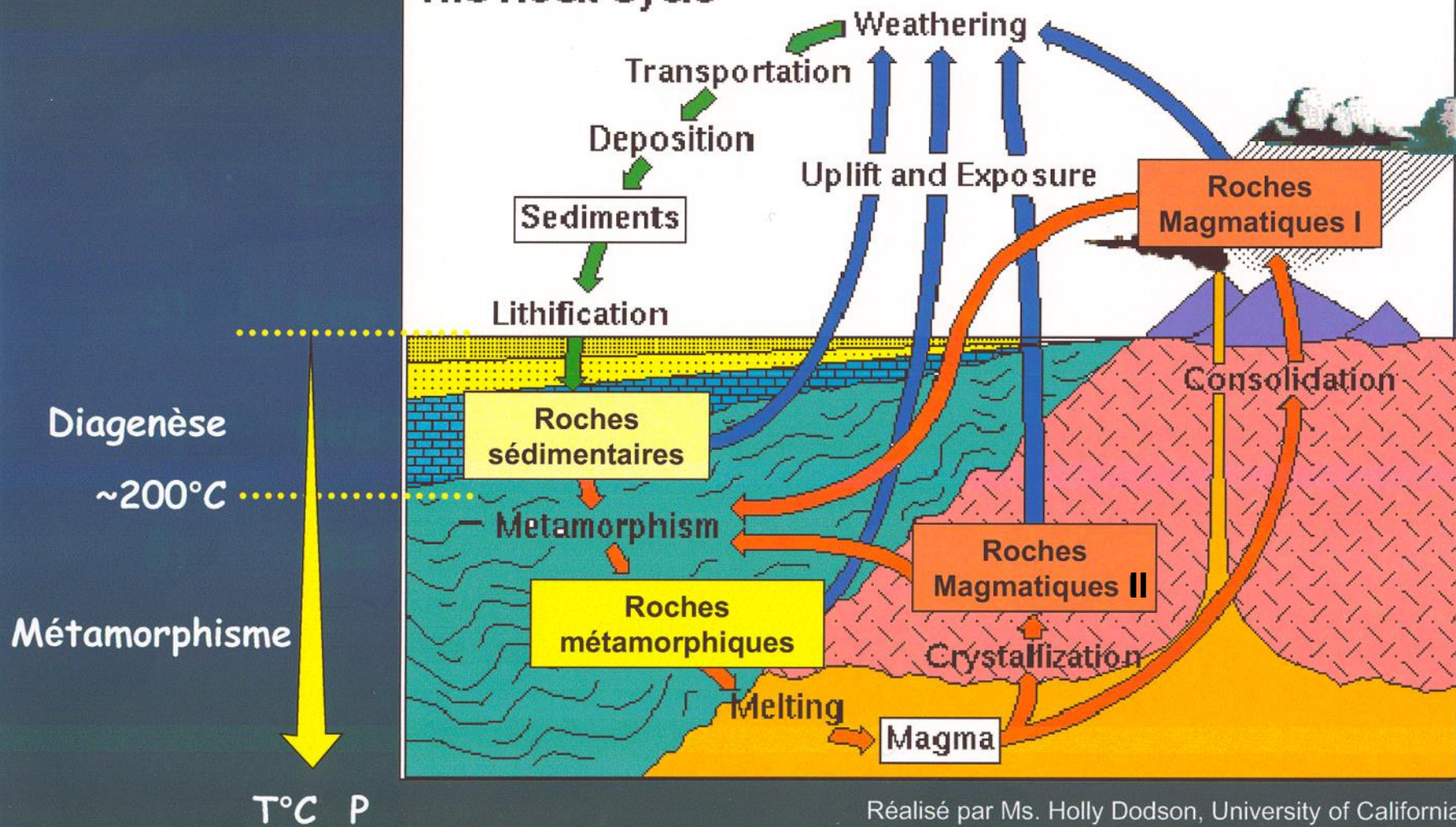
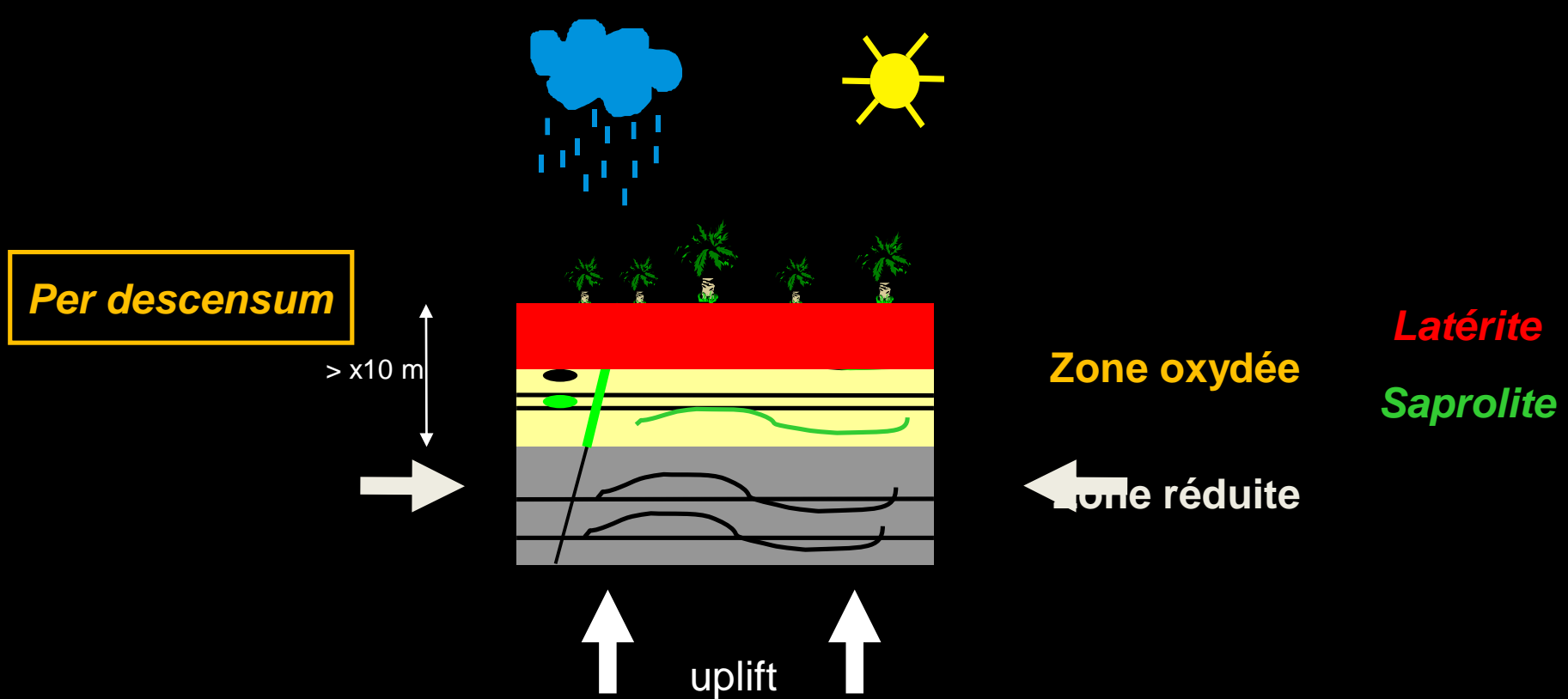


The Rock Cycle

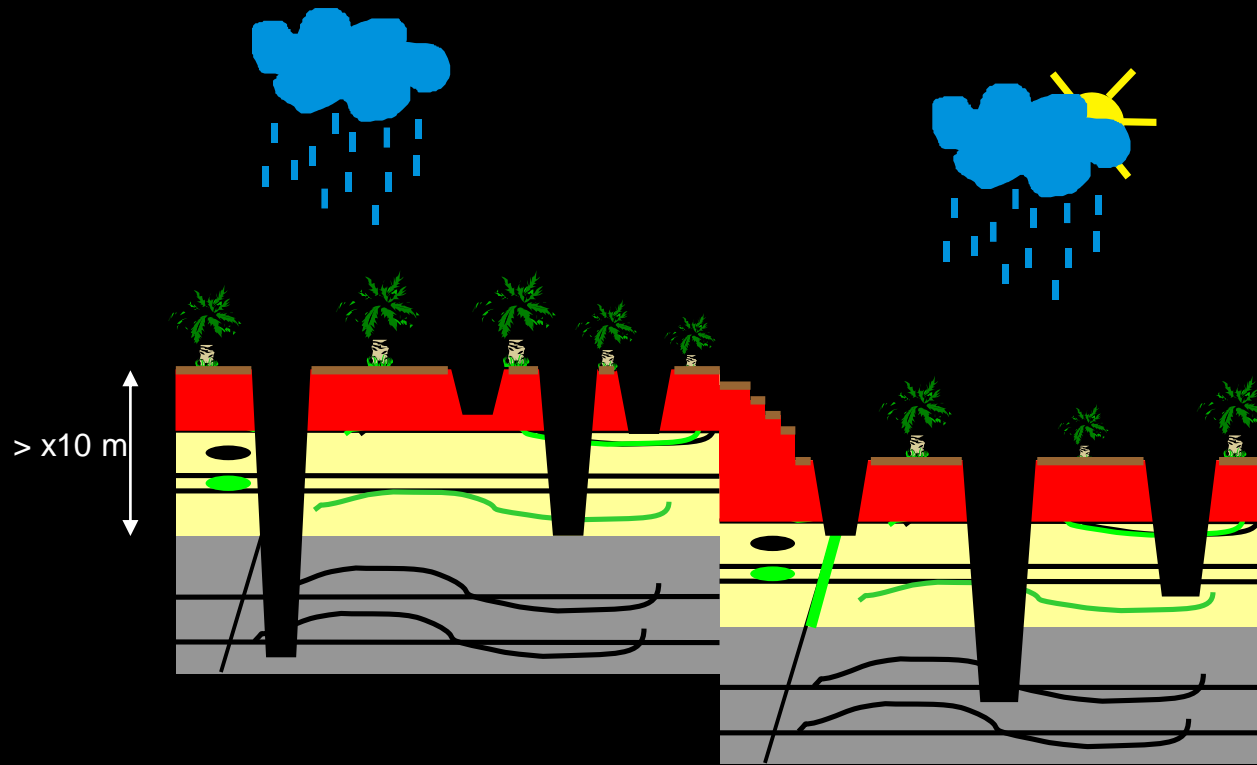


Réalisé par Ms. Holly Dodson, University of California

REGOLITHE



1. Sédimentation – volcanisme – magmatisme
2. Tectonique – activité « hydrothermale »
3. Altération météorique (supergène)
Contact atmosphère-lithosphère
Zone de TRANSITION REDOX

