

Première approche des notions de géologie-géomorphologie

Cours: notes à lire pour intro au sujet (2h00 max de lecture)

- Les grands types de roches pour acquisition d'un vocabulaire de base et culture générale
- En Belgique: des roches sédimentaires essentiellement (se concentrer sur elles)
- Liens entre la mise en place des régions de Wallonie et les roches qui les composent (terrain)
- Mise en place du réseau hydrographique de l'étage collinéen (commentés sur le terrain)

Sur le terrain:

- échanges et discussions relatives à la lecture des notes (au départ et en cours de journée)
- la genèse et le devenir de ces roches, à lier aux paysages traversés
- un parcours de découverte d'une dizaine de roches sédimentaires différentes via divers affleurements accessibles en vallée et sur plateau
- observation de phénomènes géomorphologiques bien typés caractérisant 3 régions naturelles dont la dynamique sera interprétée
- but final: compréhension de la manière dont se façonnent les paysages de l'étage collinéen et qu'ils évoluent sous nos yeux en direct



© Yves Camby, Cercles des Naturalistes de Belgique asbl (mars 2022)

photos: Nasa F. Gov, Y. Camby et MC. Lacroix

La Terre est une planète tellurique.

Des matériaux rocheux solides constituent sa surface sur des épaisseurs de plusieurs kilomètres (planchers océaniques) ou dizaines de kilomètres (sous les continents) C'est la lithosphère.

Des reliefs d'altitudes et de formes diverses s'y développent et contiennent dans leurs creux topographiques, des cours d'eau, des retenues d'eaux douces de divers types, puis des mers et des océans salés. Les zones de haute altitude ou de hautes latitudes retiennent le plus souvent de l'eau douce gelée: glaciers, névés, inlandsis, banquise.

Une atmosphère gazeuse sépare sa surface de l'espace sur une épaisseur de quelques dizaines de kilomètres mais l'essentiel de la masse gazeuse, de la vapeur d'eau et des météores divers s'étale de la surface jusqu'à 11 km d'altitude: c'est la troposphère, la zone du temps (météo).

Sous la lithosphère dont la majeure partie continentale est faite de granites, le manteau supérieur et le manteau inférieur, chauds (2000°C à 3000°C) et plastiques brassent la chaleur interne de la terre, générant des mouvements de convection qui entraînent les fragments de continents et planchers océaniques dans des mouvements appelés mouvements tectoniques. Ils assurent aussi de ce fait des apports de matériaux (basaltes par ex.) et minéraux à la surface via divers types de volcanisme.

A l'opposé, il existe des zones dites de subduction où les matériaux de surface sont entraînés dans le manteau et sont ainsi recyclés par une refonte mantellique.

Des mouvements divers des plaques océaniques et continentales naissent des zones de fractures et de collisions qui vont générer différents types de reliefs, zones de dissipation de l'énergie cinétique, fractures émissives, volcans,... parfois à bonne distance des points de contacts ou de ruptures. C'est la tectonique des plaques qui dynamise ainsi les flux des matériaux qui vont former diverses roches une fois refroidis, altérés, remaniés,...



Photo NASA: détroit de Gibraltar et Méditerranée vue depuis Endeavour



Un volcan d'Islande (Eyjafjallajokull) a émis des matériaux basaltiques (toujours très foncés) et ceux-ci ont été soumis à l'action des agents de l'érosion une fois retombés: fragmentés, réduits, émoussés, déplacés maintes et maintes fois. Ainsi par exemple ce galet repoussé sur une plage de graviers/galets basaltiques et noirs en est le témoin.



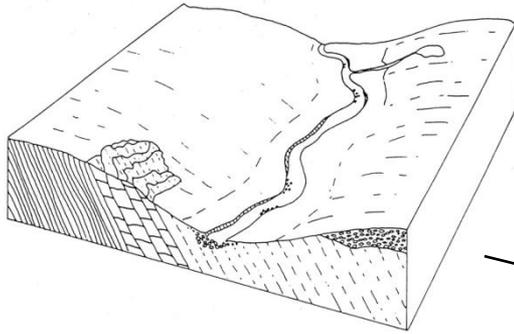
En Hautes Pyrénées, la collision tectonique entre l'Afrique et l'Europe a généré des forces qui ont permis l'élévation de divers terrains, granitiques, sédimentaires... à l'image de ces granites du col de Bastanet (Néouvielle). Aujourd'hui, ces roches sont démantelées par l'action climatique (alternances gels/dégels surtout), un peu celle de l'eau qui agit chimiquement sur certains minéraux des roches et enfin la gravité qui éboule, casse, transporte petit à petit ces matériaux vers l'aval.



Dans nos régions, les climats adoucis qui ont succédé à la dernière glaciation ont autorisé la croissance de forêts qui ont généré des sols. Intermédiaires entre les roches-mères qui leur confèrent des caractéristiques chimiques et le monde vivant et l'atmosphère qui contribuent aussi à les dynamiser et à les caractériser, les sols cachent ces roches qui constituent le fondement de nos régions. La surface topographique relativement plane, même si elle ondule quelque peu, sur laquelle ces sols ont pu se former résulte elle-même des forces tectoniques et de la puissance érosive des climats antérieurs.

Le Pays mosan vu d'Ardenne condrusienne à Huy. (cf notre sortie)

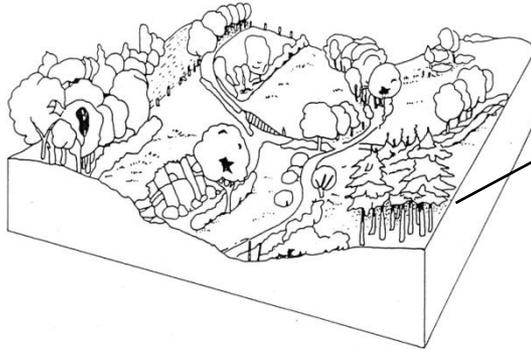
Où sont les roches ?



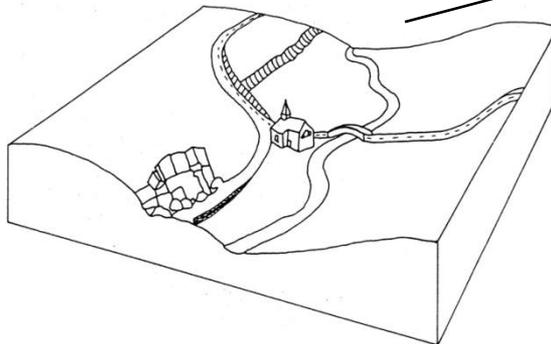
un paysage:

A la surface des continents, un paysage peut être vu comme une combinaison originale de 3 structures, chacune dotée d'une vitesse d'évolution qui lui est propre:

- Un support physique (biotope) qui évolue en quelques millions d'années. C'est le rythme géologique; celui qui façonne les roches, modèle les reliefs et déplace les masses minérales. Les roches sont ses caractéristiques principales, assorties de l'altitude, l'exposition, ...



- Sur ce biotope on constate l'établissement de communautés d'êtres vivants (biocénoses) qui se modifient en décades ou siècles. Elles sont étroitement liées aux biotopes de part leurs adaptations aux particularités de ceux-ci et agissent sur eux tout autant que ces biotopes exercent une pression évolutive sur ces êtres vivants. Ils sont en coaction permanente.



- Relativement récent dans la biosphère et donc dans les paysages, l'être humain a pour particularité d'être très interactif avec les biotopes et les communautés vivantes qui les occupent. De ces actions, les paysages sont souvent fort altérés dans leur naturalité. Ces actions anthropiques, aussi diversifiées que les cultures humaines, sont rapides au regard des rythmes naturels: l'être humain est considéré de part son action sur le climat mondial comme une force géologique capable d'amener des changements radicaux dans la biosphère et partant, sur la lithosphère à terme également.

Dessins: spw DGO Aménagement du Territoire



une roche:

- matériau constitutif des parties solides de la Terre et de corps célestes;
- assemblages d'un ou de plusieurs minéraux, cristallisés ou vitreux;
- plus ou moins dures et cohérentes, parfois plastiques, parfois meubles;
- parfois faites de matériaux visqueux ou liquides (hydrocarbures = roches);
- apparentes, accessibles ou recouvertes par les sols, les eaux, divers dépôts.

Si formées à la surface de la terre: roches exogènes

- ✓ faites d'accumulations de débris minéraux, de coquilles, ou de précipitations chimiques: roches sédimentaires
- ✓ faites des restes non dissous de roches préexistantes: roches résiduelles

Si formées à l'intérieur de la Terre, à t° et pression élevées: roches endogènes

- ✓ Roches magmatiques: résultent de la solidification de magmas
 - ayant refroidi et cristallisé au sein de la lithosphère: r. plutoniques
 - ayant refroidi et solidifié à la surface de la lithosphère: r. volcaniques
- ✓ Roches hydrothermales: formées à partir de gaz ou solutions chaudes en relation étroite avec le magma qui précipitent et déposent, encroûtent,...

Si recristallisations et réorganisation des éléments minéraux sous l'influence des températures et pressions élevées: roches métamorphiques

- ✓ Toute roche peut subir le métamorphisme.

3 roches sédimentaires mais bien différentes: 1) poudingue lochkovien du bassin de Dinant, 2) sable meuble du Cap Blanc Nez, 3) calcaire récifal de Senzeilles (Philippeville) Photos: Y. Camby



Principaux types de roches

1 - Roches magmatiques (= r. ignées = r. endogènes)

- ✓ résultent de la cristallisation par refroidissement du magma (= bain silicaté en fusion)
 - ✓ 65 % en volume des croûtes continentales et océaniques
 - ✓ sont à l'origine de presque toutes les autres roches puisque au départ de leurs minéraux
- roches ignées de surface (= roches extrusives, effusives, volcaniques, ...), formées par refroidissement rapide de laves en surface à l'air libre ou sous eau. Souvent, les cristaux n'ont pas le temps de se former (roches vitreuses).
 - roches ignées de semi-profondeur (= roches intrusives hypovolcaniques, périplutoniques,...) ←
se présentent souvent sous forme de filons intercalés dans des formations rocheuses diverses, diverses cristallisations de certains de leurs composants peuvent avoir eu lieu.
 - roches ignées de profondeur (= roches intrusives plutoniques)
formées à l'issue d'un lent refroidissement qui autorise la croissance de gros cristaux dans leur masse.

origine ½ profondeur: dyke de Pitet photo:Y. Camby

Origine profonde: granite rose du Cotentin photo:Y. Camby



Quelques configurations possibles et appellations de la configuration des roches magmatiques

