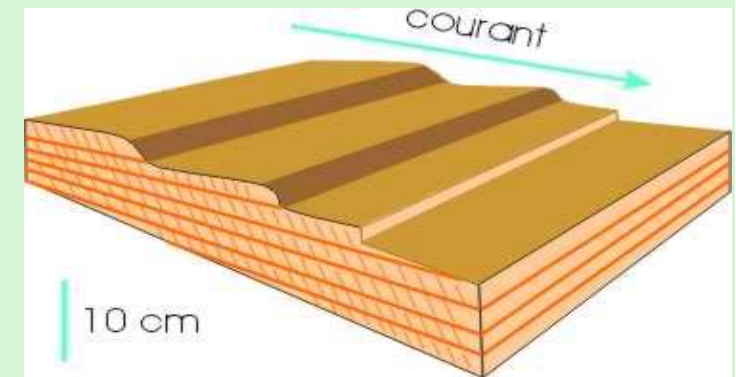
### Les unités morphologiques transversales d'un cours d'eau et de sa plaine d'inondation (fond de vallée)

#### Les barres

Une barre ou banc est une accumulation de sables, graviers ou galets (charge de fond) **formant un relief dans un chenal**. L'accumulation se fait en période de hautes eaux et les barres émergent dans le chenal à l'étiage (débit minimal du cours d'eau, en saison sèche).

Elle peuvent être plus ou moins stables (végétalisées) ou mobiles (se déplacent à chaque crue) collées aux berges (barre latérale et barre de méandre), ou isolées au milieu du chenal (barre de chenal)

#### Les sédiments se mettent en place suivant une stratification oblique



## 3.4. Les formations fluviales

### Les unités morphologiques transversales d'un cours d'eau et de sa plaine d'inondation (fond de vallée)

#### La plaine d'inondation

Lors des crues, les eaux sortant du chenal actif inondent les surfaces périphériques qui peuvent être de 2 types :

→ **surfaces plates régulières, inondées à chaque crue, puis rapidement drainées et asséchées = plaines d'inondation**

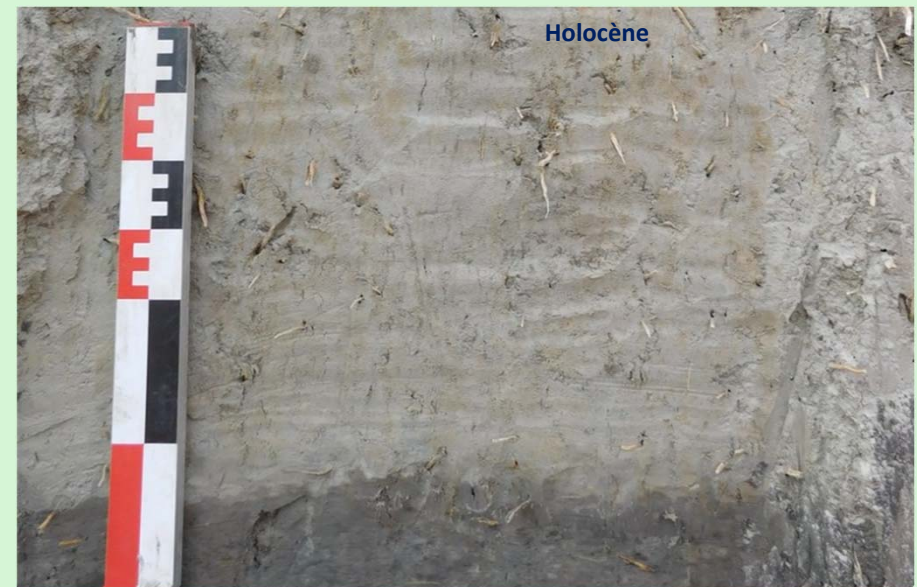
Sédimentation = l'eau a assez d'énergie pour emporter presque toutes les particules en suspension des chenaux actifs.

Lors de la décrue :

→ 1. dépôt des sables moyens à fins : litage plan et oblique (rides de courant) puis

→ 2. dépôts des silts et enfin des argiles par décantation.

**Arques-la-Bataille (76)**  
**Limons de débordement**



## 3.4. Les formations fluviales

### Les unités morphologiques transversales d'un cours d'eau et de sa plaine d'inondation (fond de vallée)

#### Le bassin d'inondation

Lors des crues, les eaux sortant du chenal actif inondent les surfaces périphériques qui peuvent être de 2 types :

→ surfaces plates régulières, inondées à chaque crue, puis rapidement drainées et asséchées = plaines d'inondation

→ **zones basses isolées du chenal par des levées et envahies seulement par les fortes crues = bassins d'inondation.**

**Ces bassins, mal drainés, retiennent l'eau et ont caractère lacustre ou palustre (marais).**

Dans les plans d'eau fermés après la crue, les argiles décantent.

L'humidité favorise le développement de la végétation mais ralentit la dégradation des débris :

→ **les sédiments sont riches en matière organique.**

Ils contiennent donc parfois de la tourbe et des coquilles de mollusques.