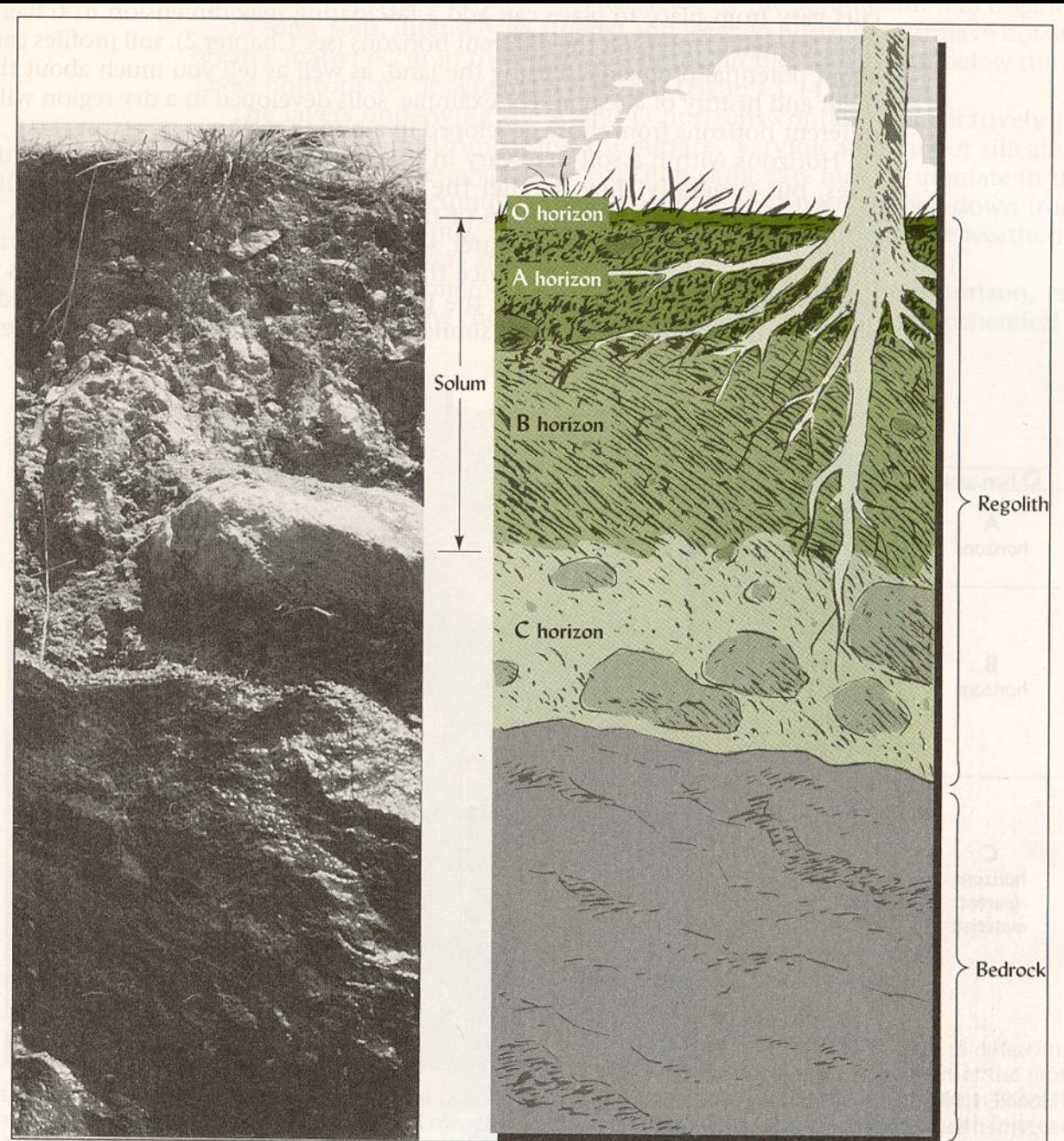


4. Tectonique « récente »

5. Géomorphologie « récente » (creusement de vallées, ...)
et pédogenèse

+ EROSION, TRANSPORT et DEPOT (continental)

Paléoaltérite et paléosol



What is the regolith?

The term 'regolith' was first defined by Merrill (1897), who derived the word from the Greek $\rho\eta\gamma\sigma$ (regos) meaning blanket or cover and $\lambda\iota\theta\sigma$ (lithos) meaning rock or stone. Extracts from his work read:

Everywhere, with the exception of comparatively limited portions laid bare by ice or stream erosion, or on the steepest mountain slopes, the underlying rocks are covered by an incoherent mass of varying thickness composed of materials essentially the same as those which make up the rocks themselves, but in greatly varying conditions of mechanical aggradation and chemical combination.

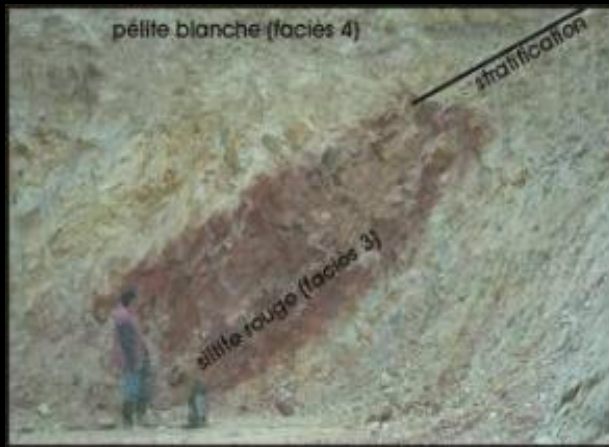
In places this covering is made up of material originating through rock weathering or plant growth *in situ*. In other instances it is of fragmental and more or less decomposed material drifted by wind, water or ice from other sources. This entire mantle of unconsolidated material, whatever its nature or origin it is proposed to call the regolith . . .

Merrill also provided a tabulation of some regolith materials and their genesis (Table 1.1).

The American Geological Institute's *Glossary of Geology* (Jackson 1997) defines regolith as:

A general term for the layer or mantle of fragmental and unconsolidated rock material, whether residual or transported and of highly varied character, that nearly everywhere forms the surface of the land and overlies or covers the bedrock. It includes rock debris of all kinds, volcanic ash, glacial drift, alluvium, loess and aeolian deposits, vegetal accumulations and soil.