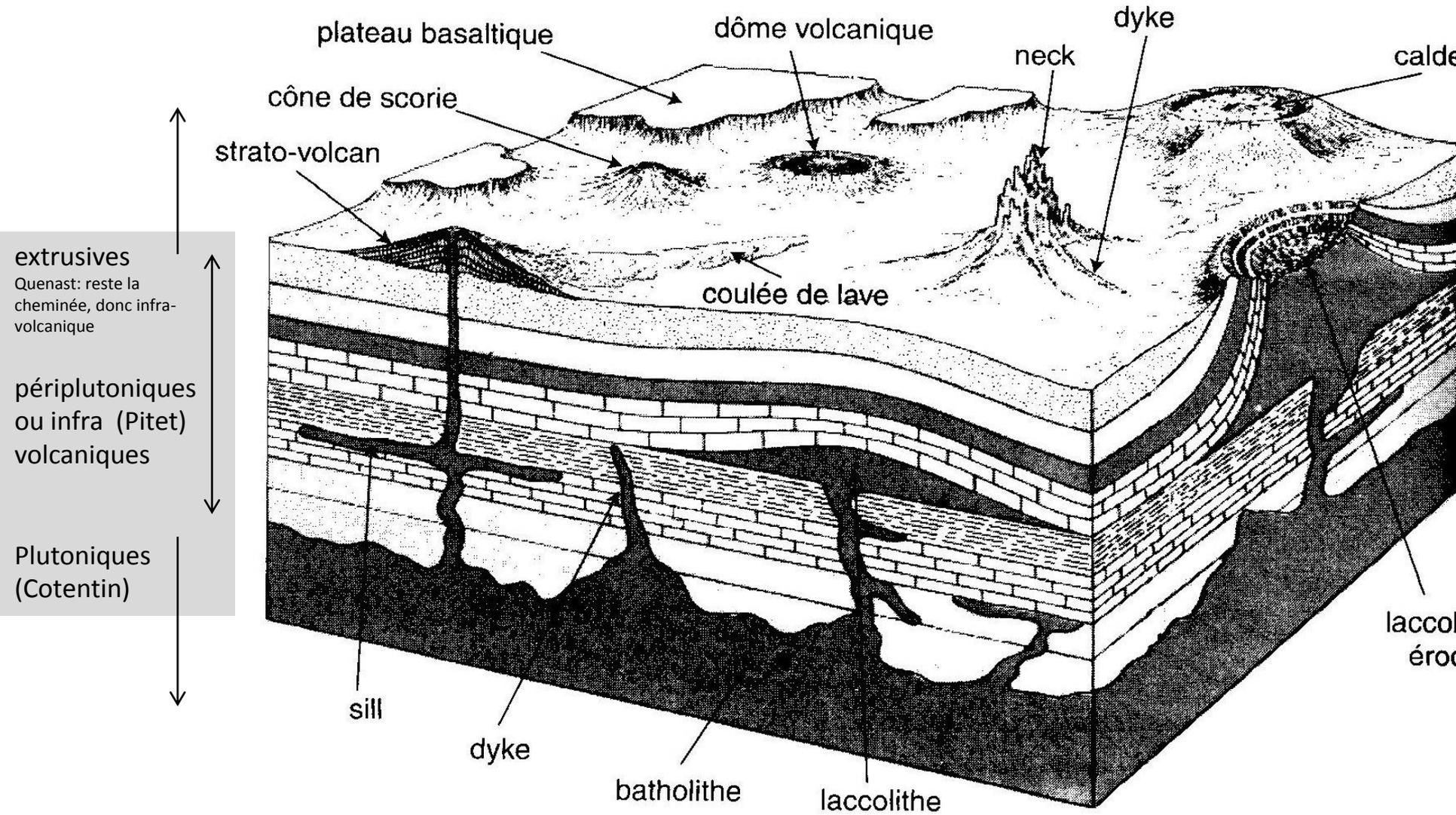


Tableau simplifié des principales roches magmatiques :

J-F. Hody, assistant au Centre Marie-Victorin

COMPOSITION		ACIDE (excès en SiO ₂)		NEUTRE		BASIQUE (déficit en SiO ₂)	ULTRABASIQUE
		ORIGINE - TEXTURE					
ROCHES INTRUSIVES	Cristallisation en profondeur - Grenue	Roches plutôt claires		Syénite	Diorite	Gabbro	Péridotite
	Cristallisation à demi-profondeur - Microgrenue	Granite 	Microgranite	Microsyénite	Microdiorite	Dolérite (Diabase)	
ROCHES EXTRUSIVES	Masse de la coulée - Semicristalline ou microlitique	Rhyolite	Trachyte	Dacite		Basalte 	Kimberlite
	Surface de la coulée - Vitreuse	Obsidienne Pechstein Ponce	Andésite		Obsidienne Ponce	Roches plutôt sombres	

2 – roches sédimentaires

- 10% du volume de la croûte terrestre, mais 75 % de sa surface

- roches sédimentaires détritiques:

générées par l'accumulation des produits d'altération et de désagrégation d'autres roches, transportés et déposés dans des zones de sédimentation (bassins océaniques, lacs, lagunes, vallées...) le plus souvent avec l'eau comme agent de désagrégation et surtout de transport. Parfois, d'origine éolienne pour le transport et le dépôt (loess).

- roches sédimentaires physico-chimiques et biogènes:

pas de roche pré-existante, elles résultent du déplacement d'équilibres chimiques sous différentes pressions et températures, concentrations, interaction avec le vivant, ... (travertins, anhydrites,...) et de débris de parties minérales d'êtres vivants (récifs coralliaires, craies...).

- il arrive que certaines roches carbonatées mixent les deux types (récif corallien par ex.)

Photos (Y. Camby):

Une roche meuble en dépôt encore meuble : plage et baie sableuse en Cotentin.

Un dépôt de travertin vieux de 7 à 10 000 ans dans la vallée du Hoyoux. Ces précipitations chimiques (= « tartre » ?) sont encore actives et s'accumulent de nos jours .

Un récif coralliaire du Dévonien à Philippeville: débris coquillers, coraux, éponges,... et charges argileuses constituent cette colline appelée bioherme en géologie. C'était une carrière de « marbre » rouge (attention, pas de vrai marbre en Belgique) photo: MC. Lacroix.



Vitesses de sédimentation

taux de sédimentation (en cm/1000 ans)

Bassins profonds

Argile rouge des grands fonds

0,01

0,02

Vases à radiolaires

0,03

0,06

Hémipélagites

0,02

1

Vases carbonatées (nano et microfossiles)

0,08

1

Vases à diatomées

0,1

1

Turbidites

10

1000

Plates-formes et bassins épicontinentaux

Plates-formes de mers froides

1

15

Plates-formes de mers chaudes

15

100

Deltas

10

1000

Récifs

50

1000

Évaporites

1000

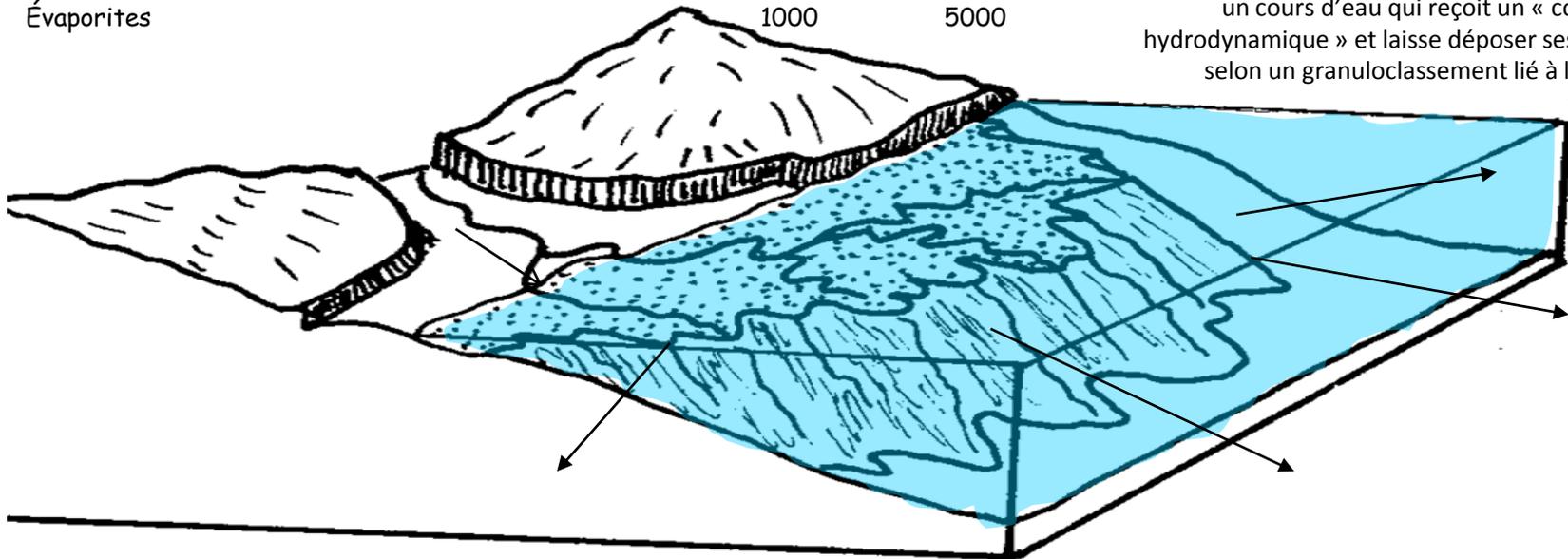
5000

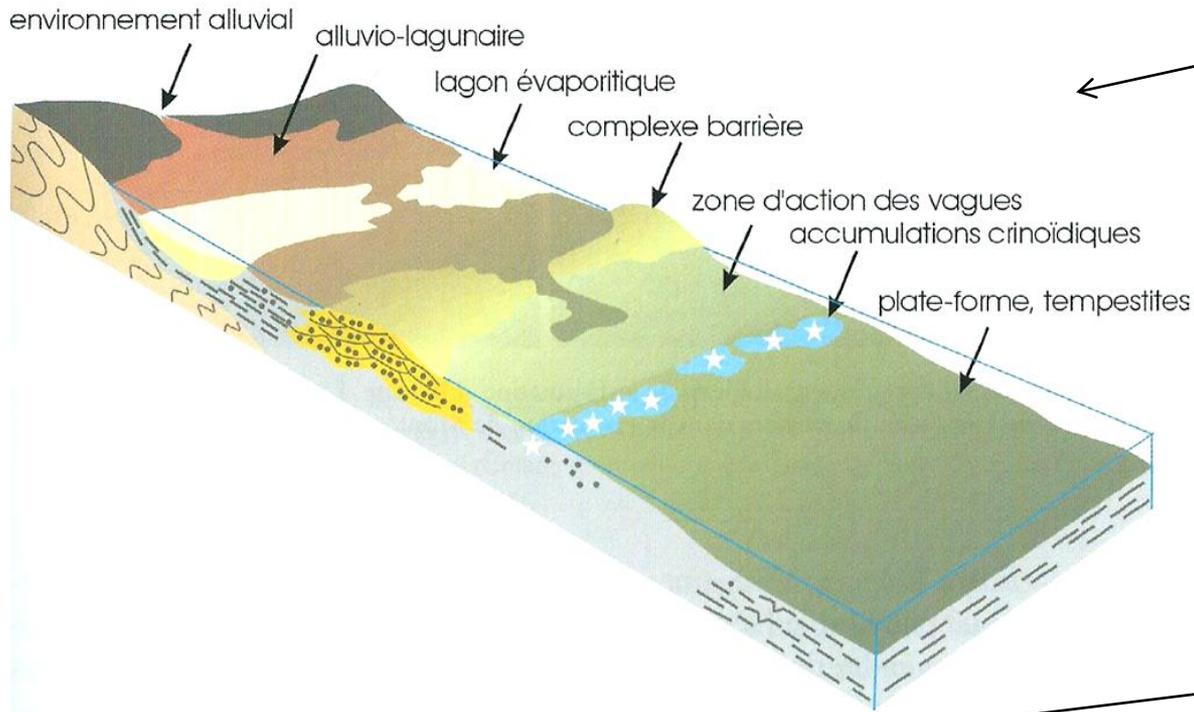
L'eau constitue l'agent de transport principal des débris divers qui vont former les accumulations qui, une fois tassées et indurées (donc durcies et devenues cohérentes), vont former les roches sédimentaires en couches (strates) déposées successivement les unes sur les autres.

On parle de bassins de sédimentation, de zones de dépôts, de deltas...

Ces dépôts peuvent aussi remplir des vallées si les rivières du continent ne sont pas assez compétentes pour charrier l'ensemble des débris.

Schéma: évocation de l'arrivée de sédiments via un cours d'eau qui reçoit un « coup de frein hydrodynamique » et laisse déposer ses sédiments selon un granuloclassement lié à la vitesse, la turbidité, ...





Différents types de roches se formeront à partir des configurations particulières des zones de dépôt. Nous les évoquerons une fois en présence de leurs affleurements sur le terrain.

Une fois déposées et subissant les pressions des accumulations qui se succèdent, les roches meubles deviennent cohérentes par l'action des processus d'induration.