**Saint-Folquin (62)**  
**Tourbe**



### 3.4. Les formations fluviales

**Les unités morphologiques transversales d'un cours d'eau et de sa plaine d'inondation (fond de vallée)**

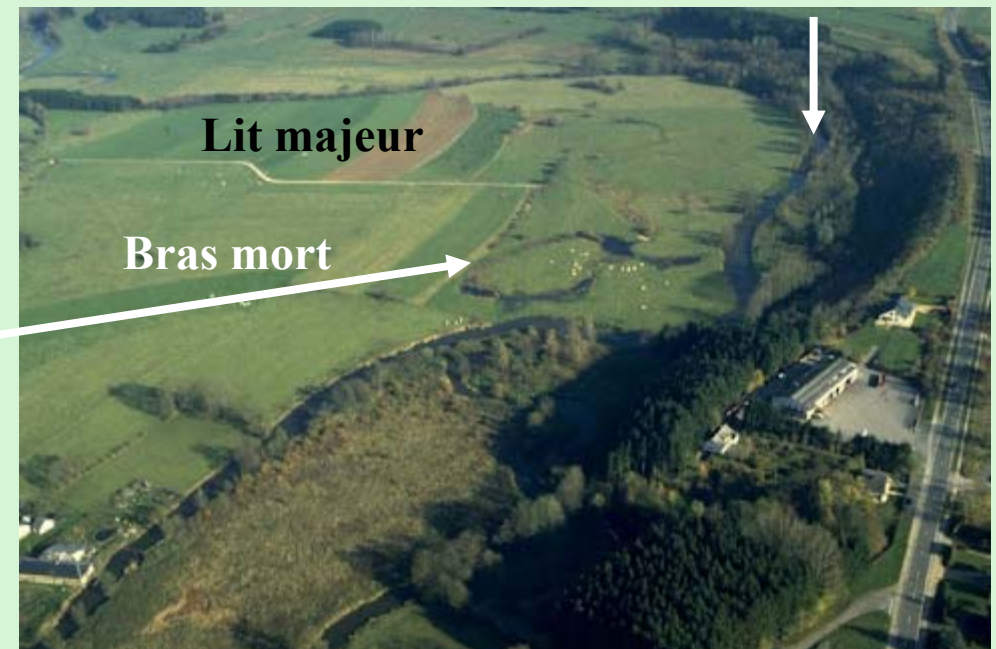
#### *Les bras morts du lit majeur*

→ **ancien chenal isolé de l'écoulement principal mais qui peut réactivé lors de fortes crues ou être alimenté par des sources = *bras mort***

*Sédimentation grossière de fond de chenal (chenal actif) puis fine et parfois tourbeuse*



**Lit mineur (chenal d'étiage)**

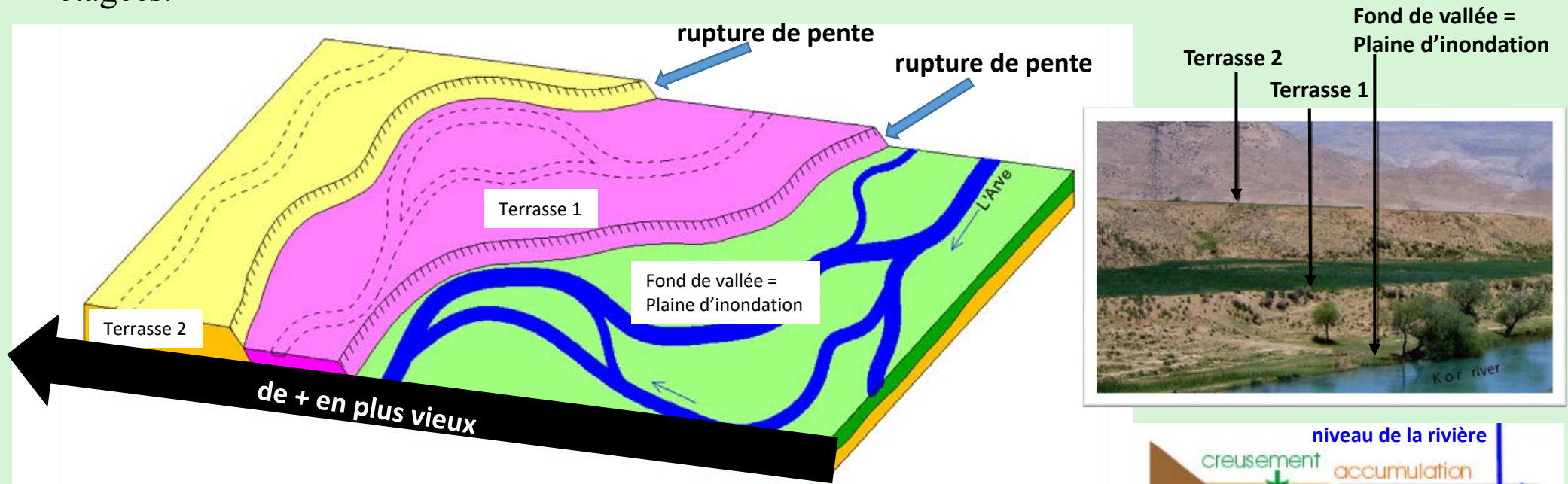


## 3.4. Les formations fluviales

### *Les terrasses fluviales*

Une **terrasse fluviale (ou nappe)** désigne une surface plane située à une position plus élevée que la rivière actuelle (et hors d'atteinte de celle-ci par les crues) indiquant une position antérieure du cours d'eau (ancienne plaine d'inondation désormais perchée).

Les terrasses sont séparées entre elles par une rupture de pente ou talus de terrasse : terrasses étagées.