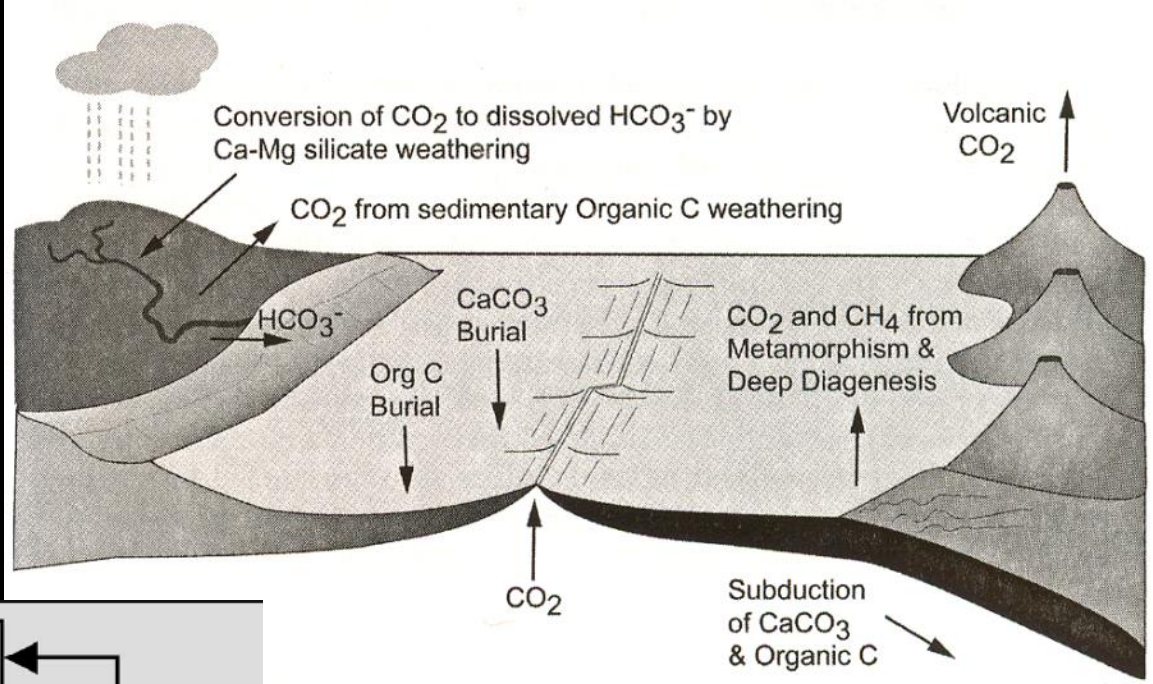
Quelques saprolithes en Wallonie



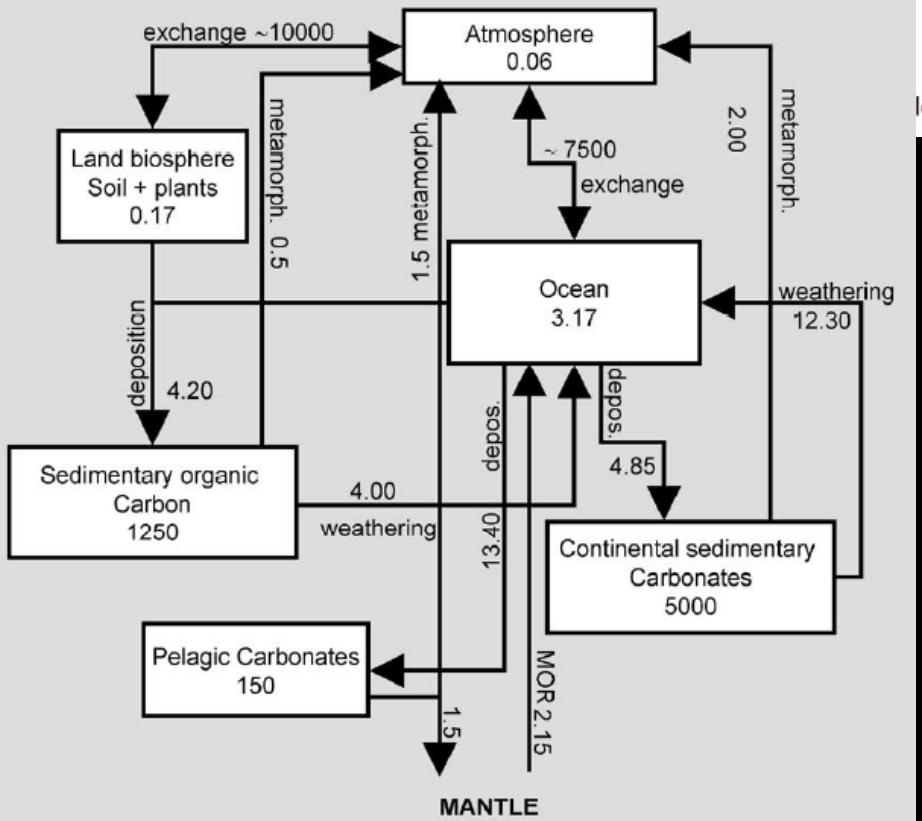
Pourquoi s'intéresser aux paléoclimats ?

1. Géologie Fondamentale

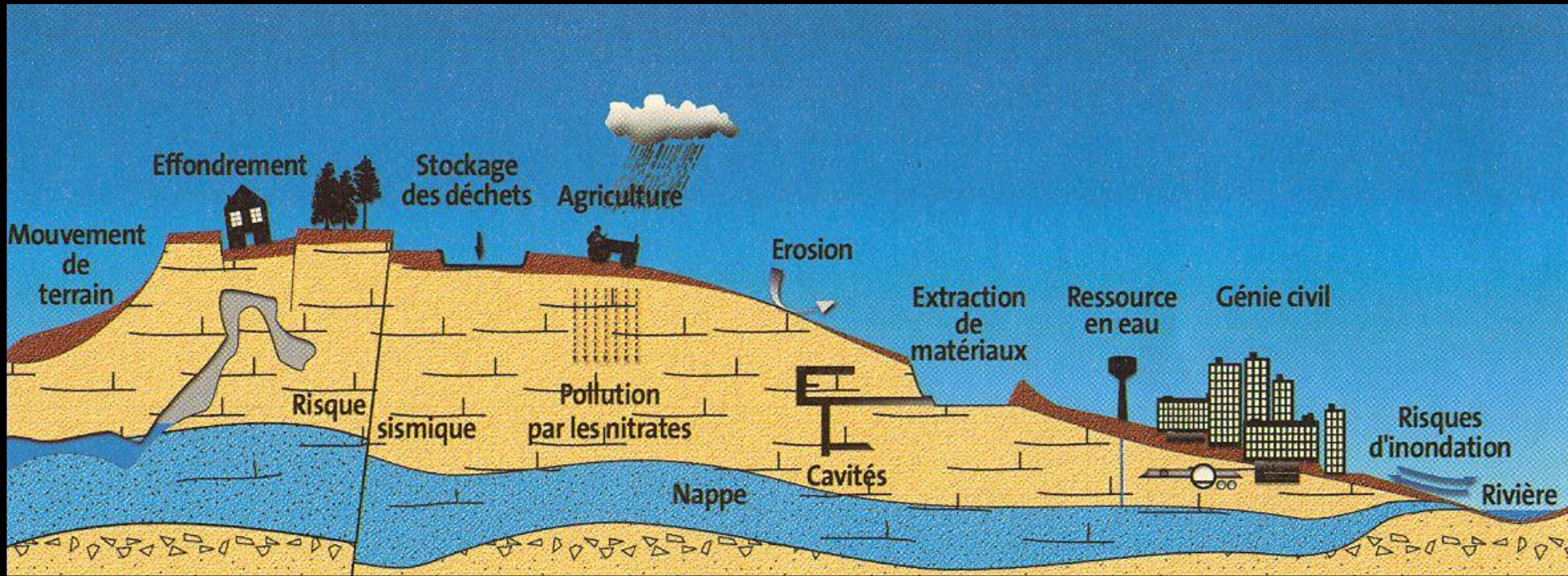
$p\text{CO}_2$

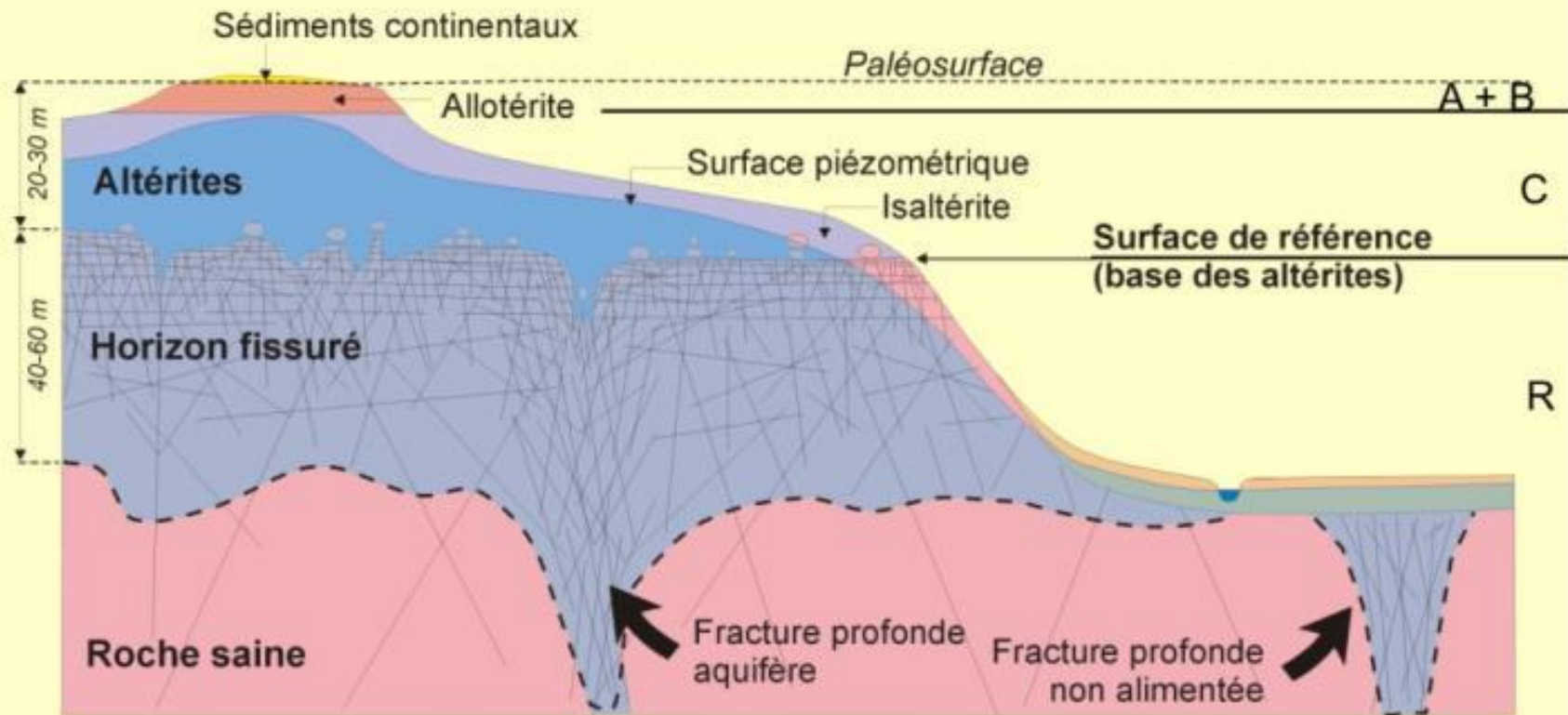


long-term carbon cycle. (After Berner, 1999.)