Diverses strates de calcaires (boues, vases,...) indurées du bassin sédimentaire de Namur (Fort de Huy)



Des sédiments meubles constituent les rives et remplissent le fond de vallée du lit majeur de la Meuse à la sortie d'Andenne. Le lit de cailloux roulés actuel du fleuve est bien visible au niveau de l'eau. Photos: Y. Camby

Schéma: F. Boulvain ULG

Tableau des principales roches sédimentaires de nos régions. (celles marquées d'un * seront observées en sortie du CS1-3-3)
(tableau simplifié)

	roches conglomératiques	roches siliceuses	roches argileuses	roches calcaires	roches combustibles
	origines diverses	SiO ₂	SiO ₂ Al ₂ O ₃ xH ₂ O	CaCO ₃	C
	<p>—————> éléments de plus en plus petits, du cm au micron —————></p>				
r. meubles	gravier *	sable blanc sable coloré *	kaolin argile colorée	craie tuffeau	tourbe
fusion partielle ↓ cimentation			limon *	marne	
r. cohérentes	poudingue * brèche * conglomérat *	grès *	macignos		lignite houille
			shale *	calcaire *	
			psammite *	calcshiste	
fusion totale ↓ recristallisation					
= roches ↓ métamorphiques	poudingue à ciment cristallin	quartzite *	shiste ou ardoise ou phyllade	marbre	graphite
			quartzophyllade	marmaréophyllade	

ROCHES SÉDIMENTAIRES :

Une autre manière de nommer les roches sédimentaires: **nature et dimensions**

(Tableau simplifié, J-F. Hody, assistant au Centre Marie-Victorin)

CLASSIFICATION		MEUBLES	COMPACTES	INDURÉES
Roches détritiques terrigènes	Rudites ($\varnothing > 2\text{mm}$)	Galets (arrondis) Graviers (anguleux)		Conglomérats : Poudingues Conglomérats : Brèches
	Arénites ($62,5 \mu\text{m} < \varnothing < 2 \text{mm}$)	Sables grossiers, moyens, fins		Grès à ciment siliceux : quartzite Grès à ciment ferrugineux Grès à ciment micacé : psammite Grès à ciment argilo-calcaire décarbonaté (fossilifère) : grauwacke Grès à ciment calcaire : macigno Grès à ciment feldspathique : arkose
	Lutites ou Pélites ($\varnothing < 62,5 \mu\text{m}$)	Silts ou Limons ($> 3,9 \mu\text{m}$) Argiles ($< 3,9 \mu\text{m}$)	Argilites	Siltites Shales, schistes « argileux »
Roches détritiques organogènes	Siliceuses Végétales Calcaires	Diatomites Sables coquilliers Tourbes Boues calcaires Boues calcaires à coquilles	Lignites Craies (coccolithes)	Diatomites Grès coquilliers Houilles Craies, Calcaires fins Lumachelles
Roches détritiques mixtes	Argilo-calcaires	Marnes		Calcshales Calcaires argileux
Roches organogènes construites	Récifs coralliaires Croûtes algaires Prairies à crinoïdes			Calcaires construits Calcaires construits Calcaires crinoïdiques
Roches d'origine chimique	Milieu continental Milieu marin			Travertin Concrétions karstiques Calcaires oolithiques Silexites sédimentaires (cherts, phtanites) Évaporites (gypse, sel gemme)

3 – roches métamorphiques

- 25% du volume de la croûte terrestre
- formées par l'évolution d'une roche préexistante à l'état solide sous l'influence de températures, de pressions élevées et parfois de contraintes tectoniques, générant la cristallisation de nouveaux minéraux (appelés néoformés) et formant des textures très différentes de la roche originelle. Les cristaux de la roche indurée qui subit le métamorphisme peuvent aussi se réorienter; leur grand axe étant positionné perpendiculairement au sens des pressions. Souvent aussi, le métamorphisme entraîne une fissuration des strates appelées alors schistosité. Elle aussi pourra indiquer le sens des pressions; le plan de schistosité lui étant perpendiculaire.
- Le plus souvent, le métamorphisme est généré par l'accumulation de dépôts sur des dépôts antérieurs dans les bassins de sédimentation. Imaginer la pression que 5 km de roches exercent en dessous d'elles ! C'est la pression lithostatique; elle donne des structures orientées et minéraux denses.
- gradient naturel de température : $+3^{\circ}\text{C}/100\text{m}$. De 100°C à 200°C et 1kbar forment déjà des minéraux anhydres (l'eau est expulsée) non seulement des espaces interstitiels entre les grains, mais les minéraux peuvent perdre leur eau ou former de nouvelles cristallisations. ex: $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ albite \longrightarrow pyroxène $\text{NaAlSi}_2\text{O}_6$ + quartz SiO_2
- apports hydrothermaux et durées temporelles produisent une diversité importante de roches métamorphiques.
- jusqu'à 600°C et pressions très fortes des dizaines, voire centaines de bars, sont à l'œuvre dans nos régions
- Il existe aussi du métamorphisme de contact (cuisson sur site) lors d'infiltrations de roches plutoniques par ex.
- Remarquons encore que bon nombre de roches cohérentes rencontrées en affleurements de surface aujourd'hui ont déjà subi un léger métamorphisme. On peut dire qu'il a été interrompu par exemple par l'érosion des dépôts susjacentes enlevés par l'érosion simultanée à une montée tectonique. (Discussions et rencontres sur le terrain). On parlera par exemple de grès légèrement métamorphisés, mais pas encore de quartzites dans le Dévonien inférieur du Condroz.

Quelques exemples de « phénomènes »



← La lithologie ardennaise est essentiellement métamorphique. Ici phyllades ou schistes ardoisiers (synclinorium de Neufchâteau)



→ Un poudingue (Malmédy) montre clairement de gros cailloux roulés pris dans une gangue de matériaux plus fins, le tout induré et imbriqué



← Un métamorphisme de contact sur un quartzite d'Ardenne condrusienne: une fine pelure de roche fondue et striée lors d'un glissement d'une strate sur une autre.



→ Une roche résiduelle (un grès coquiller) laisse deviner un segment de crinoïde (lys de mer) qui a été dissout; son carbonate de calcium emporté par l'eau acide.



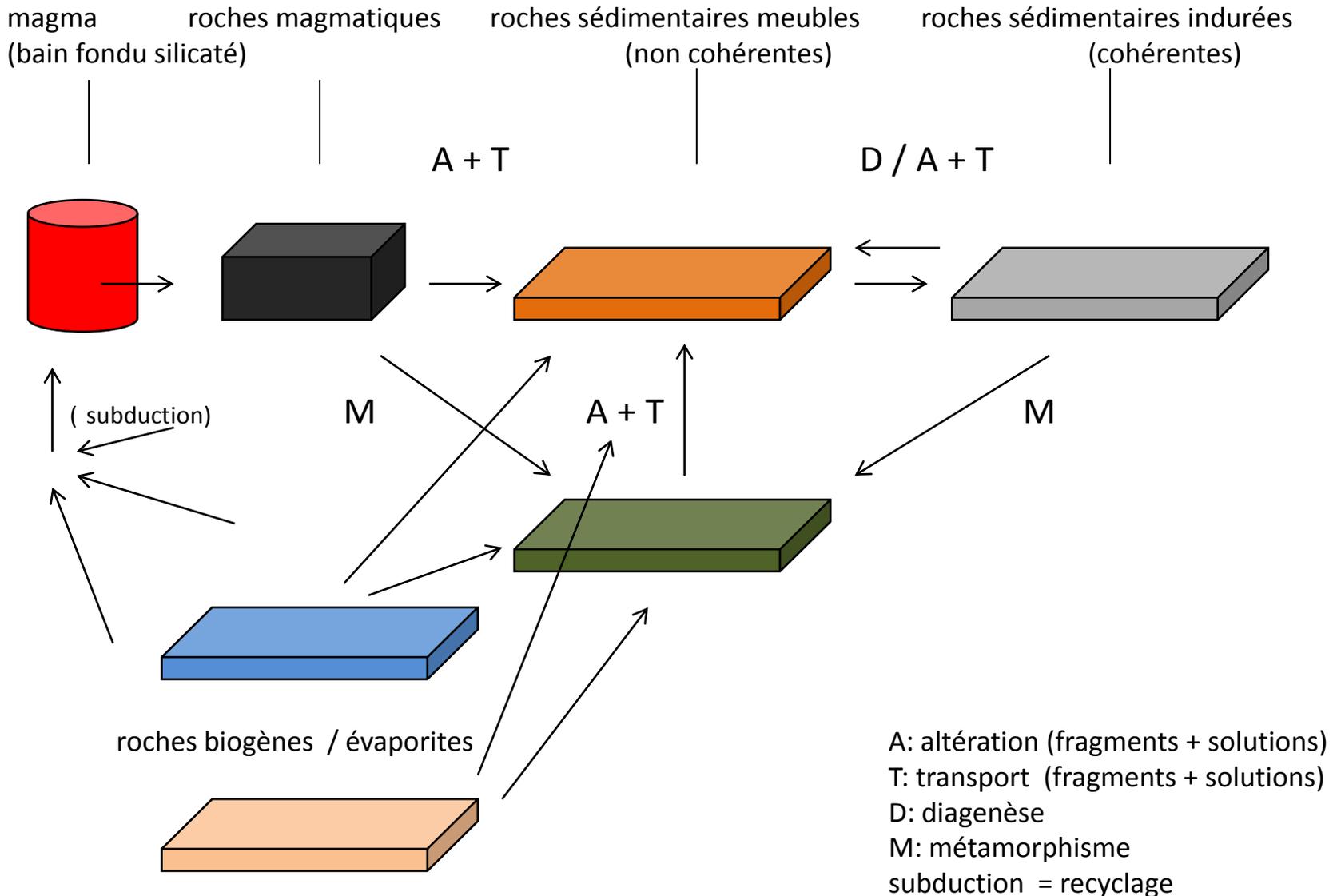
← Quartzites (brun rouille) et quartzophyllades (bleutées)



→ Un calcaire, roche bioconstruite par accumulation des débris minéraux d'organismes marins. Ici lys de mer ou crinoïdes se mêlant à une matrice très fine de boues (argiles) et microdébris de coquilles, planctons,...