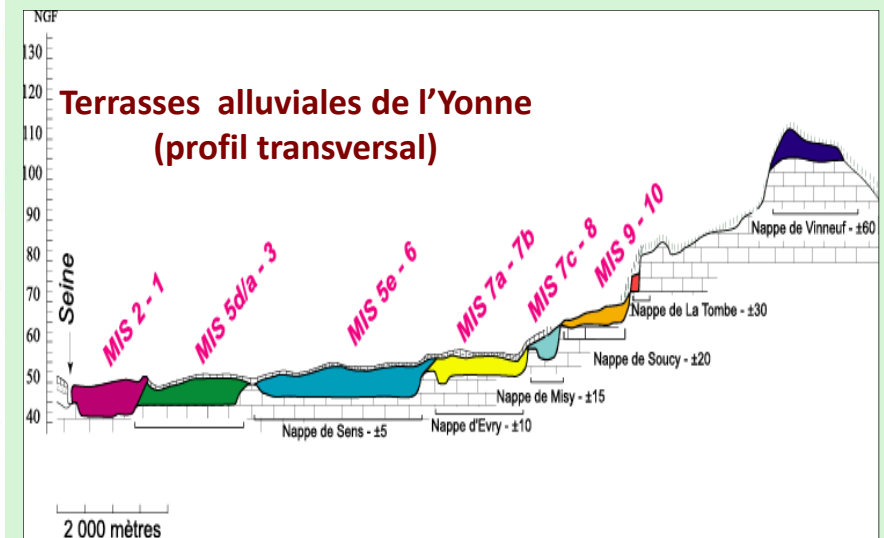
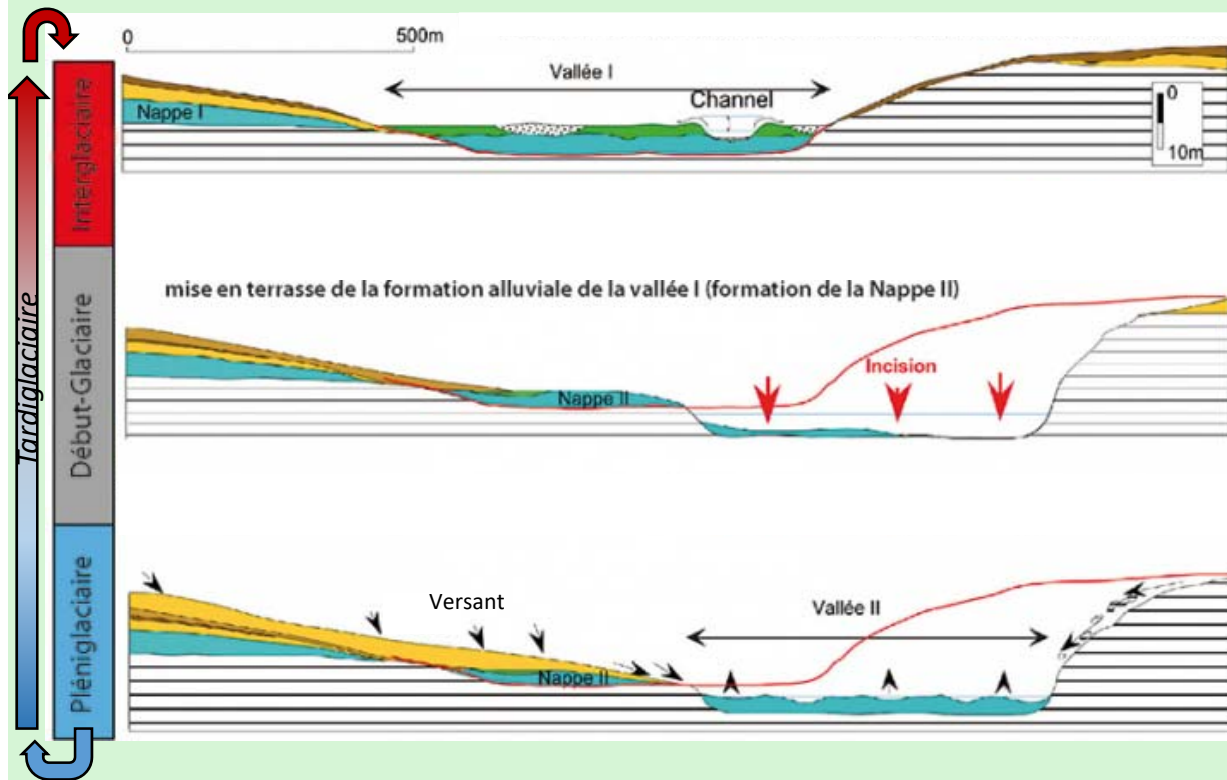
Plus on s'élève dans l'étagement, plus les terrasses sont anciennes car le cours d'eau s'enfonce progressivement en alternant des phases de creusement (incision) et de sédimentation

### 3.4. Les formations fluviatiles

#### *Étagement des terrasses alluviales au Quaternaire et cycles climato-sédimentaires :*

*Les terrasses étagées des grandes vallées fluviatiles vallées de l'Yonne, de la Somme, du Loir, ... correspondent donc à d'anciennes plaines alluviales.*