2. Géologie Appliquée





Représentations schématiques d'un profil latéritique.

A. Profil latéritique cuirassé théorique (d'après Tardy, 1993)

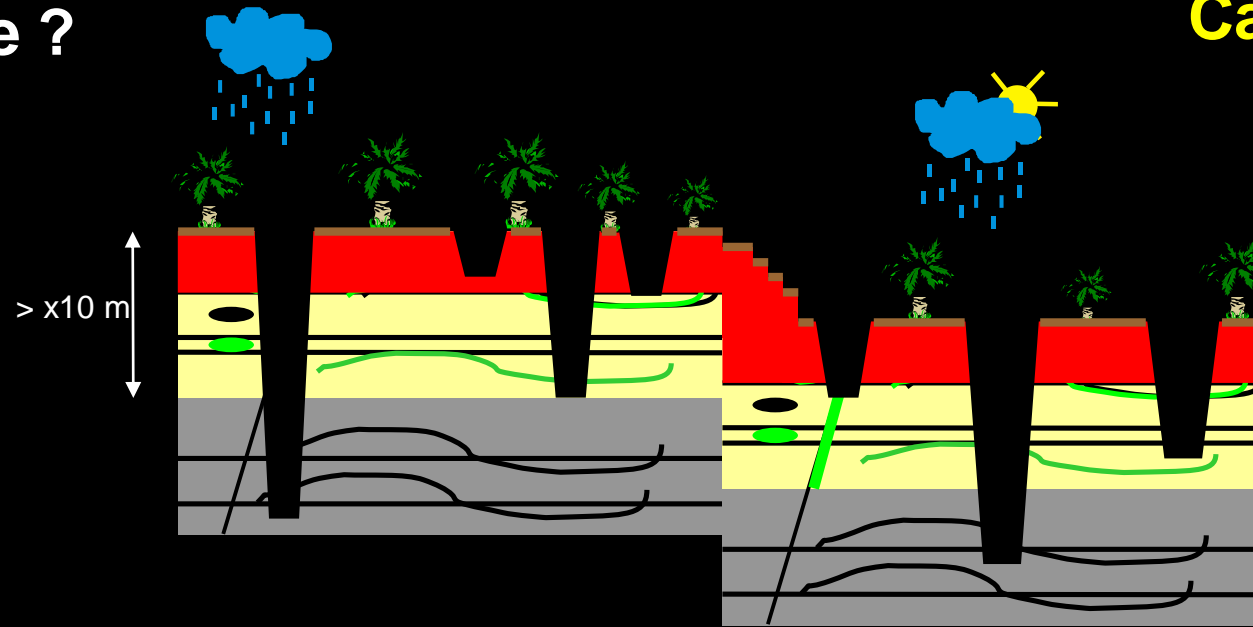
B. Profil latéritique (d'après Wyns, 2002).

Le profil s'organise selon quatre horizons :

- horizon de démantèlement (A),
- horizon d'accumulation (B),
- horizon de lessivage (C),
- roche-mère (R).

Noter la présence de l'horizon fissuré dans la représentation *sensu* Wyns (2002).

Wallonie ?

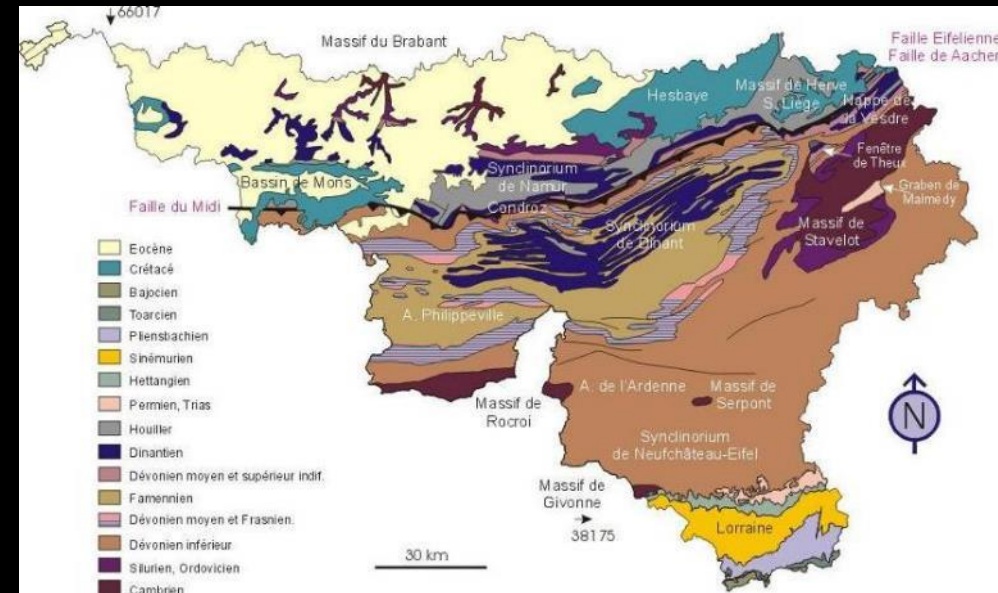
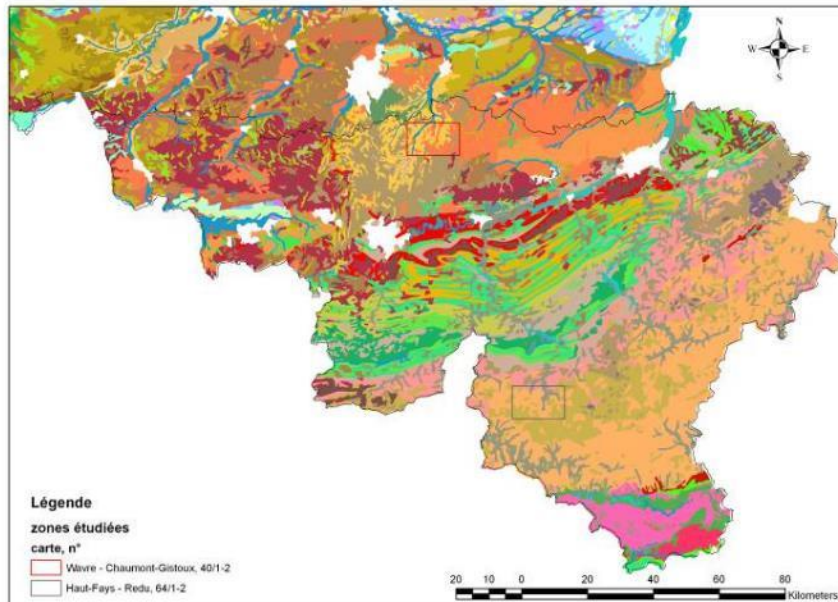


Cartographie

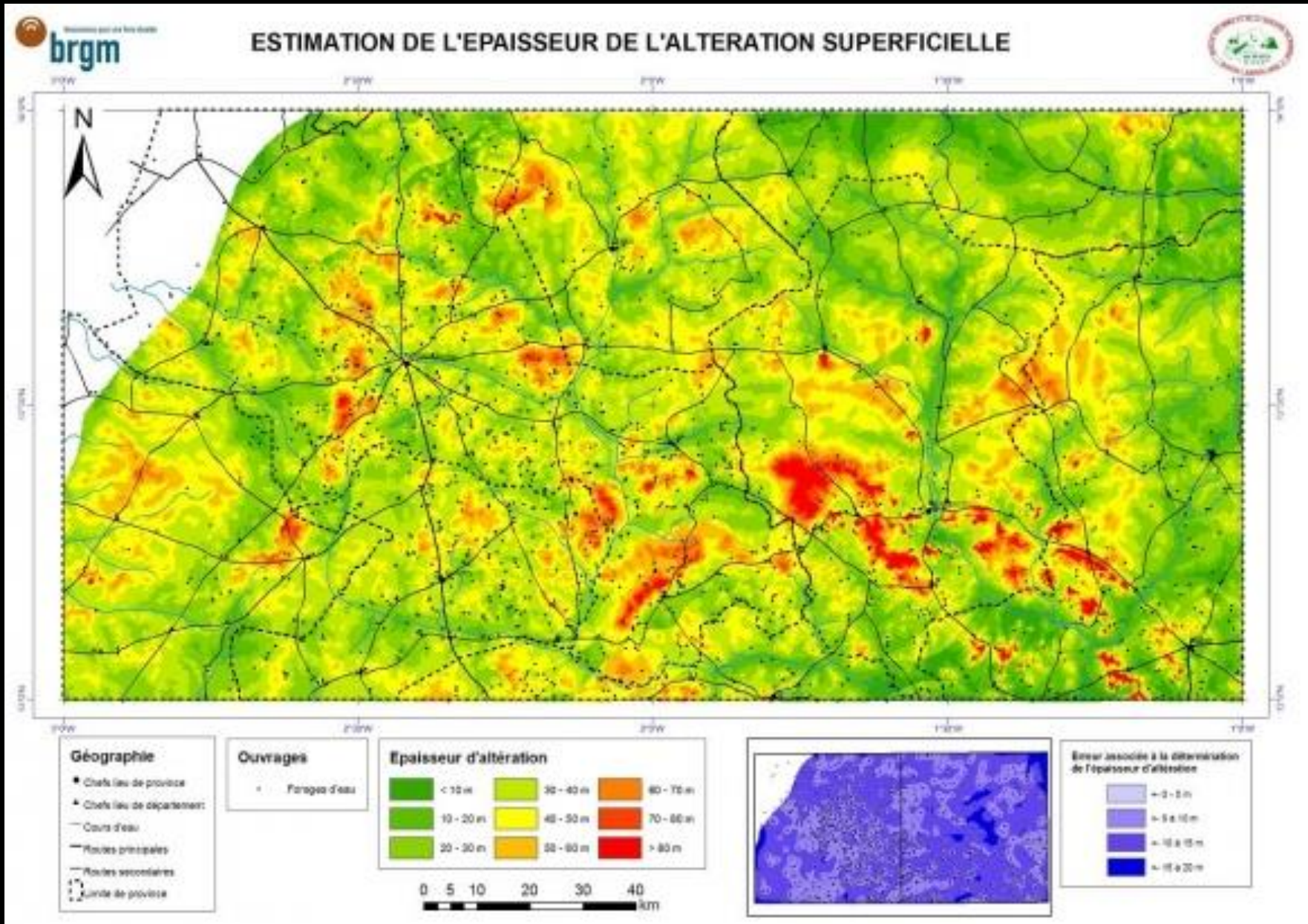
Carte pédol.