Photos: Y. Camby

Évolution des roches: plein de chemins et cycles possibles



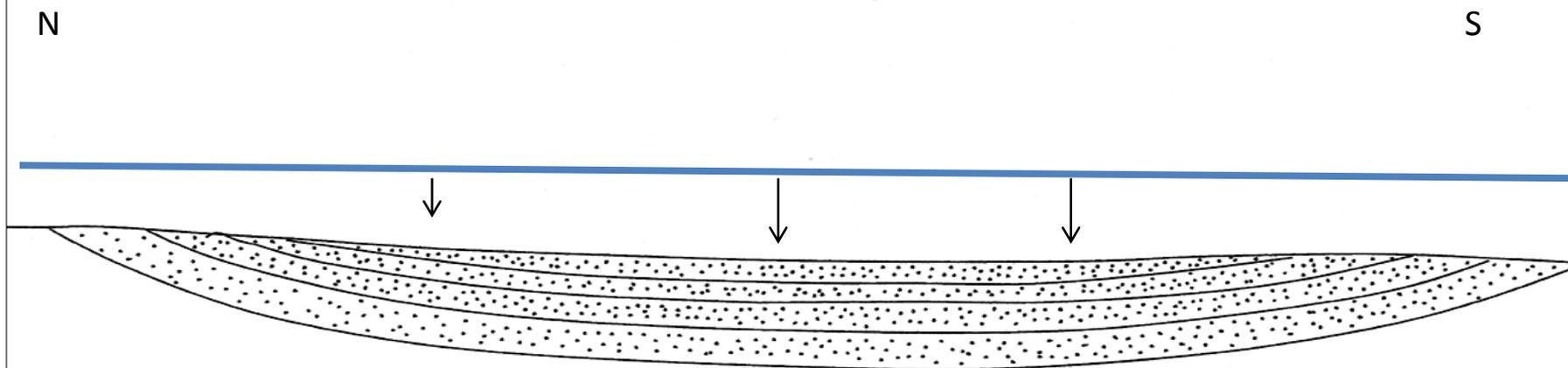
AGE M.a.	ÈRE	SYSTÈME	SÉRIE	ÉTAGE	Anciens noms utilisés en Belgique	
0.01	CÉNOZOÏQUE	QUATERNAIRE	HOLOCÈNE		FLANDRIEN	
2.6			PLÉISTOCÈNE			
5.3		NÉOGÈNE	PLIOCÈNE	PLAISANCIEN ZANCLÉEN	SCALDISIEN	
			MIOCÈNE	MESSINIEN TORTONIEN SERRAVALIEN LANGHIEN BURDIGALIEN AQUITANIEN	DIESTIEN ANVERSIEN	
				HOUTHALENIEN		
23		PALÉOGÈNE	OLIGOCÈNE	CHATTIEN RUPÉLIEN	TONGRIEN	
34			ÉOCÈNE	PRIABONIEN BARTONIEN LUTÉTIEN YPRÉSIEN	LEDIEN BRUXELLIEN	
56			PALÉOCÈNE	THANÉTIEN SÉLANDIEN DANIEN	LANDÉNIEN HEERSIEN MONTIEN	
65		MÉSOZOÏQUE	CRÉTACÉ	SUPERIEUR	MAASTRICHTIEN CAMPANIEN SANTONIEN	
100					CONIACIEN TURONIEN CÉNOMANIEN	
145	INFÉRIEUR			ALBIEN APTIEN BARRÉMIEN HAUTERIVIEN VALANGINIEN BERRIASIEN	WEALDIEN	
161	JURASSIQUE		MALM			
176			DOGGER	CALLOVIEN BATHONIEN BAJOCIEN AALÉNIEN		
			LIAS	TOARCIEN PLIENSBACHIEN SINÉMURIEN HETTANGIEN		
200	TRIAS			RHÉTIEN	KEUPER MUSCHELKALK BUNTSANDSTEIN	
251						

Échelle stratigraphique de la Belgique - 2012-

La Belgique est faite de roches sédimentaires !

251	PALÉOZOÏQUE	PERMIEN				
299		CARBONIFÈRE	PENNSYLVANIEN	GZHELIEN KAZIMOVIEEN MOSCOVIEEN BASHKIRIEN	SILESIEN	STEPHANIEN
318						WESTPHALIEN
325			MISSISSIPPIEN	SERPUKHOVIEEN		NAMURIEN
328				VISÉEN	DINANTIEN	WARNANTIEN LIVIEN MOLINIACIEN
345			TOURNAISIEN		IVORIEN HASTARIEN	
359		DÉVONIEN	SUPÉRIEUR	FAMENNIEN FRASNIEN		STRUNIEN
385			MOYEN	GIVETIEN EIFELIEN		COUVINIEN
397			INFÉRIEUR	EMSIEN PRAGUIEN LOCHKOVIEN		SIEGENIEN GEDINNIEN
416		SILURIEN	PRIDOLI			
444	LUDLOW		LUDFORDIEN GORSTIEN			
	WENLOCK		HOMERIEN SHEINWOODIEN			
	LLANDOVERY		TELYCHIEN AERONIEN RHUDDANIEN			
488	ORDOVICIEN	SUPÉRIEUR	HIRNANTIEN KATIEN SANDBIEN			
		MOYEN	DARRIWILIEN DAPINGIEN		SALMIEN	
		INFÉRIEUR	FLOIEN TREMADOCIEN			
542	CAMBRIEN	SUPÉRIEUR			REVINIEN	
		MOYEN				
		INFÉRIEUR			DEVILLIEN	
		PRÉCAMBRIEN				17

Evocation de la formation du territoire (sédimentaire) wallon par un transect schématique Nord-Sud



Il y a plus de 540 millions d'années, au début du système cambrien, des dépôts de sédiments provenant de l'érosion de diverses masses continentales s'accumulent au large de ces terres émergées et vont former la base de la future Wallonie qui se trouve alors sous de hautes latitudes en hémisphère sud. Ils sont appelés dépôts cambro-siluriens.

N

S

anticlinal du Brabant

(petit) anticlinal du Condroz

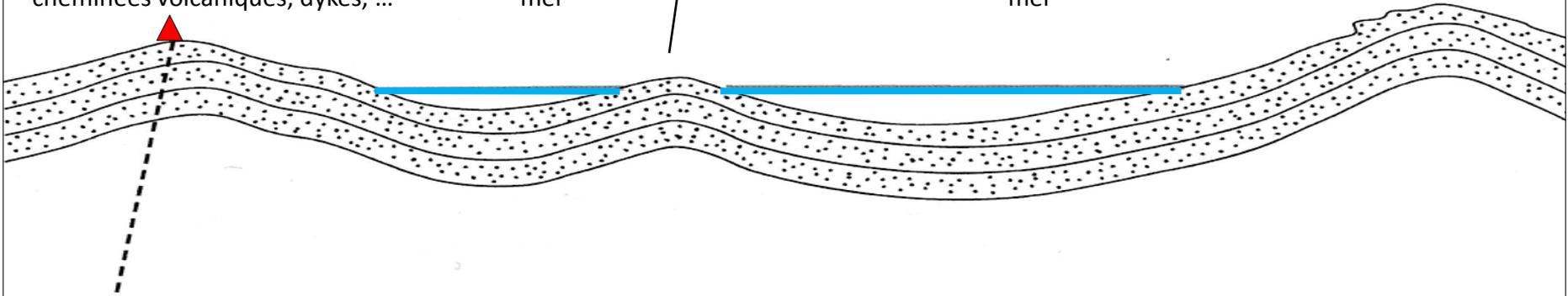
anticlinal de l'Ardenne

et ses

cheminées volcaniques, dykes, ...

mer

mer



L'orogénèse calédonnienne va engendrer dans nos régions le soulèvement de certaines parties de ces sédiments qui, ainsi exondés, vont former de vastes plis anticlinaux correspondant à la future Ardenne, la future Ardenne condrusienne et le futur Massif du Brabant. Entre eux, deux mers vont automatiquement devenir des zones de dépôts des produits de l'érosion de ces massifs, donc deux bassins sédimentaires. Ce phénomène est fort marqué au Silurien (-444 à -416 millions d'années)

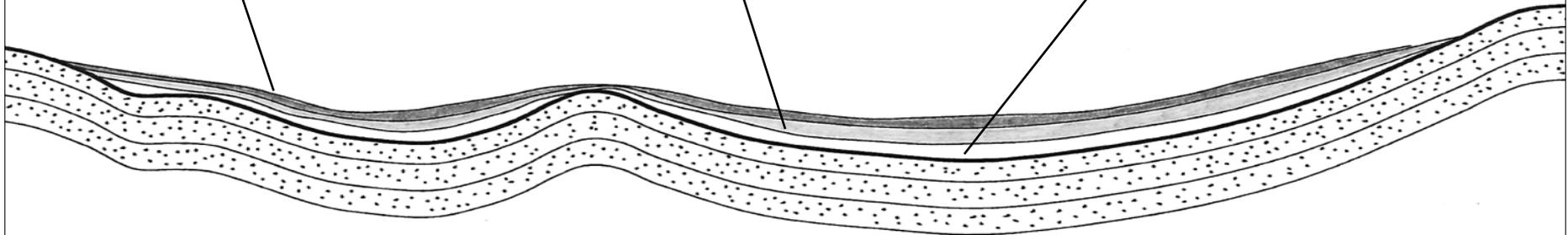
N

S

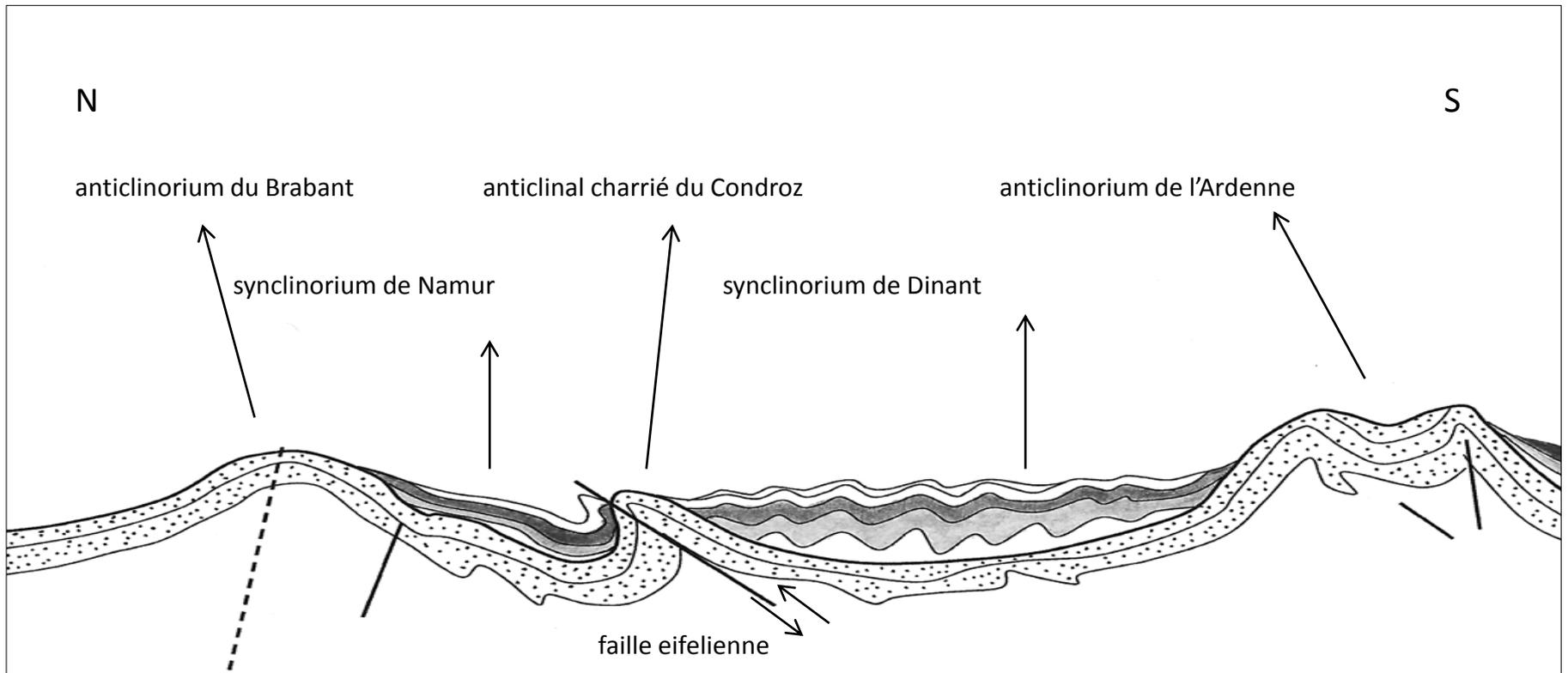
dépôts houillers (beaucoup de sables)

dépôts carbonifères (beaucoup de calcaires
de sables et schistes charbonniers)

dépôts dévonniens (de tout)



Pendant la seconde moitié de l'ère primaire (Paléozoïque), les dépôts dévono-carbonifères (de -416 à -299 millions d'années) s'accumulent entre les plis générés par l'orogénèse calédonienne dans les sédiments cambro-siluriens