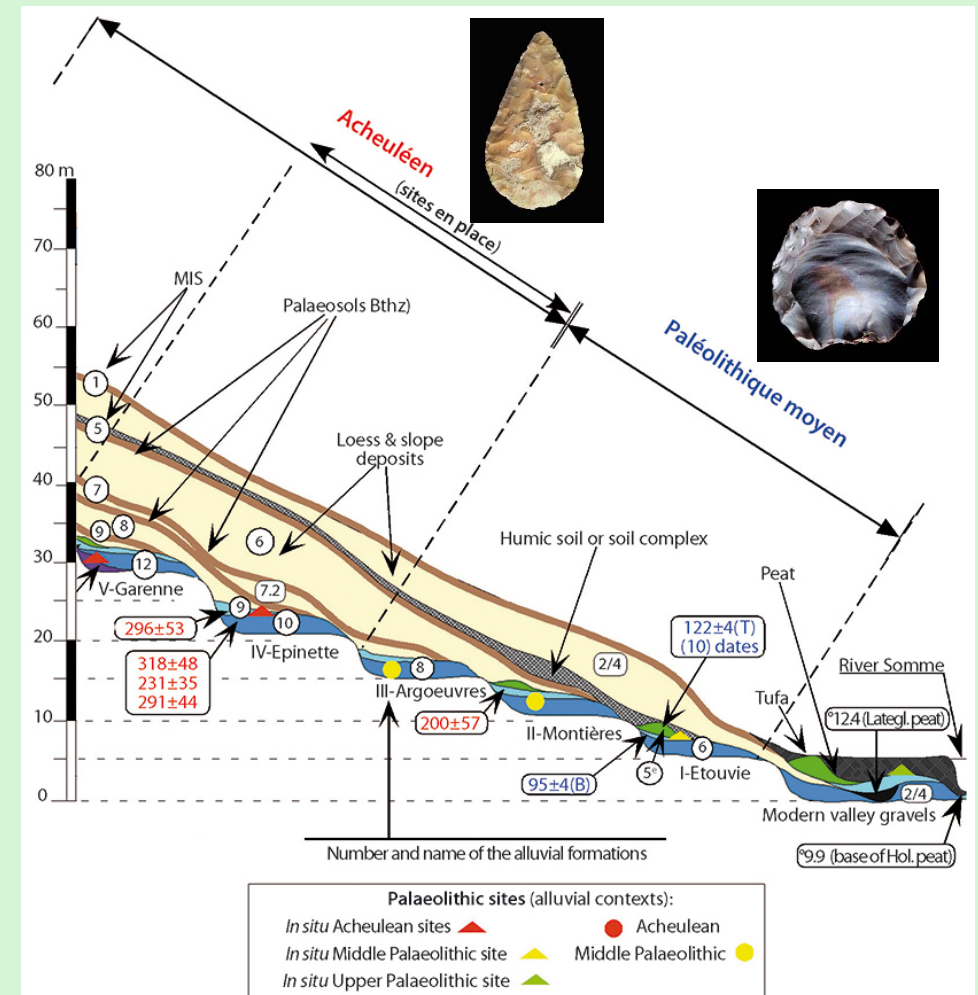
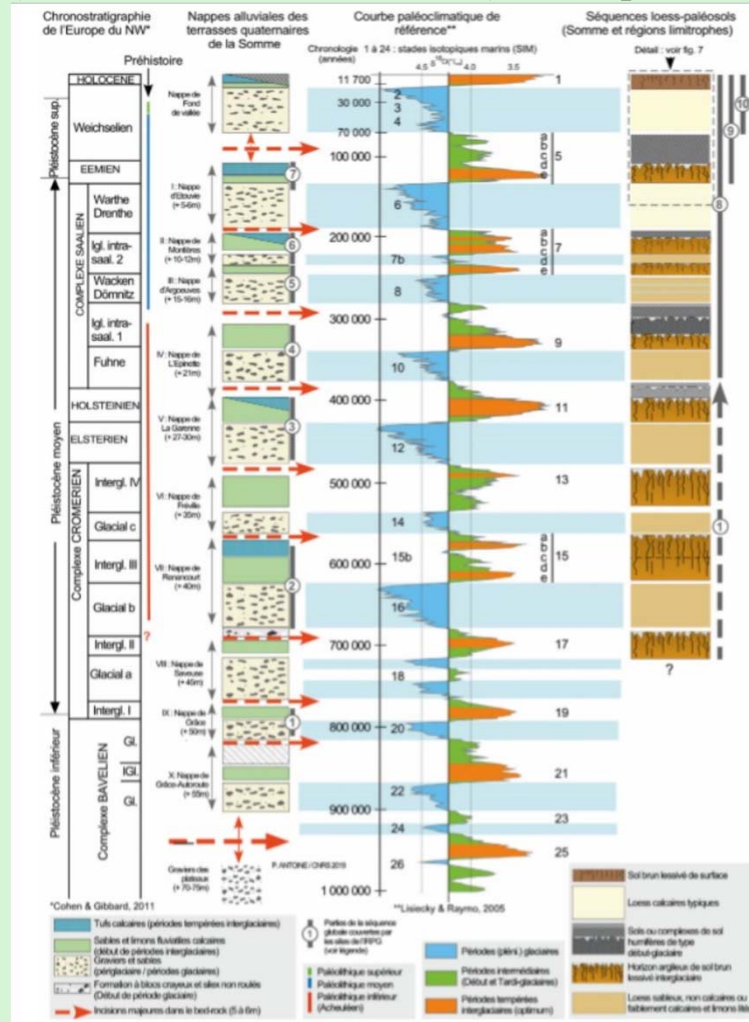
*Elles suivent un modèle d'évolution cyclique à commande climatique car **chaque terrasse** correspond à un cycle comprenant un dépôt de sédiments grossiers lors de la **phase climatique glaciaire**, puis d'un dépôt sédimentaire fins lors de la **phase climatique interglaciaire suivante** (exemple stade isotopique 10-9), l'incision se produisant au début glaciaire (saisons contrastées et humides : climat tempéré mais plus continental)*



### 3.4. Les formations fluviatiles

## Etagement des terrasses alluviales au Quaternaire et cycles climato-sédimentaires :

Datées, elles permettent la constitution de référentiel régional (séquence type, un « stratotype » : exemple nappe d'Etouvie) et de reconstituer les dynamique de peuplement sur 500 000 ans (exemple de la vallée de la Somme) dans leur environnement (climatiques, végétales, ...).





# **Géologie du Quaternaire – Les formations superficielles**

## **Définition du Quaternaire**

### **1. Définition d'un sédiment**

### **2. Le cycle sédimentaire**

#### **2.1. Altération et érosion**

#### **2.2. Transport**

#### **2.3. Sédimentation**

### **3. Principaux types de dépôts**

#### **3.1. Les colluvions et dépôts de versants**

#### **3.2. Les formations littorales**

#### **3.3. Dépôts éoliens continentaux : les lèss - Formes et processus périglaciaires associés**

#### **3.4. Les formations fluviales**

#### **3.5. *Les sols***

### 3.5. Les sols

Les sols = couverture pédologique, il ne s'agit pas uniquement de la terre végétale. (*uniquement dans le cas des lithosols*)

#### Définition de sol par le GIS Sol (2011)

**Couche superficielle des surfaces continentales formée par altération du substrat ou des formations superficielles sous l'action du climat et des organismes vivants.**

→ Il se distingue des altérites et des formations sédimentaires par :

- une association intime de constituants minéraux et organiques (agrégats arrondis)
- l'intensité de l'activité biologique : racines des végétaux, vers de terre.

→ résultent de l'interaction entre des processus physico-chimiques et des processus biologiques = **pédogenèse**.