Carte ???

Carte géol.

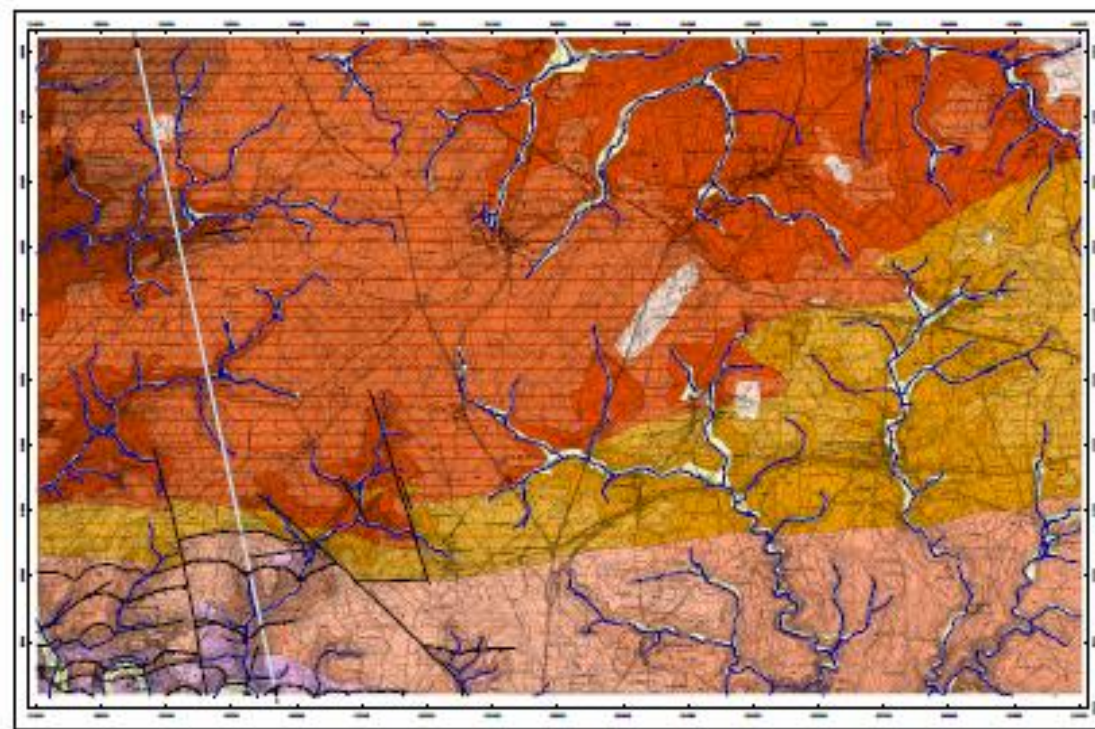


Analogie à l'étranger : Burkina Faso

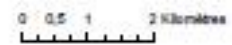




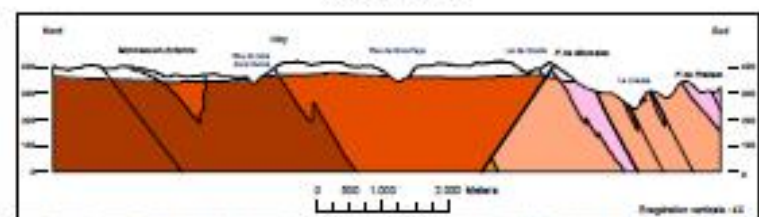
Carte des altérites : Vivy - Paliseul 65/5-6



Carte géologique modifiée de Villeneuve - Vivy - Paliseul 65/5-6 - Version provisoire 02/2010 - Rédacteur : et Olivier H. - BRGM/CNRS/INRA
Ne peut être diffusé sans l'accord de la COGARDIS
Modifications PLURISP-Normandie



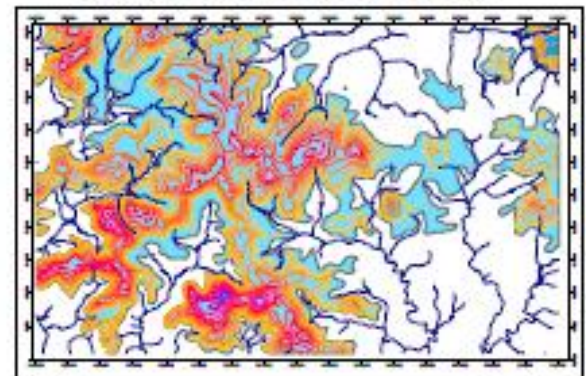
Coupe C-D



Coupe C-D modifiée de la carte géologique de Villeneuve - Vivy 65/5 - Version provisoire 02/2010 - Rédacteur : et Olivier H. - BRGM/CNRS/INRA
Ne peut être diffusé sans l'accord de la COGARDIS
Modifications PLURISP-Normandie

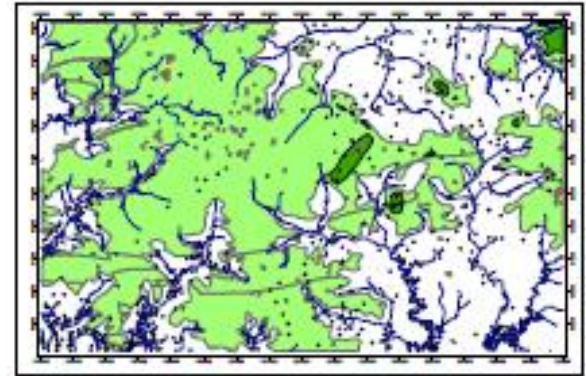
- Légende**
- Altérations modernes des vallées
 - Roches fortement altérées
 - Formation
 - St Hubert
 - Clignac
 - Roches légèrement altérées à altérées
 - Formation
 - Vivie
 - Mirwart
 - St Hubert
 - Clignac
 - Mondreuil
 - Roches saines
 - Formation
 - Vivie
 - Mirwart
 - St Hubert
 - Clignac
 - Mondreuil
 - Pelle
 - Pelle de construction
 - Pelle hydroélectrique
 - Pelle sans couverture
 - Reseau hydrographique
 - Tail de coupe

Epaisseur estimée de la saprolite



- Légende**
- Échelle de l'épaisseur de la saprolite (cm)
- 0 - 10
 - 10 - 20
 - 20 - 30
 - 30 - 40
 - 40 - 50
 - 50 - 60
 - 60 - 70
 - 70 - 80
 - 80 - 90
 - 90 - 100
- Degré de probabilité d'être relié à l'épaisseur de la saprolite
- Roches altérées
 - Reseau hydrographique

Localisation des informations utilisées



- Légende**
- Reseau hydrographique
 - Point d'échantillonnage
 - Degré d'altération
 - Roches saines
 - Roches légèrement altérées
 - Roches fortement altérées
 - Roches altérées
 - Autres données d'usage de l'eau
 - Retenue (cf carte pédoécologique)
 - Roches altérées fortement altérées
 - Roches légèrement altérées à altérées

Fiches « roches altérées » Etat de l'Environnement Wallon 2013

Roches altérées : une tranche encore méconnue mais essentielle de notre sous-sol

L'altération météorique des roches est un phénomène omniprésent sur les continents : la majorité des roches superficielles wallonnes sont altérées. Ce phénomène affecte à la fois les roches sédimentaires siliciclastiques et les roches carbonatées, qui constituent à elles deux la très grande majorité du sous-sol wallon.