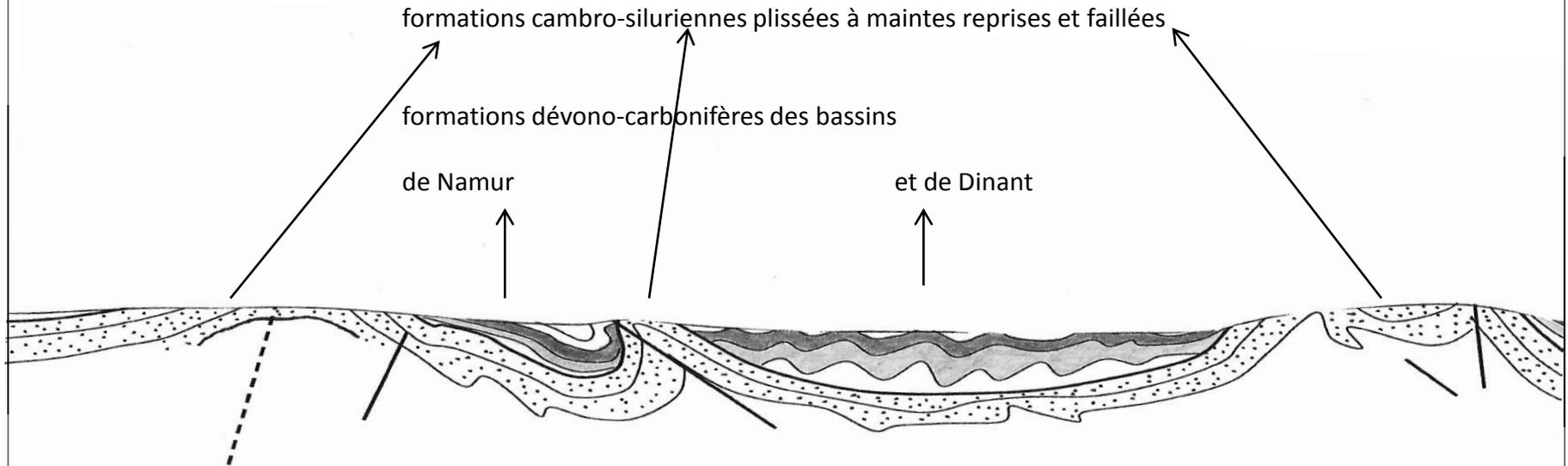


Une vaste et longue poussée tectonique venue du Sud va à nouveau affecter les anticlinaux de l'Ardenne, du Condroz et du Brabant, tandis que les dépôts dévono-carbonifères sont quant à eux plissés pour la première fois dans une vaste allure synclinale, d'où leur appellation de synclinoriums.

Cette orogénèse hercynienne (aussi appelée varisque) prendra fin vers -299 millions d'années tandis que nos régions traversent les latitudes équatoriales.

N

S

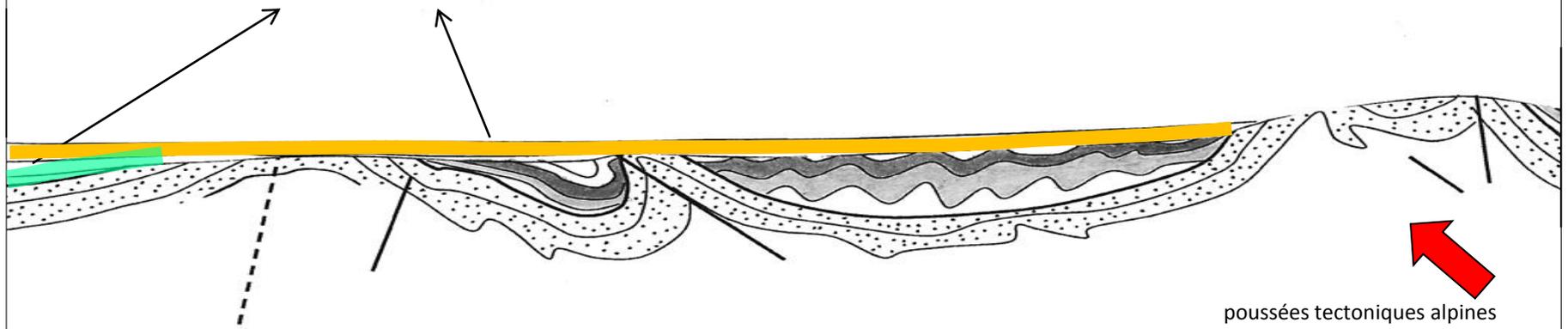


A la fin du Paléozoïque, l'orogénèse hercynienne stoppe ses effets tandis que le système permien (-299 à -251 millions d'années) ainsi que le début du Trias vont être caractérisés par une intense activité des agents de l'érosion. Il en résulte une mise à plat de la future Wallonie, (pénéplaine post-hercynienne) quasi sans relief, proche de l'altitude des mers du Permien et même bientôt envahie par les transgressions marines du Mésozoïque (ère secondaire -251 à -65 millions d'années et puis du Cénozoïque jusqu'à - 2 millions d'années).

N

S

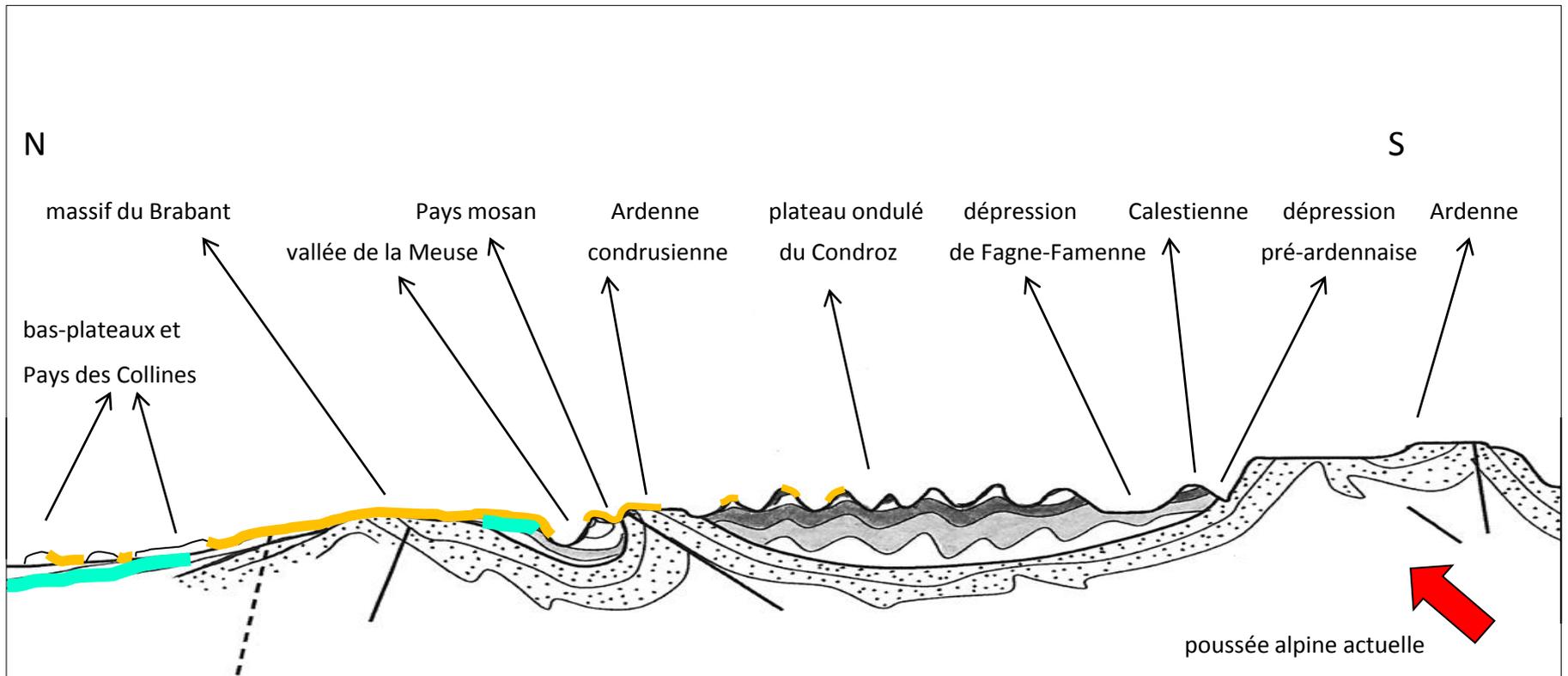
épaisseur croissante de sédiments cénozoïques en direction du nord (sables et argiles, mais surtout sables)



poussées tectoniques alpines

Au cours du Mésozoïque, des mers tropicales ont généré d'importants dépôts de craies, tant au sud qu'au nord de l'anticlinorium ardennais. Ces dépôts ont en partie disparu, ne laissant parfois subsister que des argiles et silex épars, mais constituent encore d'importants aquifères couverts par des sables et argiles en Hesbaye et en Hainaut

Au Cénozoïque (situation évoquée par le schéma), sous la poussée tectonique alpine, la montée en altitude du sud de la Wallonie ne laisse plus venir des mers que du Nord. Des dépôts d'argiles et de sables vont recouvrir de moins en moins souvent et de moins en moins loin la partie méridionale de nos régions mais continuent à s'accumuler sur le massif du Brabant puis finalement seulement au nord de celui-ci jusqu'à la fin du Pliocène à -2,6 millions d'années (voir schémas hydrographie).



Au Quaternaire, la lente poussée alpine fait ressentir son contrecoup et maintient l'Ardenne en légère surrection. Les agents de l'érosion, particulièrement actifs aux interglaciaires, dégagent les couvertures sableuses cénozoïques et érodent de manière différentielle les différentes formations rocheuses anciennes ainsi mises à nu. Attention, les schémas ne font pas état des couvertures récentes (loess, sols).

Il en ressort des régions à la géomorphologie bien typée qui font toute la richesse des paysages wallons.

En vert: évocation des lambeaux de craies secondaires

En jaune: évocation des restes des dépôts sableux tertiaires.

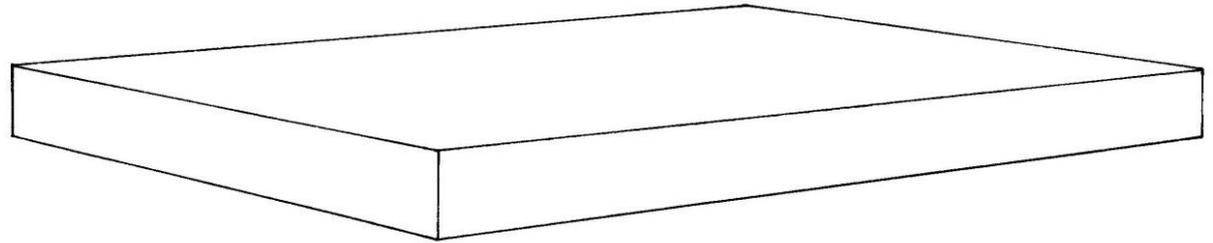
réalisation : Y. Camby d'après R.O. Fourneau





Allez donc voir comment l'eau agit
sur les roches à chaque pluie:
l'érosion fluviale est mécanique !