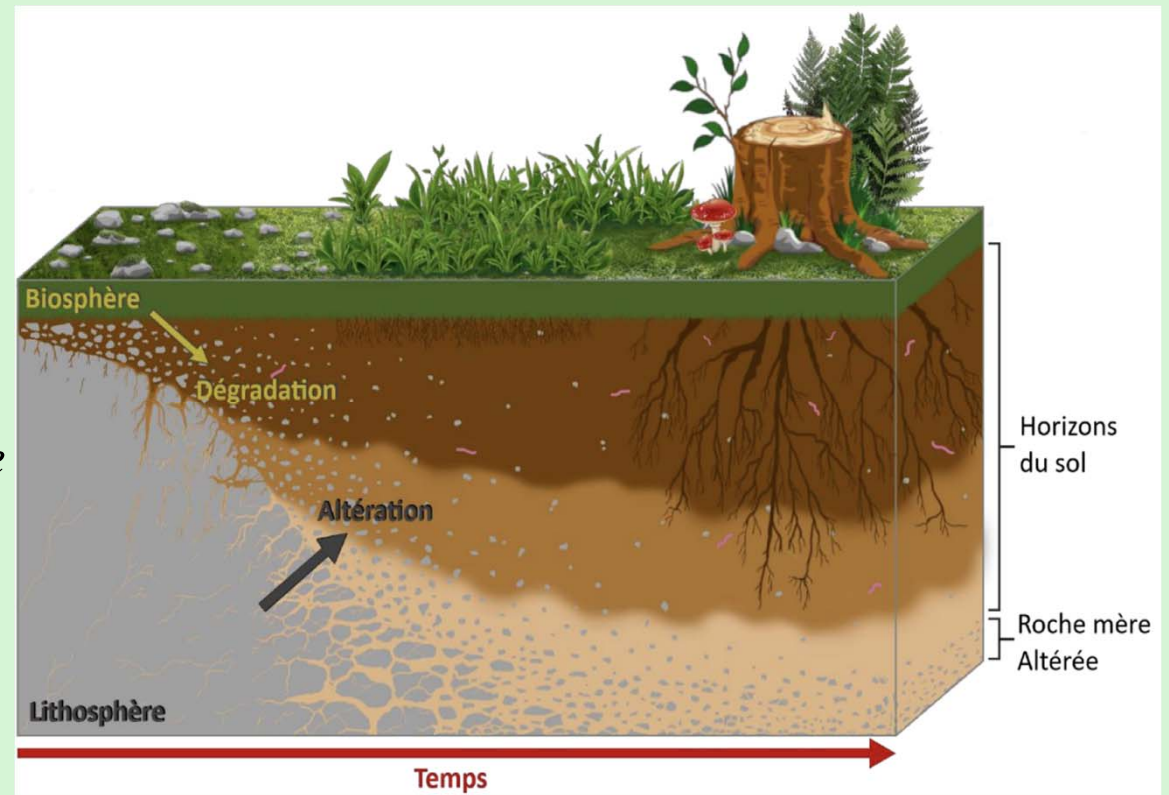


## 3.5. Les sols

### Les processus pédologiques

3 processus principaux permettent l'évolution du sol menant à l'élaboration progressive d'un **profil**.

- l'altération de la roche mère
  - la transformation de la matière organique notamment des végétaux (formation d'humus)
  - l'entraînement mécanique par les eaux de gravité, des particules fines (argiles notamment), le **lessivage**
- profil scindé en **horizons**.



**Sur des formations superficielles, la mise en place d'un sol correspond à un arrêt de la sédimentation laissant la végétation s'installer**

## 3.5. Les sols

### Les horizons.

Il peuvent être plus ou moins différenciés,

Horizon O : horizon organique ou litière de matières végétales et animales transformés en matière organique

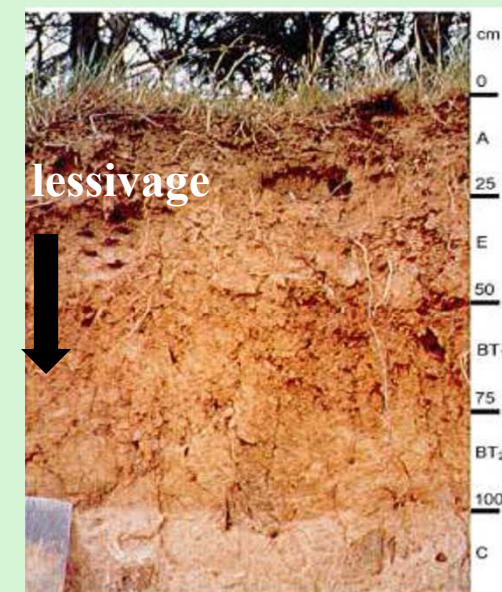
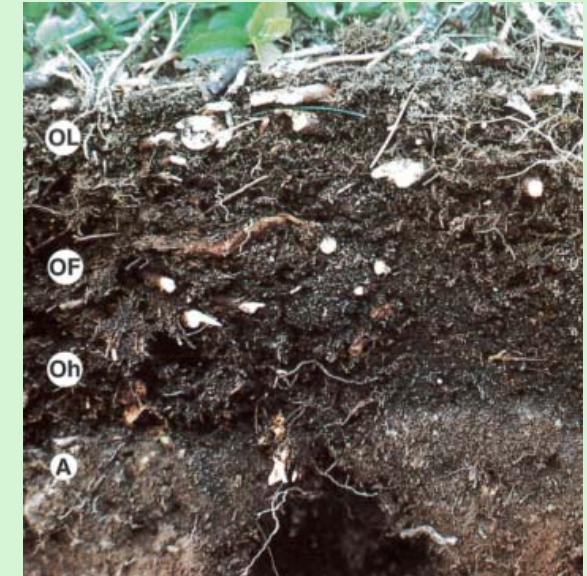
**Horizon A** : horizon organo-minéraux, souvent le premier horizon du sol, couleur sombre (agrégats arrondis)

**Horizon E** : horizon éluvial, appauvri en argiles, couleur assez claire

**Horizon BT** : horizon illuvial, enrichi en argiles ou en matières organiques, structuré (structure par fragmentation : agrégats anguleux)