La Wallonie est riche en documents cartographiques numérisés (ou en voie de l'être) relatifs à son sol et son sous-sol. Aucune carte ne fait cependant référence intégralement/explicitement/directement aux roches altérées (figure 1). L'interface entre le sol (pédologie) et le sous-sol "sain" (géologie) s'apparente dès lors à un volume inconnu (figure 2) et trop peu apprécié à sa juste valeur, alors que ces roches altérées présentent des propriétés remarquables à bien des égards. En effet, la qualité, l'extension et la géométrie de ces roches altérées a des répercussions en termes d'hydrogéologie, risques naturels et anthropiques, géothermie, géotechnie, agriculture, foresterie, environnement, ressources minérales, etc. qui doivent être parfaitement maîtrisées par les gestionnaires du territoire et de l'environnement wallon.

Intérêt et nécessité de caractériser et cartographier les roches altérées

Depuis 2000, de nombreuses directives et projets européens demandent qu'une attention soit portée aux roches superficielles dont font partie les roches altérées. A court terme, ils imposeront vraisemblablement à la Wallonie d'utiliser et de rapporter toute une série de données relatives à ces terrains.

En 2012-2013, une étude d'orientation a été réalisée afin de conscientiser et d'identifier les besoins des acteurs du SPW. Il en ressort qu'une cartographie mais également une caractérisation physico-chimique, minéralogique et géotechnique sont requises. La nature multidisciplinaire de ce projet implique que les données de caractérisation soient utilisables dans le cadre d'autres projets. Une base de données centralisée doit être envisagée, reprenant un maximum d'information concernant la partie "superficielle"

du sous-sol wallon.

La nécessité de cartographier les roches altérées en Wallonie a été évaluée en réalisant une analyse AFOM (Atouts, Faiblesses, Opportunités, Menaces) (Tableau 1). Cette étude montre qu'un projet de cartographie des roches altérées en Wallonie est réalisable, utile et nécessaire.

Conclusions

L'étude d'orientation témoigne que les membres du SPW, mais également des personnes extérieures au SPW sont (et seront de plus en plus) intéressés par la caractérisation et la localisation des roches altérées. La cartographie permettra, à terme, des économies et un gain de temps pour de nombreux projets dans de plusieurs directions opérationnelles du SPW, mais également pour le citoyen.

La cartographie des roches altérées est également l'occasion de mettre la Wallonie à l'avant plan. A l'heure actuelle, peu de pays/régions ont mis en place un projet de cartographie des roches altérées ; la Wallonie serait donc une pionnière dans le domaine...



Figure 1 : roche altérée

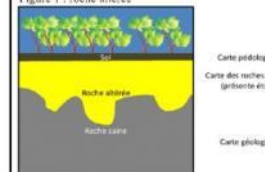


Figure 2 : schéma de localisation de l'horizon non-cartographié (roches altérées).

fig FFH F2-1

Atouts	Faiblesses
<ul style="list-style-type: none"> • Mettre la Wallonie en avant plan dans les directives et projets européens. • Meilleure connaissance du sous-sol Wallon. • Meilleure gestion forestière et agricole. • Amélioration de la carte des risques naturels • Prise en compte des roches altérées dans la détermination des zones de captages. • Découverte de gisements potentiels pour l'industrie extractive, de sites propices aux CET. • Acquisition de nouvelles données environnementales. • certain nombre d'informations déjà disponibles au SPW. • Présence du géoportail wallon en vue de la diffusion de la carte. 	<ul style="list-style-type: none"> • Difficulté technique dans certaines régions. • Caractéristiques géochimiques, minéralogiques, géotechniques, hydrogéologiques, ... des roches altérées en Wallonie encore peu connues et nécessitent un important travail. • Regroupement et standardisation des données bibliographiques.
Opportunités	Menaces
<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilité du savoir-faire et de l'expertise de l'université et de collaborations extérieures. • Présence des cartographes de la carte géologique. • Technologie et matériel de cartographie actuellement très performant. 	<ul style="list-style-type: none"> • Période économique défavorable. • Intérêt actuellement limité du secteur privé.

Tableau 1 : résultats de l'analyse AFOM

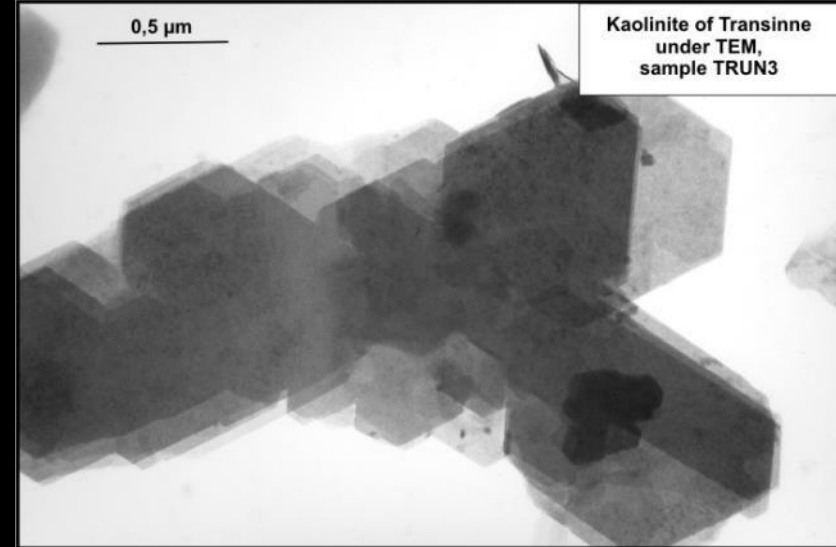
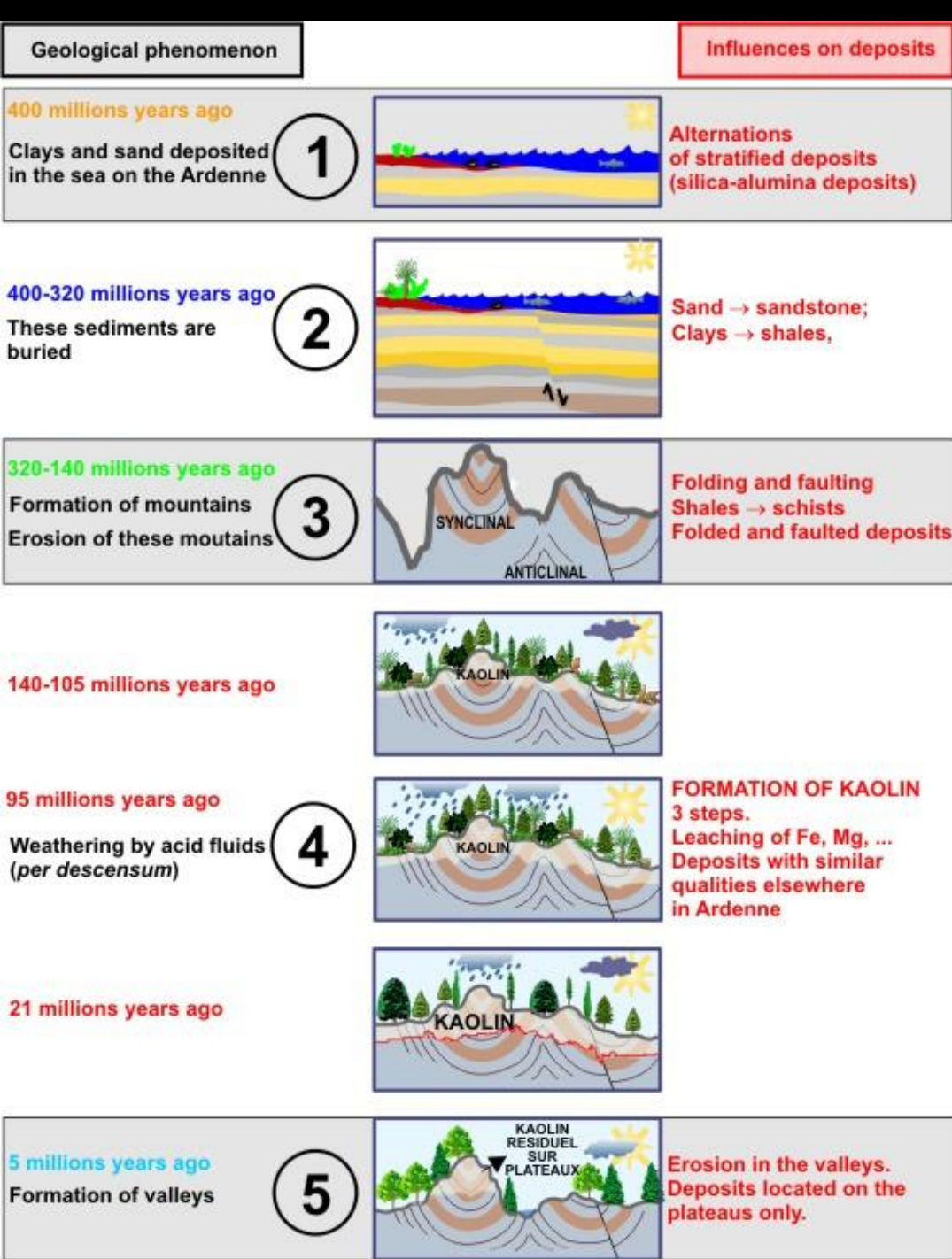
Exemples - Province de Namur ?