L'érosion façonne les continents



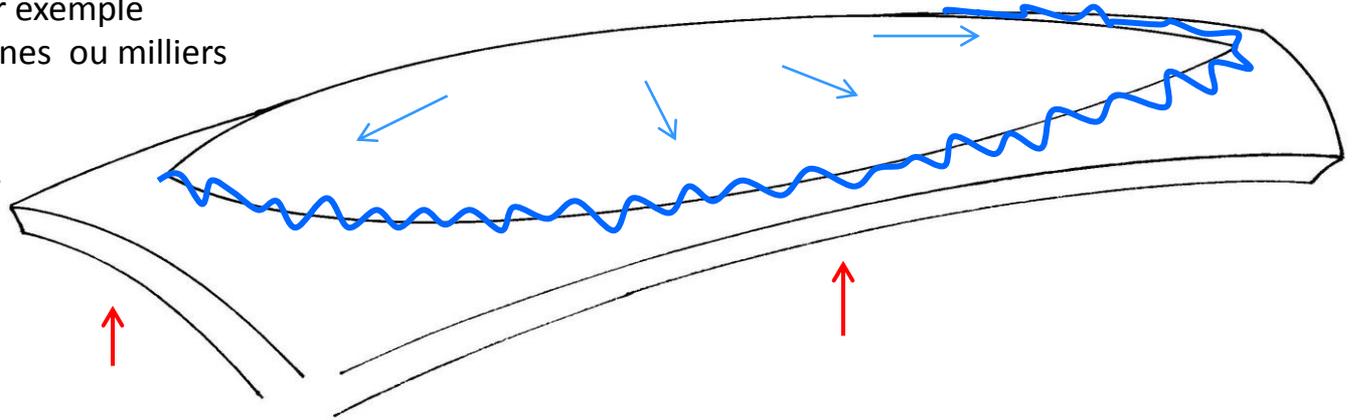
imaginer:

sédiments accumulés

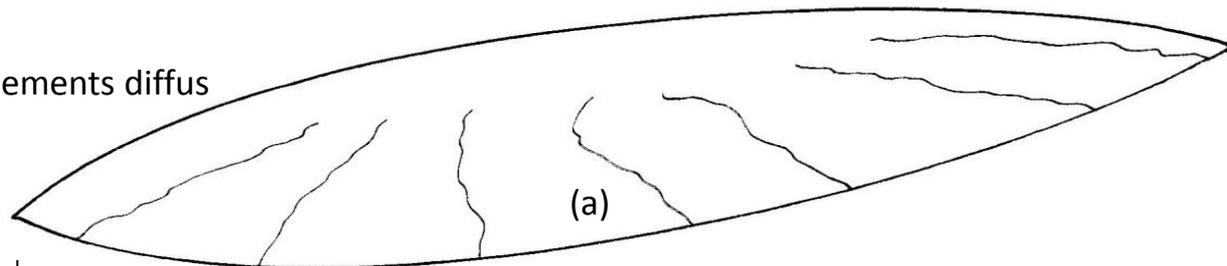
dépôt de lithologie homogène
immergé
déjà induré

régression marine associée à un
bombement tectonique par exemple
échelle de quelques centaines ou milliers
de kilomètres

Il pleut et l'eau ruisselle sur
ce continent



rassemblement progressif de ruissellements diffus
des chenaux se creusent (a)
(érosion mécanique et chimique)

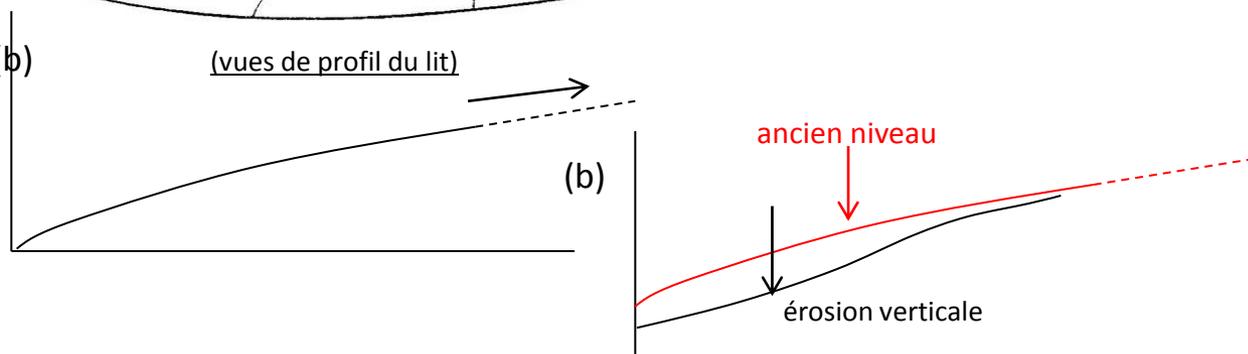


le cours d'eau s'allonge vers l'amont (b)

(vues de profil du lit)

érosion verticale (c)

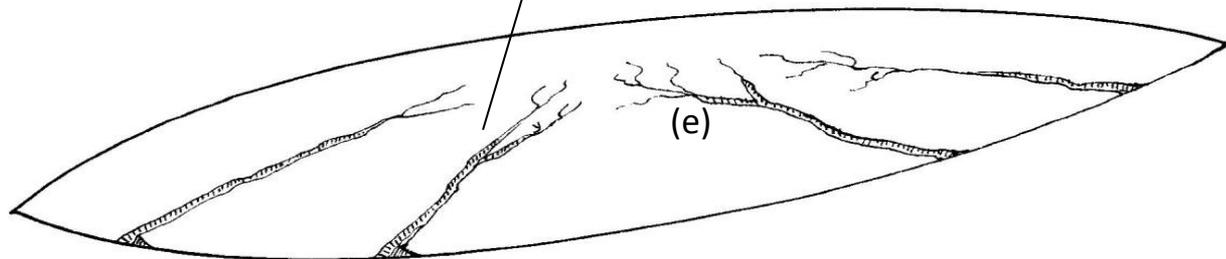
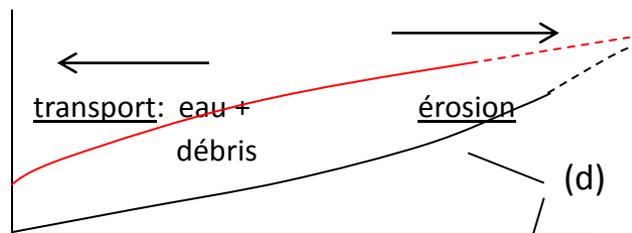
érosion latérale – transport des
masses de sédiments et colluvions
vers l'aval (d)



érosion régressive (d)

un réseau se précise et
des vallées sont formées (e)

réseau « jeune », profils en « V »



arrivée progressive au profil d'équilibre (f)

encore un peu d'érosion verticale en amont (g)

érosion latérale, formation de plaines alluviales et arrêt de l'érosion verticale
alluvions et colluvions de fonds de vallées:
réseau mûr, profils de vallées à fonds plats

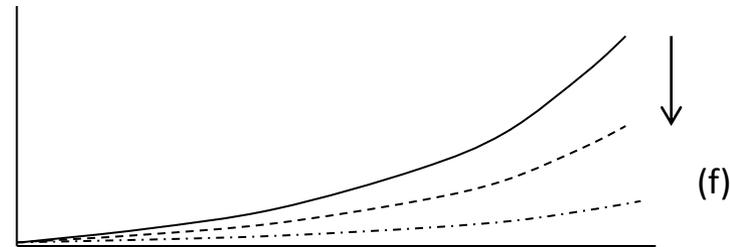
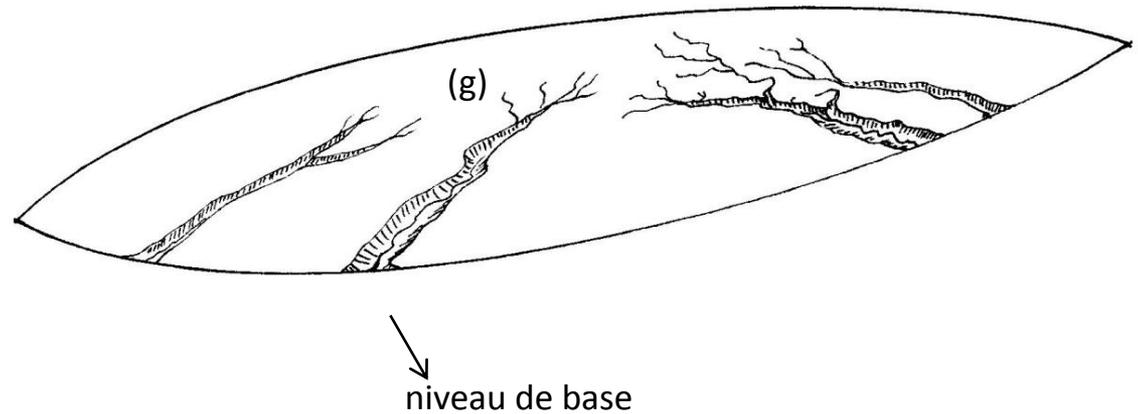
Lorsque la pente est nulle ou quasi nulle, fin de l'érosion verticale, déblaiement des plaines alluviales à terminer, mais difficile (h)

séquence de base terminée

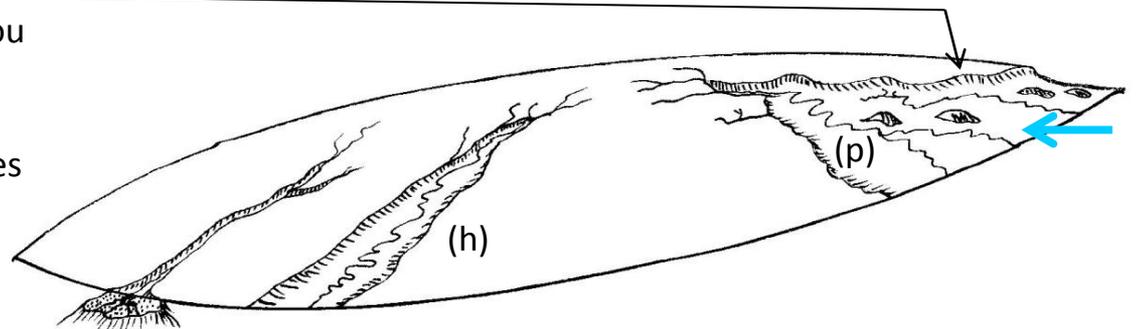
arrivée au stade de la pénéplaine (p)
(la mer peut envahir facilement)

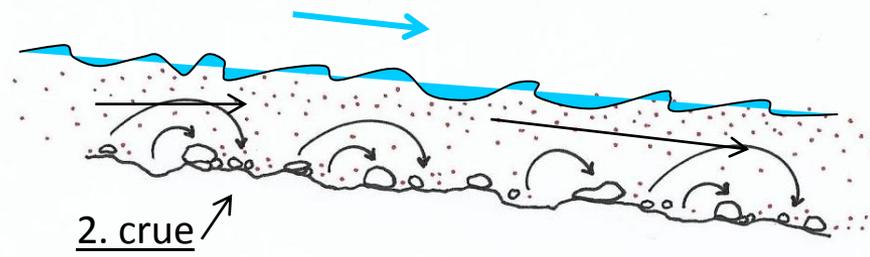
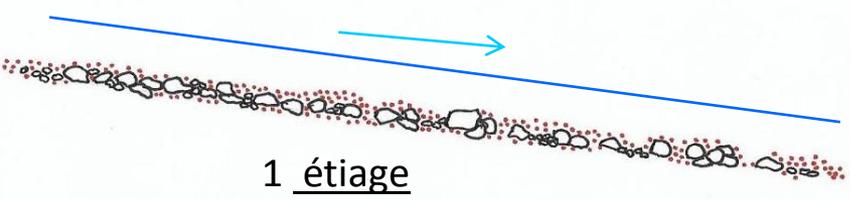
Attention, séquences et inhomogénéités nombreuses:

lithologie, tectonique relevante, plissante ou cassante, climats, niveaux marins, subsidences, forestations,...
peuvent faire se répéter les séquences ou les perturber

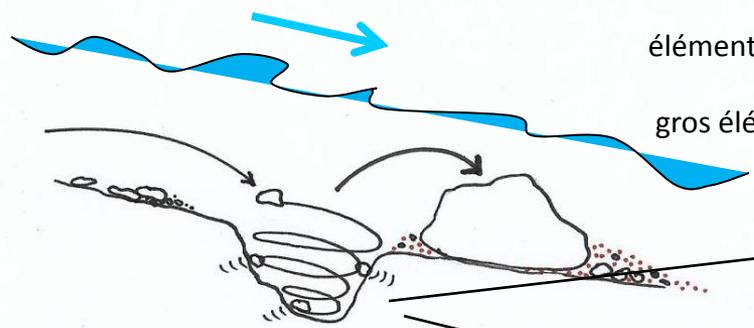


Arrivée au profil d'équilibre (pilotée par le niveau de base et la lithologie du parcours)