**Horizon S, R ou M ou C** : roche mère parfois meuble, plus ou moins altérée

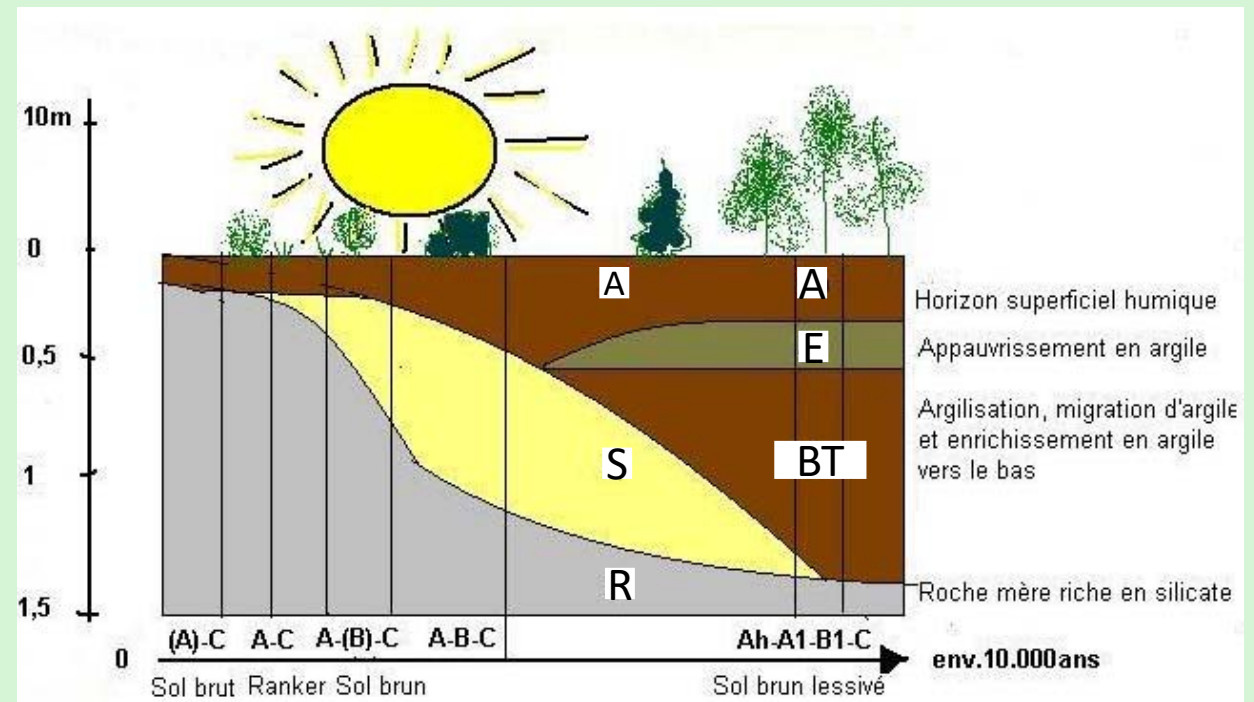
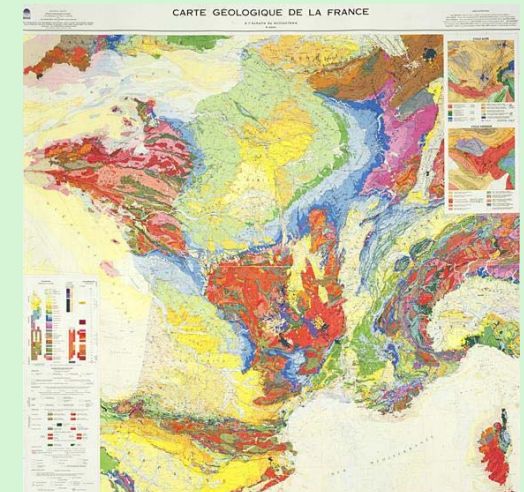
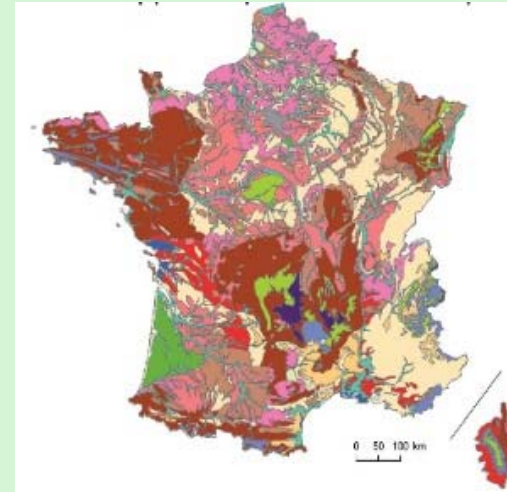
**Horizons particuliers** : **G** ou **g** : gley; **Bca** : accumulation de calcaires sont forme de nodules ou concrétions; **Bh** et **Bp** : accumulations de matières organiques + Al et Fe)



## 3.5. Les sols

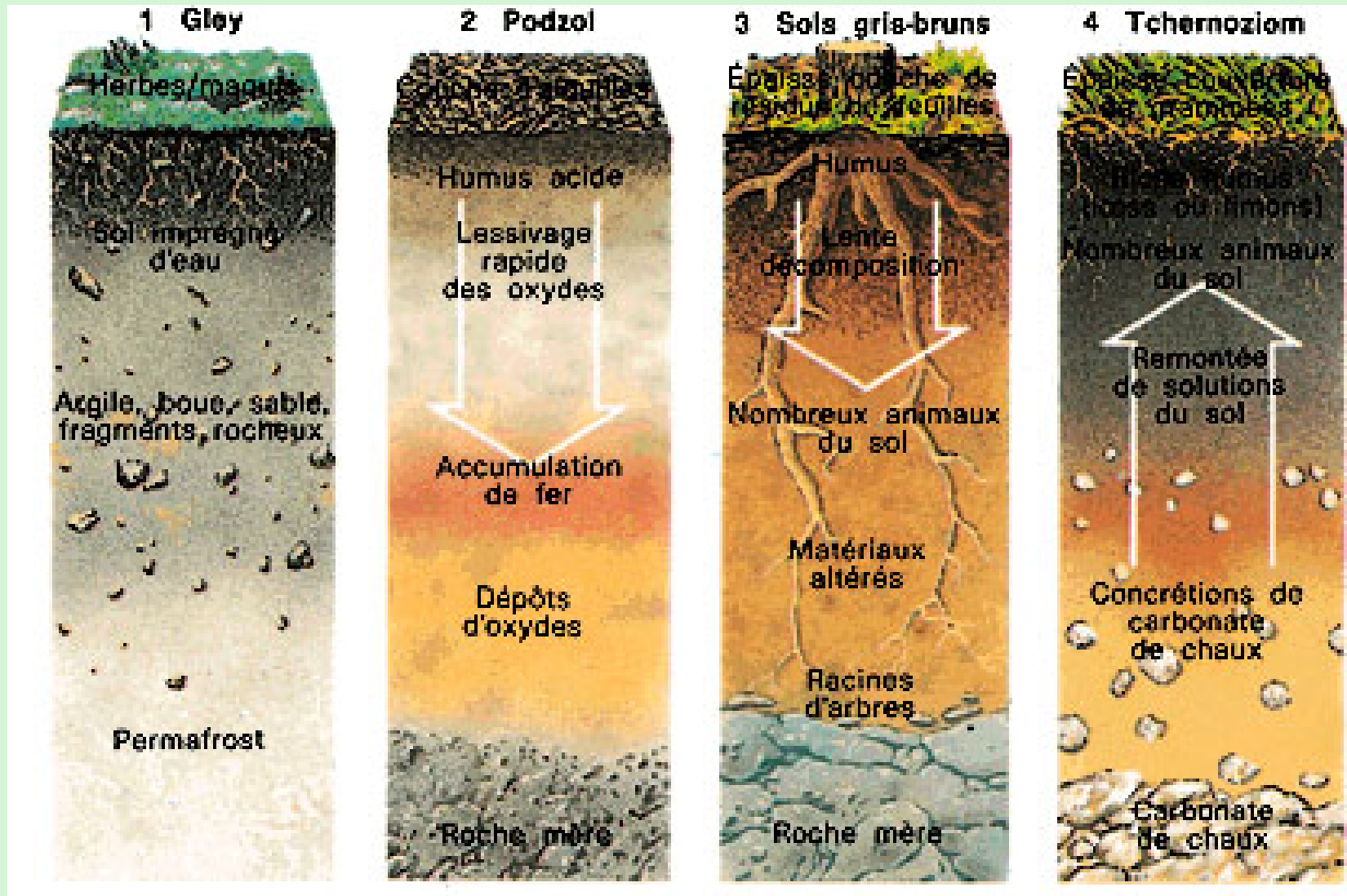
### Les facteurs déterminant les différents types de sols :