Carrières de kaolin

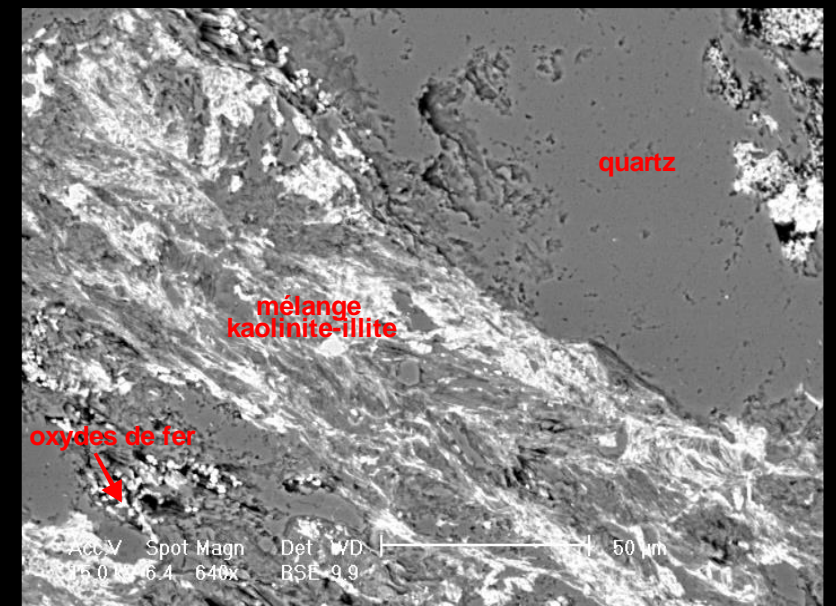
Libin – Province de Luxembourg

Malvoisin – Sud de la Province de Namur





- ~ 35 % quartz
- ~ 30 % kaolinite
- ~ 30 % illite/muscovite
- ~ 5 % (hydr)oxydes Fe/Mn – chlorite
chromite - tourmaline



Investir dans

LE KAOLIN

Une matière première à haute valeur ajoutée
disponible en Ardenne



Carrière de kaolin à Libin

© ARFRIT - CSR



Roche argileuse
riche en silicium
et aluminium.

Blanchâtre à colorée
selon les qualités.

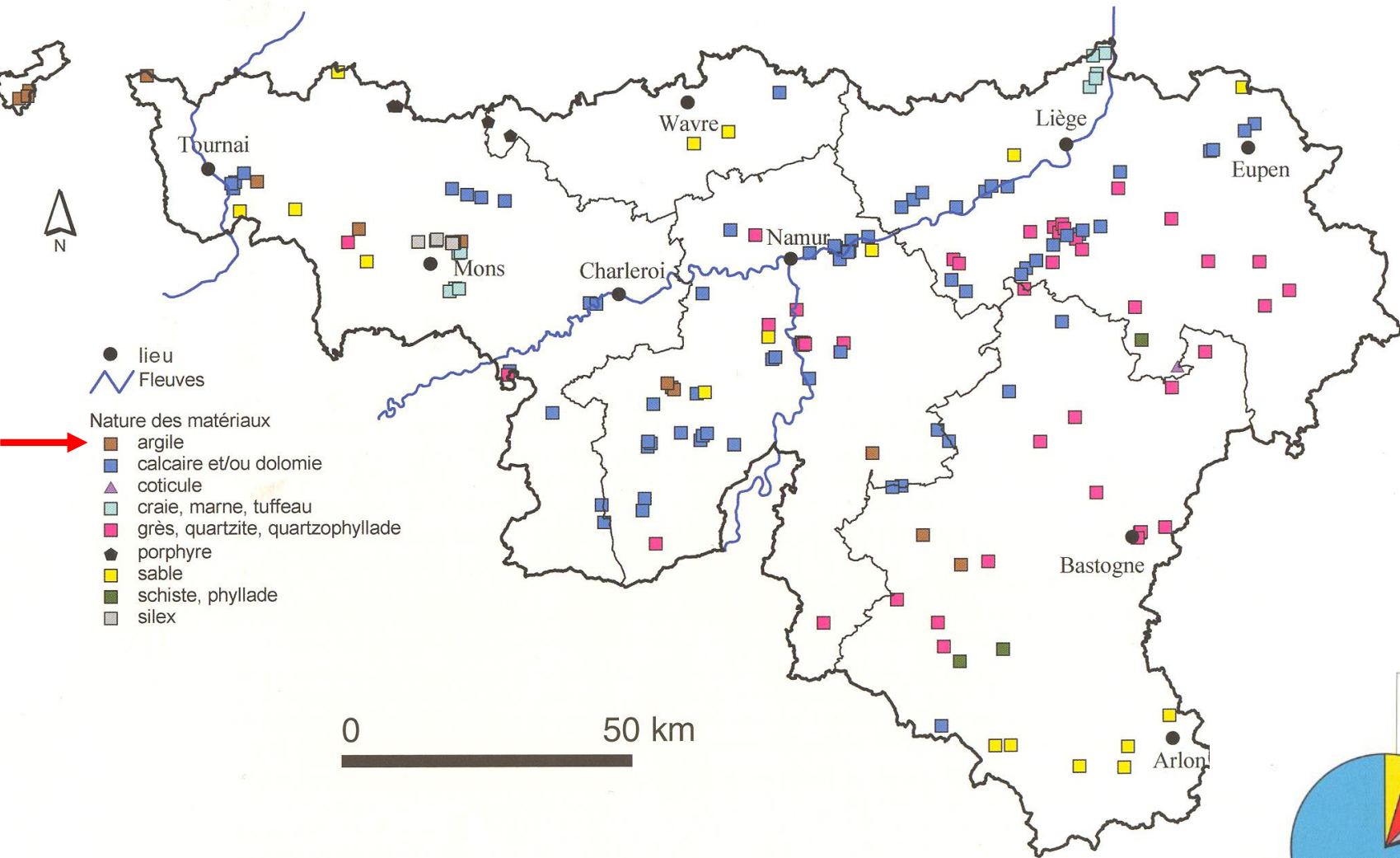
Dans le Bénélux,
exploitable uniquement
en Ardenne.

Proche des frontières
Belgique-
Luxembourg-France.

CET Malvoisin (Province de Namur)

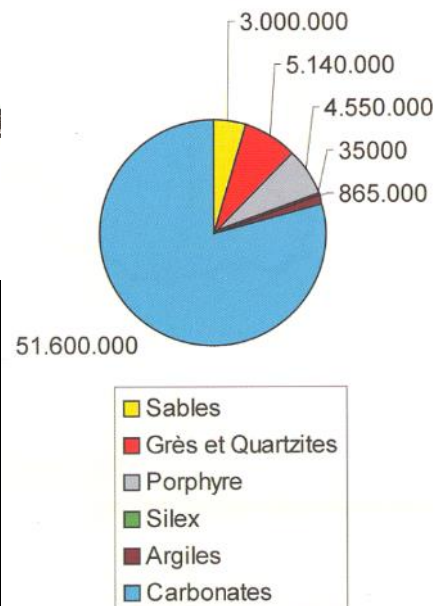


Dans le cadre de l'initiative leader, les projets « Au fil de la Pierre » sont réalisés avec le soutien financier de l'Union Européenne et de la Région Wallonne.



152 sites inscrits en zone d'extraction au plan de secteur

Environ 65.000.000 tonnes extraites/an en RW



Exemples - Province de Namur ?