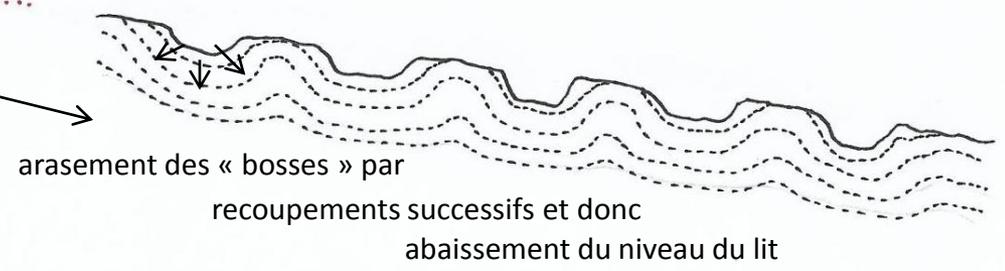


petits éléments: déplacement en suspension dans la masse d'eau
 élément moyen : saltation / tourbillon / impacts et multiples cupules
 gros élément: rotation / glissement / fragmentations laissent des creux



formation de « marmites d'érosion » dans les creux

Comment l'eau, sa vitesse avec les éléments qu'elle transporte et qu'elle agite abrasent et contribuent à abaisser le lit rocheux d'une rivière



3 = érosion verticale

Des phénomènes quotidiens se déroulent sous nos yeux:

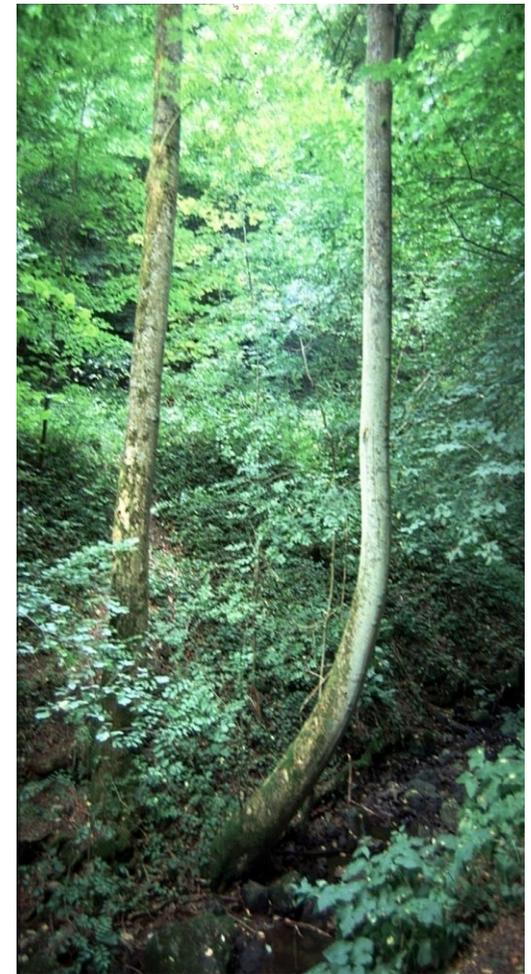


un ruisseau dans sa vallée à fond plat est dans une phase de recoupement d'un méandre : ruisseau de Solières (Huy), témoignant ainsi à la fois de l'évolution de l'érosion latérale et de l'érosion verticale. Photos: Y. Camby



Des dépôts de matériaux (boues, sables, cailloutis, blocs,...) ont toujours lieu lorsque la vitesse de l'eau vient à diminuer; ils constituent des sédiments divers qui peuvent parfois avoir une incidence sur le tracé du ruisseau, du fleuve,... ruisseau de la Solières (Huy)

la lente reptation gravitaire des sols et des fragments de la roche-mère (creep ou solifluxion) est décelable par le redressement progressif de certains arbres qui « vont aussi vite que le sol ne flue » vers le bas. Vallon de Solières, Huy. Photos: Y. Camby



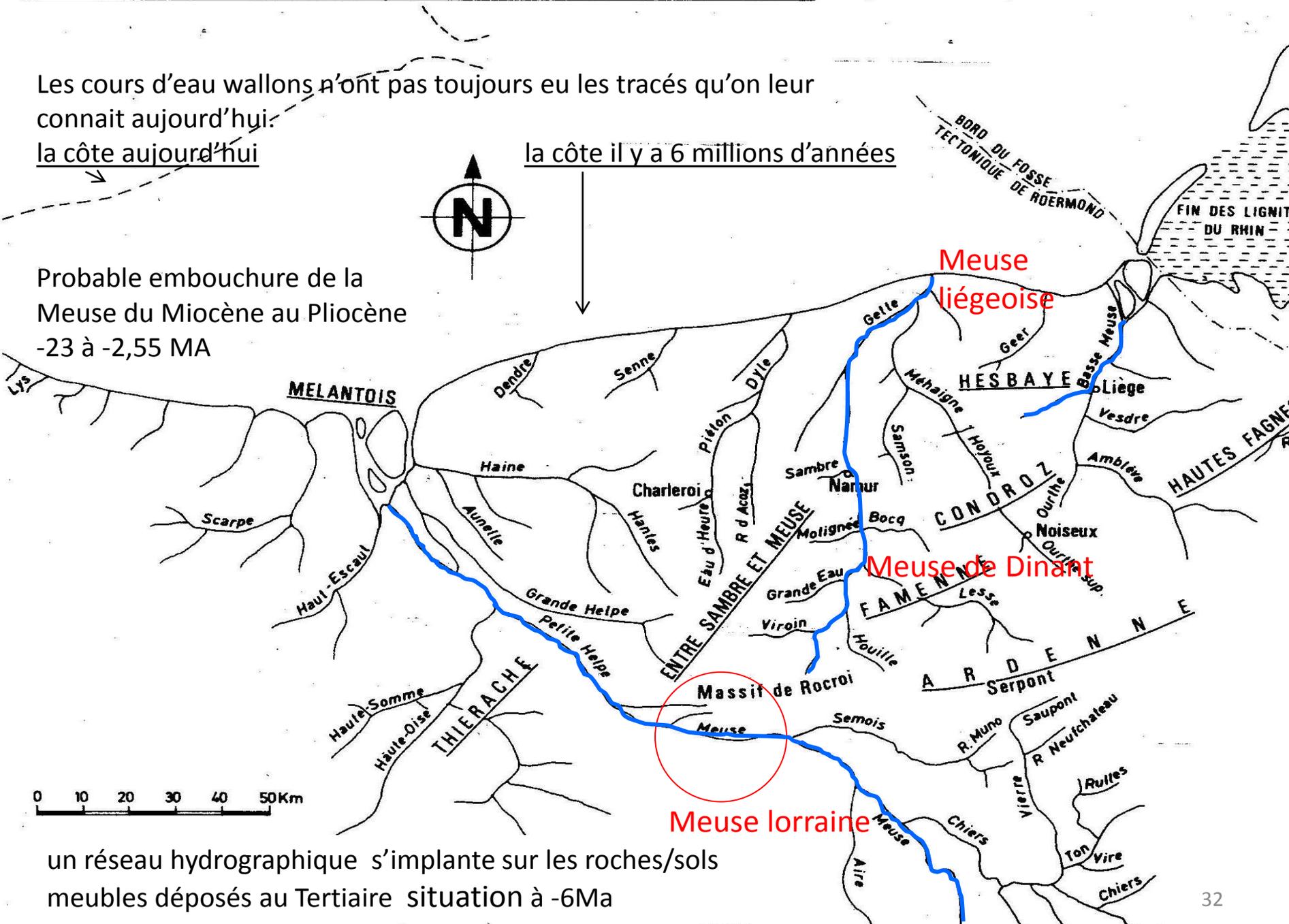
En milieu inondable ou en milieu sec, éboulements et dissociations entraînent des masses de matériaux sans cesse vers l'aval

Les cours d'eau wallons n'ont pas toujours eu les tracés qu'on leur connaît aujourd'hui.

la côte aujourd'hui

la côte il y a 6 millions d'années

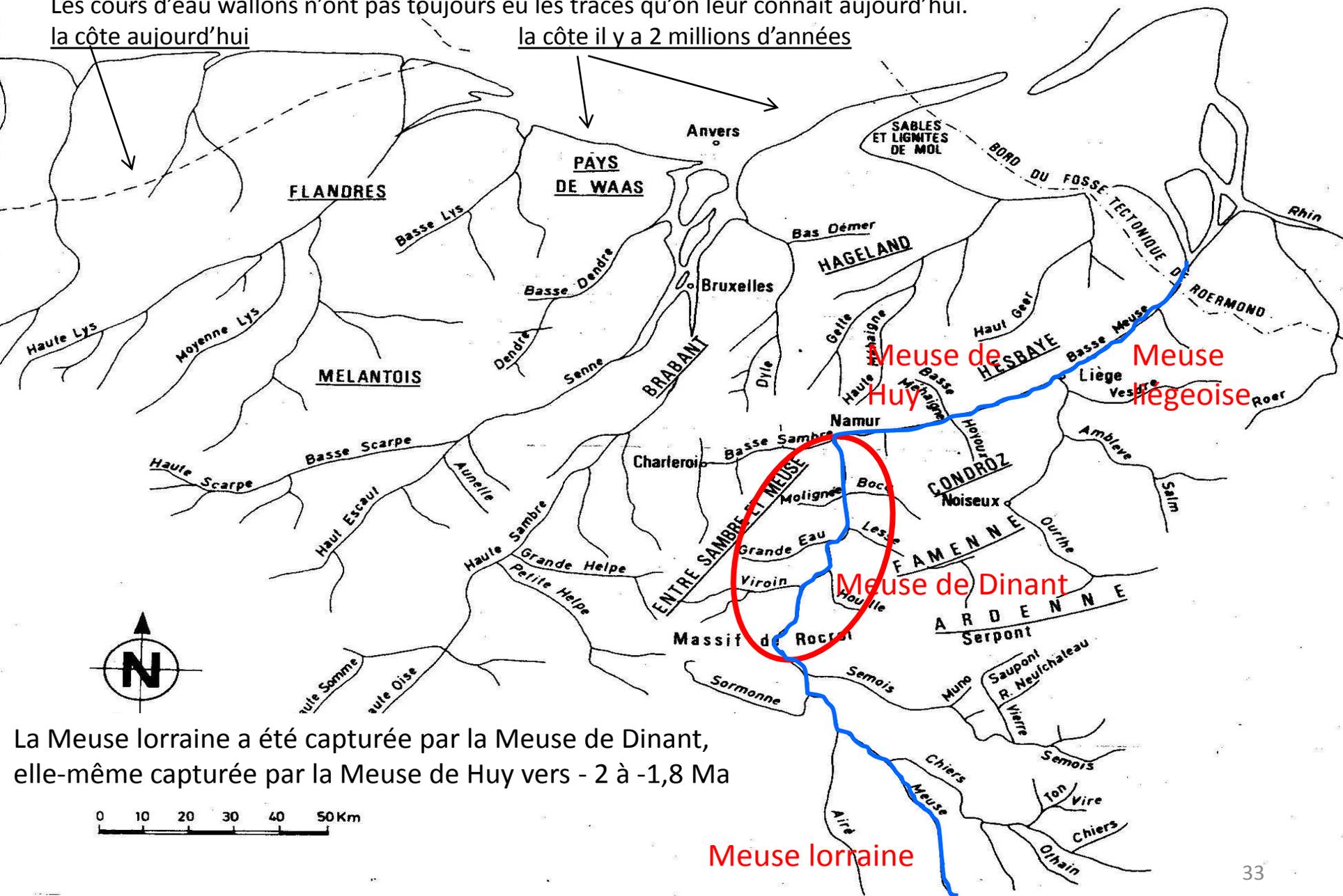
Probable embouchure de la Meuse du Miocène au Pliocène -23 à -2,55 MA



un réseau hydrographique s'implante sur les roches/sols meubles déposés au Tertiaire situation à -6Ma

BASSINS DE LA MEUSE ET DE L'ESCAUT - RESEAU HYDROGRAPHIQUE FIN PLIOCENE (D'après J. de Heinzelin)

Les cours d'eau wallons n'ont pas toujours eu les tracés qu'on leur connaît aujourd'hui.
la côte aujourd'hui la côte il y a 2 millions d'années



La Meuse lorraine a été capturée par la Meuse de Dinant, elle-même capturée par la Meuse de Huy vers - 2 à -1,8 Ma