- la roche-mère (sédiments, formations superficielles)
- le climat
- le relief
- La présence d'eau (hydromorphie)
- la végétation
- le temps



### 3.5. Les sols

Exemples de types de sols en fonction de l'environnement (végétal, climatique, roche mère,...):



Toundra

Roche mère acide  
Forêt boréale

Forêt de feuillus tempérés  
+ continentales

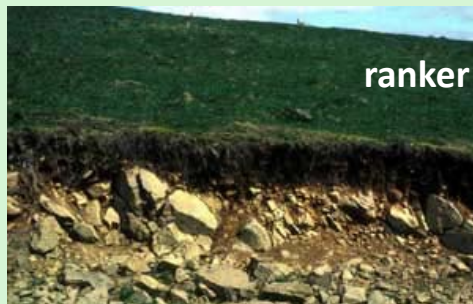
Steppe (humide)

## 3.5. Les sols

### Les paléosols

Il est très important de distinguer si le sol observé est toujours actif, notamment en regardant où se trouve l'horizon A (horizon de surface).

**Des sols anciens, qui ont arrêté d'évoluer par leur enfouissement sous des sédiments plus récents, peuvent subsister dans les séquences stratigraphiques, notamment du Pléistocène.**



## 3.5. Les sols

### Les paléosols

Ces sols anciens ou **paléosols** sont le témoin des conditions climatiques et environnementales qui régnaient lors de leur formation et donc du couvert végétal d'alors. Ils ont ensuite été enfouis sous des sédiments selon le contexte (lœss, colluvions,...) et ne sont plus le témoin des conditions postérieures.

**La reconnaissance de certains paléosols constituent des horizons repères dans les coupes stratigraphiques**, c'est le cas des horizons BT des sols bruns lessivés.

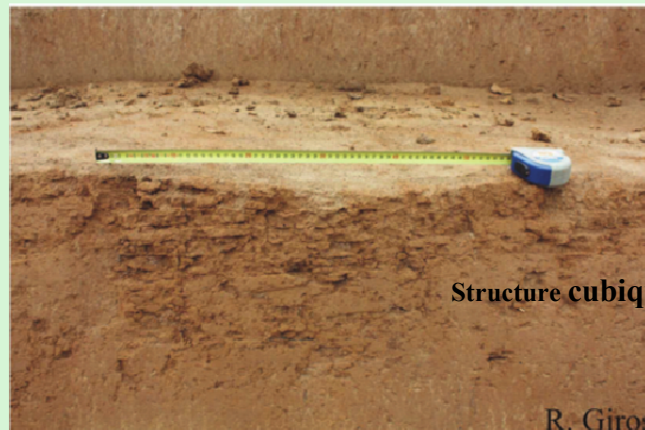
Divers traits sont caractéristiques des horizons BT: couleur brun rouge, structure par fragmentation (agrégats anguleux), glosses, illuviations en bandes



Haute-Normandie (St-Romain de Colbosc)



Langue ou glosse



Structure cubique

R. Giros



Illuviation en bandes

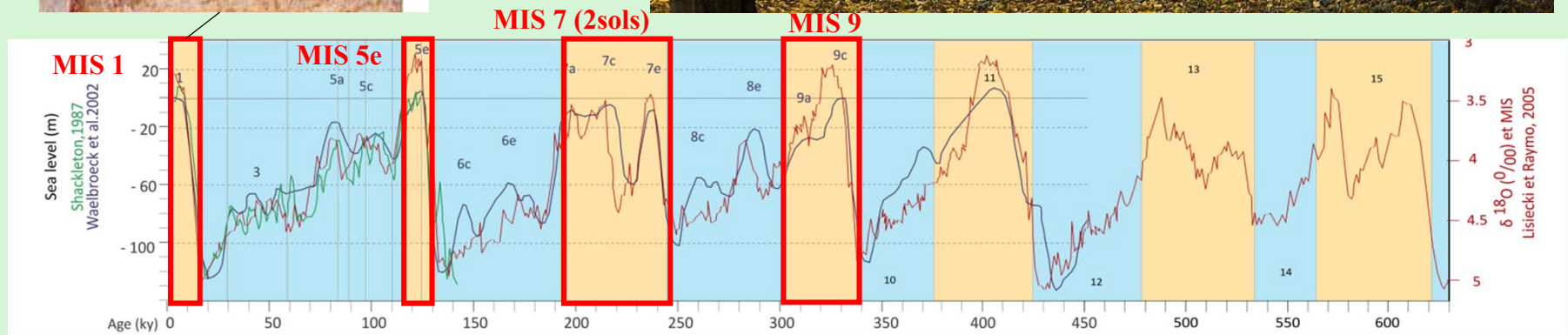
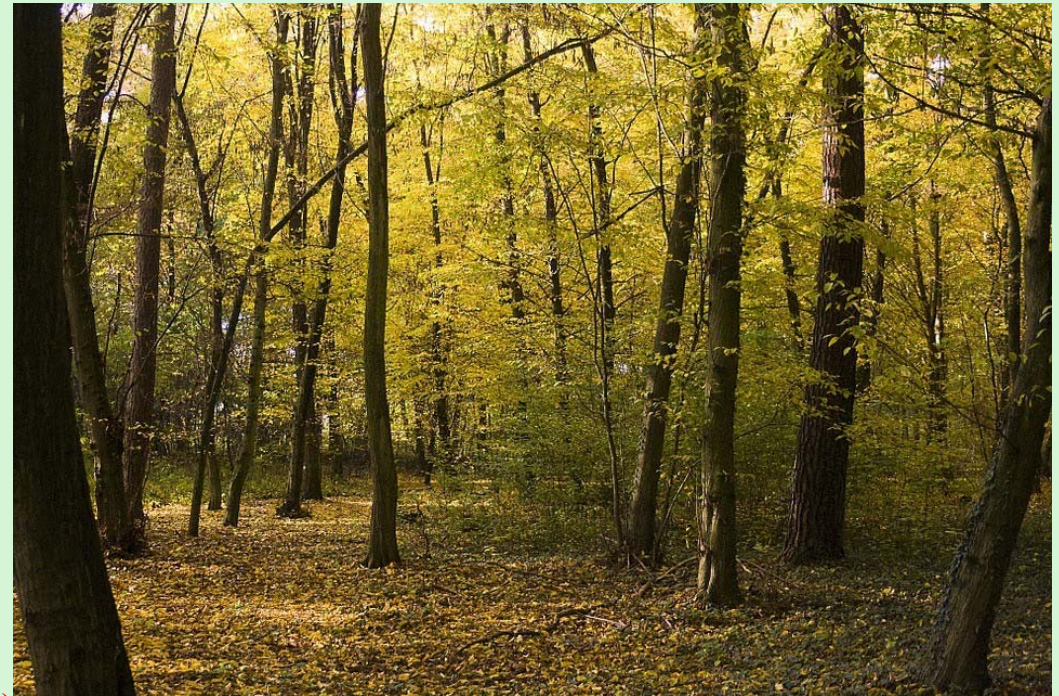
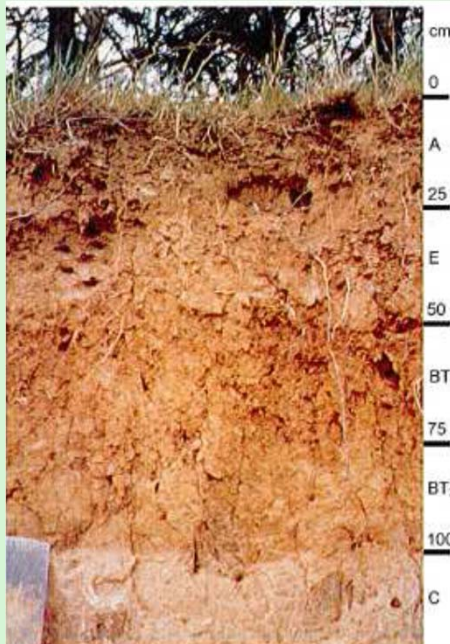


## 3.5. Les sols

### Les paléosols

Les horizons BT des sols bruns lessivés sont caractéristiques des interglaciaires pour le nord-ouest de la France. Ils se sont mis en place sous une forêt de feuillus en climat tempéré

sol brun  
lessivé  
encore actif

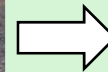


## 3.5. Les sols

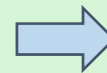
### Les paléosols

**Les sols gris forestiers et humifères steppiques (Chernozem).**

Ils sont caractéristiques des sols de l'entrée en glaciation (Début glaciaire)



**Forêt plus continentale, type Europe de l'est**



**Steppe d'Asie centrale**

**Sol steppique. Etricourt Manancourt (60)**

## 3.5. Les sols

### Les paléosols

Sols très discrets de phases très froides et humides (hydromorphie) en contexte lœssique : **gleys de toundra**



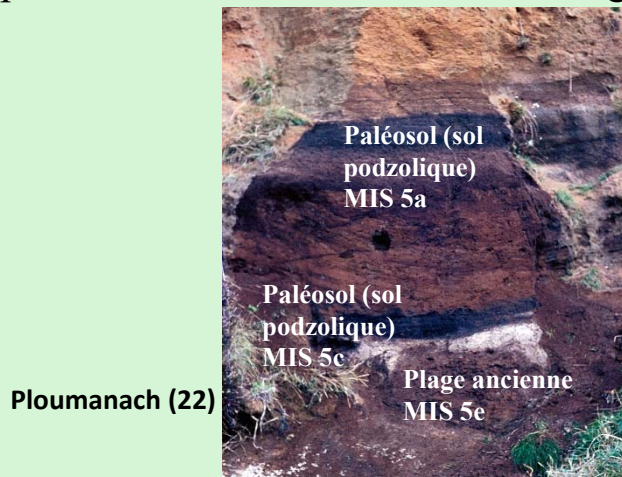
Actuel ou sub-actuel



Précipitation d'hydroxydes de fer sur racines, gley de toundra, Advent, Spitzberg

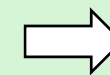


Les **podzols** sont des sols très différenciés, très caractéristiques, très acides, à cause de leur roche mère et à la mise en place d'une végétation de résineux. Les podzols à Ploumanac'h, remplacent les sols gris forestiers, l'équivalent actuel peut être trouvé sur le littoral norvégien



Ploumanac'h (22)

Détail d'un des podzols



Podzol de l'optimum holocène sur le littoral de Norvège

Holocène