La région hutoise: un carrefour géomorphologique exceptionnel à parcourir

Lambeaux tertiaires
ou remplissages karstiques

tige

chavée

plateau d'Ardenne condrusienne
+ lambeaux tertiaires et loess
en placages

vallons affluents
directs de Meuse

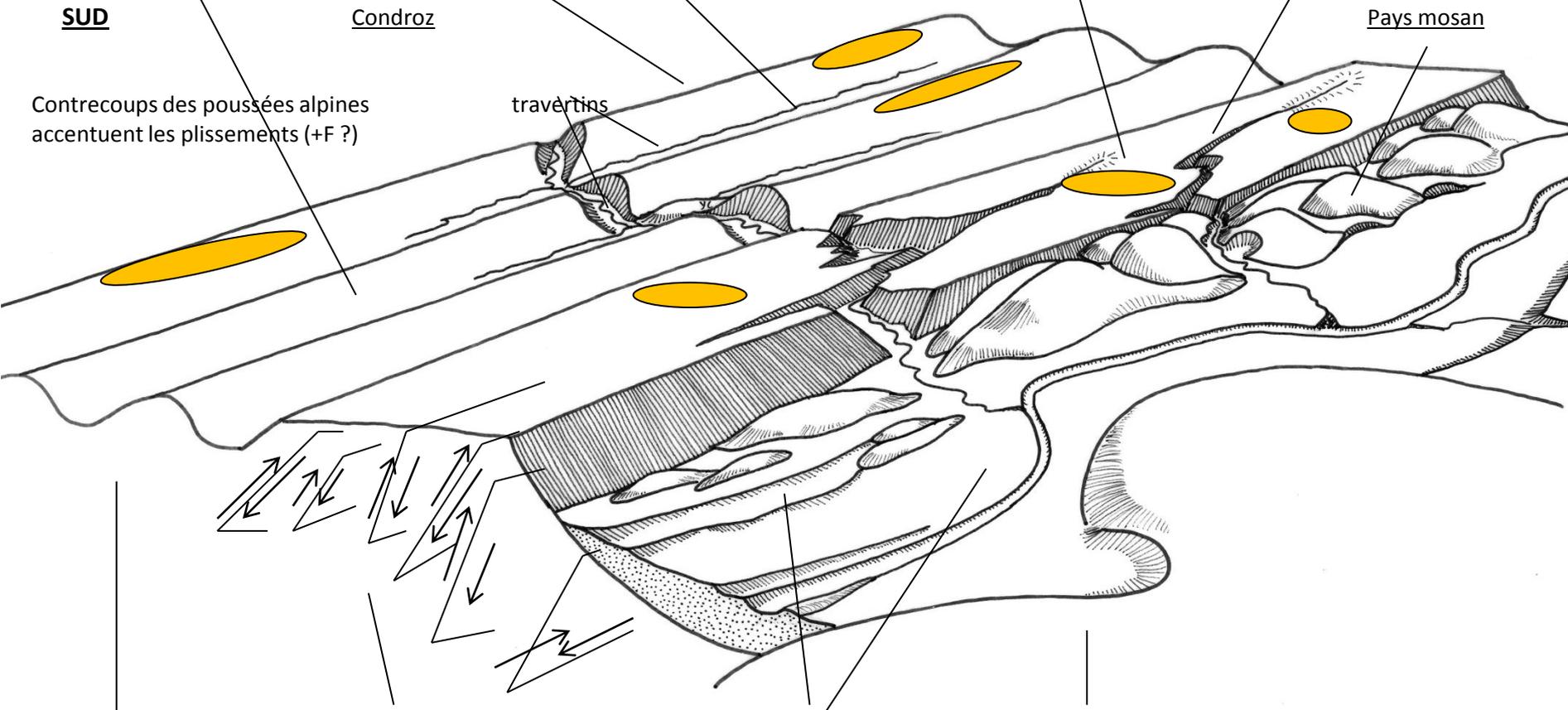
SUD

Condroz

Pays mosan

Contrecoups des poussées alpines
accentuent les plissements (+F ?)

travertins



Bassin de Dinant
posé sur Cambro-silurien
(plateau pénéplané ondulé)

pli anticlinal
faillé et charrié
du Condroz (faille eifellienne)

lit majeur de la Meuse
et qqes terrasses
alluviales

bassin de Namur
posé sur Cambro-silurien

NORD

schéma: Y. CAMBY CNB

RDZ-VS: Lambert belge 2008:
 X: 708543 y: 634701
 WGS 84(DD): y:207711 x: 133606

Accueil-signatures
 Intro-timing-objectifs

Paysage lit majeur collines
 cartes
 Prairie shales axe pli
 Paysage / psammites

Dolomie

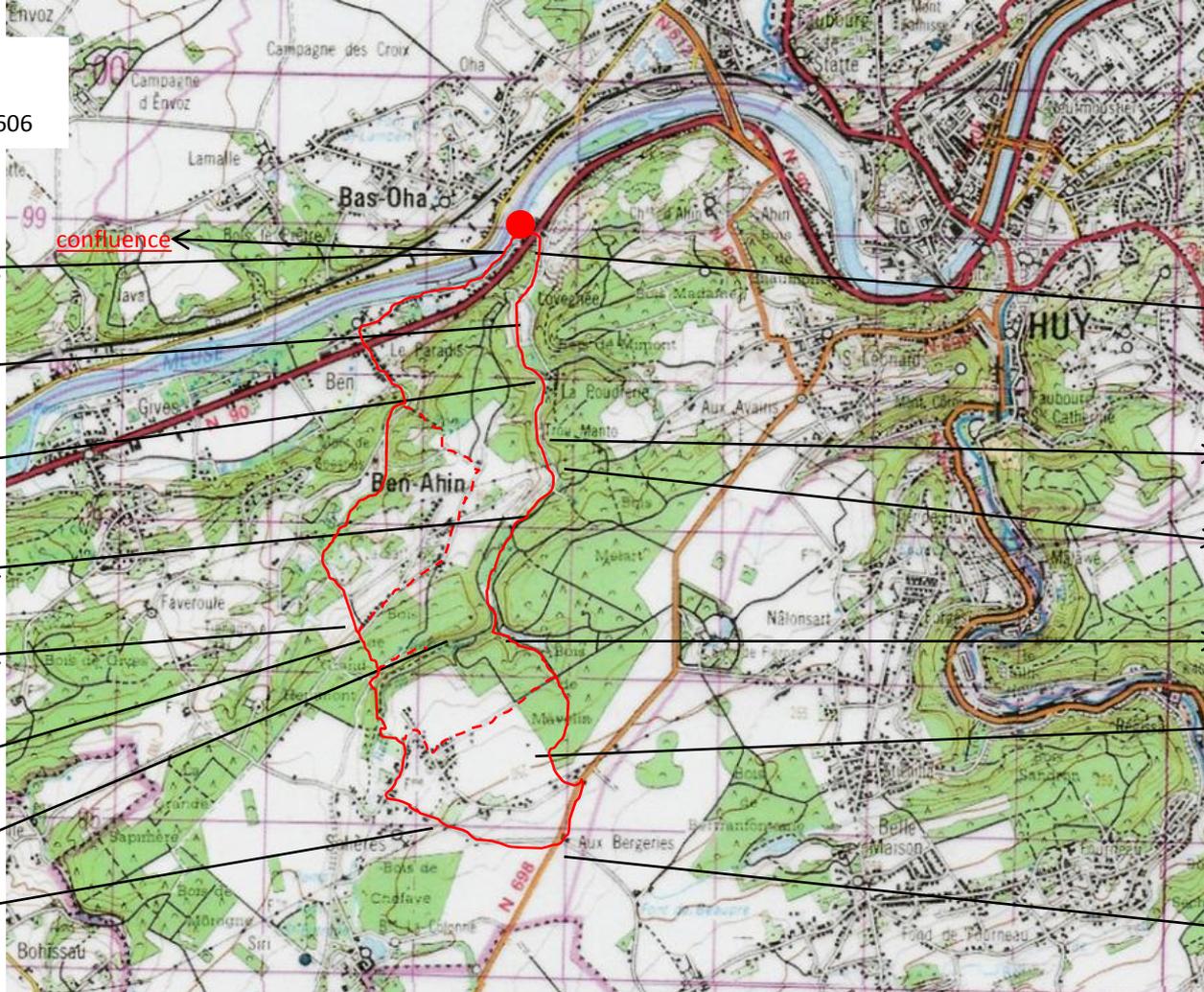
Chgt direction / failles ?
 Dim. vallée méandres lit
 Colluvions/alluvions
 retour:

Terrasse ou vallée sèche

Pays. P. mosan schémas
 poudingue/quartzite/schis

Carrière / lande ?

Chgt taille vallée matériaux
 bâti



transect géomorpho
 YC / CNB

Beaufort RN calcaire
 Viséen pli couché
 cherts ruisseau

Frênaie-érablière
 Karst org. Construct.

Chgt roche/chgt forêt
 Loupe glissement
 pont

pente altitude affluent
 Quartzites, schistes...

Plateau: eau, paysage,
 cultures/limon/forêt
 A. De Montigny

Vue Condroz



IGN Huy 48 1:50 000 CAMBY
 11,5 km 1j

Références bibliographiques principales utilisées:

- BELLAIR, P, POMEROL, C., Eléments de géologie, Armand Colin, collection U, 5^{ème} éd. 1977
- BELOUSSOV, V., Géologie structurale, MIR, Moscou, 1974
- BEUGNIES, A., WATERLOT, G., Guides géologiques régionaux; Ardenne, Masson, 1973
- BOULVAIN, F.& PINGOT, JL., Genèse du sous-sol de la Wallonie, Classe des Sciences, Académie Royale de Belgique, 2012
- BOULVAIN, F., VANDER AUWERA, J., Géologie de terrain, de l’affleurement au concept, Ellipses, technosup, 2011
- CAMPY, M., MACAIRE, J-J., Géologie de la surface, Dunod, Sciences sup, 2^{ème} éd; 2003
- CHAPELLE, J. Géomorphologie dynamique, notes de cours 1 BAP, Hte Ecole Charlemagne (et notes de cours personnelles), 2013
- COLLECTIF, Géologie des pays européens, France, Belgique, Luxembourg, Comité National Français de Géologie & Bordas, 1980
- COLLECTIF, Le commentaire de paysages en géographie physique, (dir. MERCIER, D.), Armand Colin, collection U, 2010
- COLLECTIF, Pierres à bâtir traditionnelles de la Wallonie, Ministère de la Région wallonne, DGRNE, 1996
- DEJONGHE, L., Guide de lecture des cartes géologiques de Wallonie, Région wallonne, 2007
- DERRUAU, M., Les formes du relief terrestre, Armand Colin, Collection U, 8^{ème} éd. 2010
- FOUCAULT, A., RAOULT, JF., Dictionnaire de géologie, UniverSciences, Dunod, 7^{ème} éd. 2010
- FOURNEAU, R.O., Initiation à la géomorphologie de la Wallonie, région d’Europe, Cercles des Naturalistes de Belgique, asbl Vierves-sur-Viroin, 10^{ème} édition, 2011 (+ notes personnelles prises aux cours et en excursions)
- HODY, J.F., les roches magmatiques et classification des roches, notes personnelles de synthèse, Cercles des Naturalistes de Belgique, 2012
- MAERNOUDT, A., Introduction à la géologie générale et à la géologie régionale du parc naturel Viroin-Hermeton, CNB, Vierves-sur-Viroin, 1987
- OVERLAU, P., Géologie et Géographie physique, notes de cours FUNDP Namur, 1976 (+ notes personnelles prises aux cours et en excursions)
- OVERLAU, P., géomorphologie structurale 2^{ème} partie, Université de Namur, UTAN, 2014
- POMEROL, Ch., France géologique, Guides géologiques régionaux, Masson, 1980
- ROBASZYNSKI, F., DUPUIS, C., Guides géologiques régionaux; Belgique, Masson, 1983