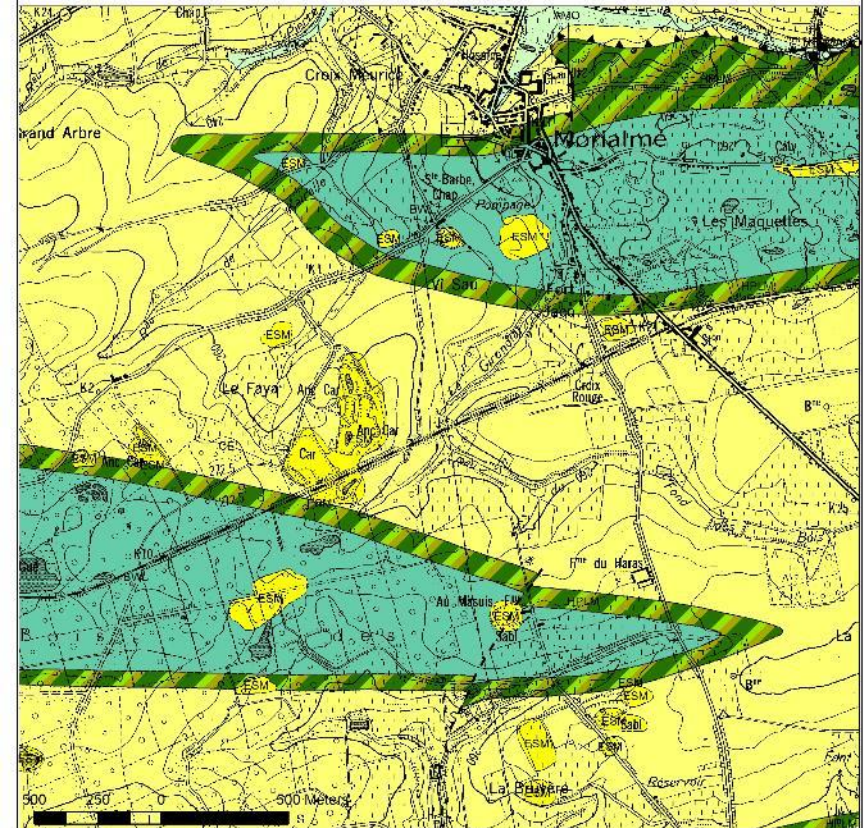
Carrières de la région de Morialmé

World Geomorphological Landscapes








Alain Demoulin *Editor*

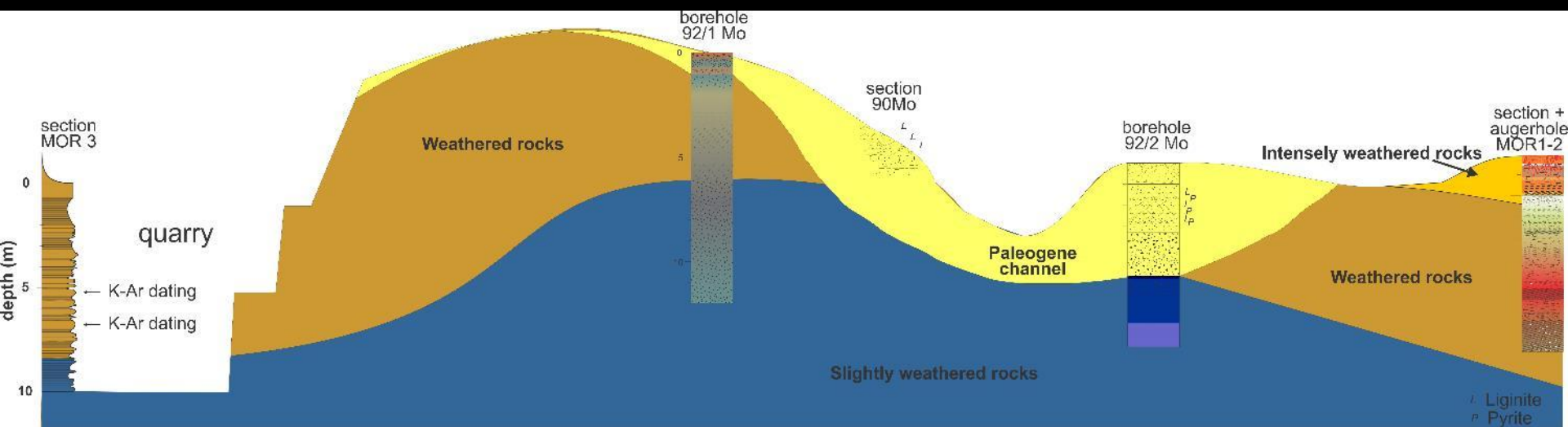
Landscapes and Landforms of Belgium and Luxembourg

 Springer



Légende

-  Groupement des formations de Ciney et d'Étroeuingt
-  alluvions modernes des vallées
-  Formation de l'Entro-Sambre-et-Meuse
-  Groupement des formations de Bayard-Waulsort-Lefé
-  Groupement des formations d'Hastière-Pont d'Arcole-Landelies-Maurenne
-  Faïlle de chevauchement hypothétique
-  Faïlle hypothétique



Exemples - Province de Namur ?

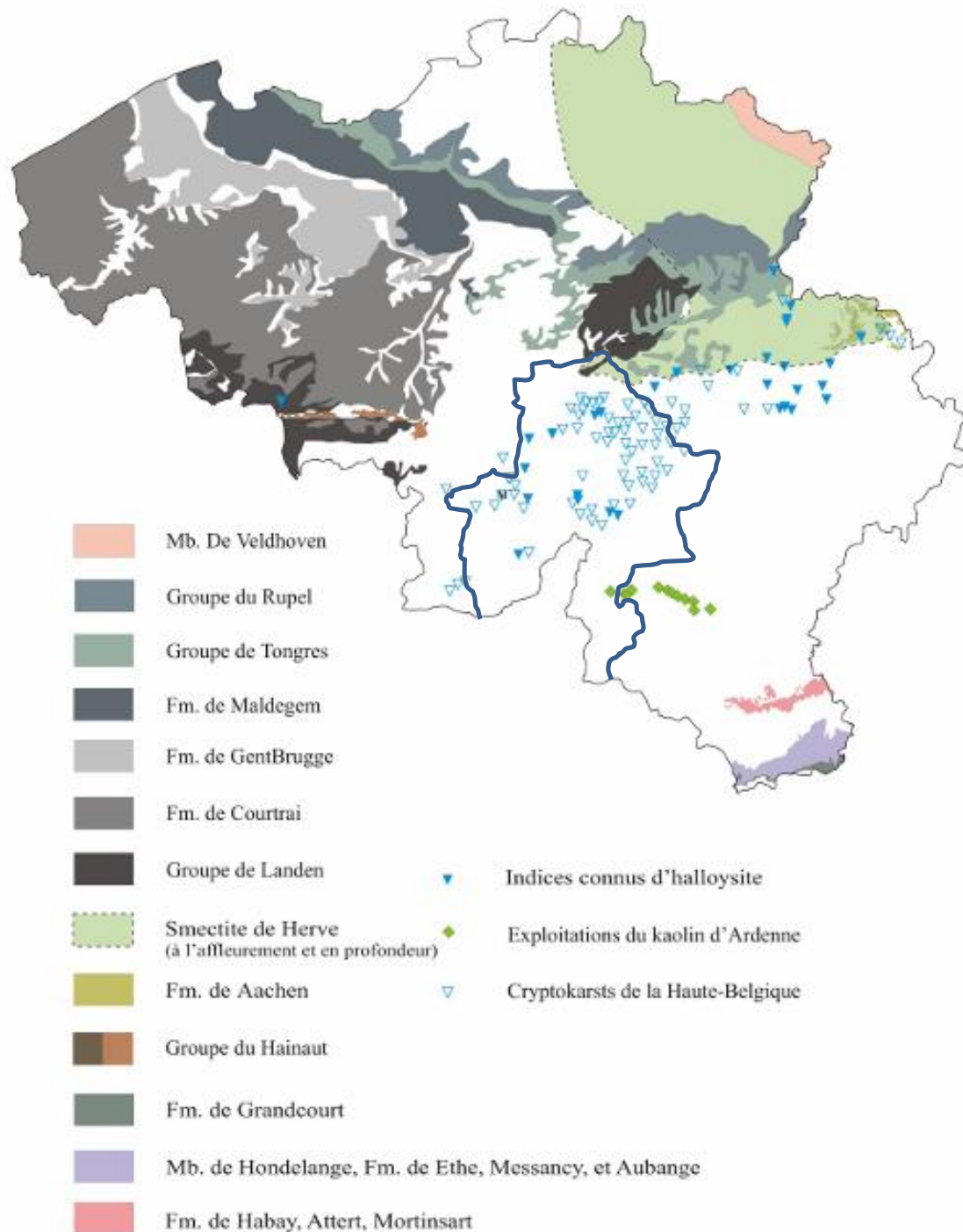
Carrières de Mettet



Argiles en Belgique

Contenus différents :

- Quartz SiO_2
- oxydes fer Fe_2O_3
- Organic C
- **minéraux argileux**
 - smectite (gonflants)**
 - illite/micas**
 - chlorite**
 - kaolinite - halloysite**
 - interstratifiés**



chlorite smectite Mixed-layers halloysite
 Group Formation Member sepiolite Illite kaolinite vermiculite

Gr	Fm	Mb	Sép.	Ch	I	Sm tot.	K	Interst.	V	H	References
	VOORT	Veldhoven									
RUEPEL	BOOM	Putte		x	X	X	X	tr.			<i>Wouters et al. 1994; Decler and Viaene 1993</i>
		Terhagen									
	BILZEN	Klein-Spouwen									
TONGRES	BORGLOON	Henis		x	X	X	X	x (C-S)			
	ZELZATE	Watervliet									
	MALDEGEM	Onderdijke		x	X	X	x	tr (C-S)			<i>Mercier 1986</i>
Zomergem											
Ursel				x	X	X	x				
Asse											
YPRES	GENTBRUGGE	Pittem		x	X	X					<i>V.M. JH 2002</i>
		Merelbeke									
	TIELT	Egemkappel									
	KORTRIJK	Aalbeke			x	X					
		Roubaix/Mons-en-P.	x	x	X	X					
Orchies/St-Maur			x	X	X						
		Mont-Héribu		x	X	X	x				
LANDEN	TIENEN	Knokke		x	X	X	x	tr		<i>Laga et al. 1990</i>	
HANNUT	Waterschei/Louvil		x	x	X		tr				
HAINES	HAININ	Zwartberg (anc. nom)			x	X	X	X (K-S)		<i>Dupuis inedit</i>	
Gr. des CRAIES	VAALS	Sm. de Herve		tr	X	X	tr	tr		<i>Thorez et Monjoie 1973</i>	
	AACHEN	Hergenrath		x	x	X	X			<i>Vandenbergh 1983</i>	
HAINAUT	HAUTRAGE				x	X	X	X (C-S)		<i>Yans et al. 2002</i>	
	BAUDOUR										
	ST-BARBE										
	GRANDCOURT				X	X	x	x		<i>Boulvain et al. 2000</i>	
	ETHE			x	X	X	x	x			
	MORTINSART	Levallois		x	X	x		x			
	HABAY				X	x		X			

Weathering clays	Locations		Sép.	Ch	I	Sm tot.	K	Interst.	V	H	References	
	ESEM (halloysite)						x				X	<i>Nicaise et al. 1997</i>
	Haute-Ardenne (kaolin)				X		X					<i>Martin 89</i>
	ESEM (Morialmé)			x	X	X	X	x	X			<i>Nicaise et al. 1997</i>

Exemples - Province de Namur ?

Altérites à Jambes

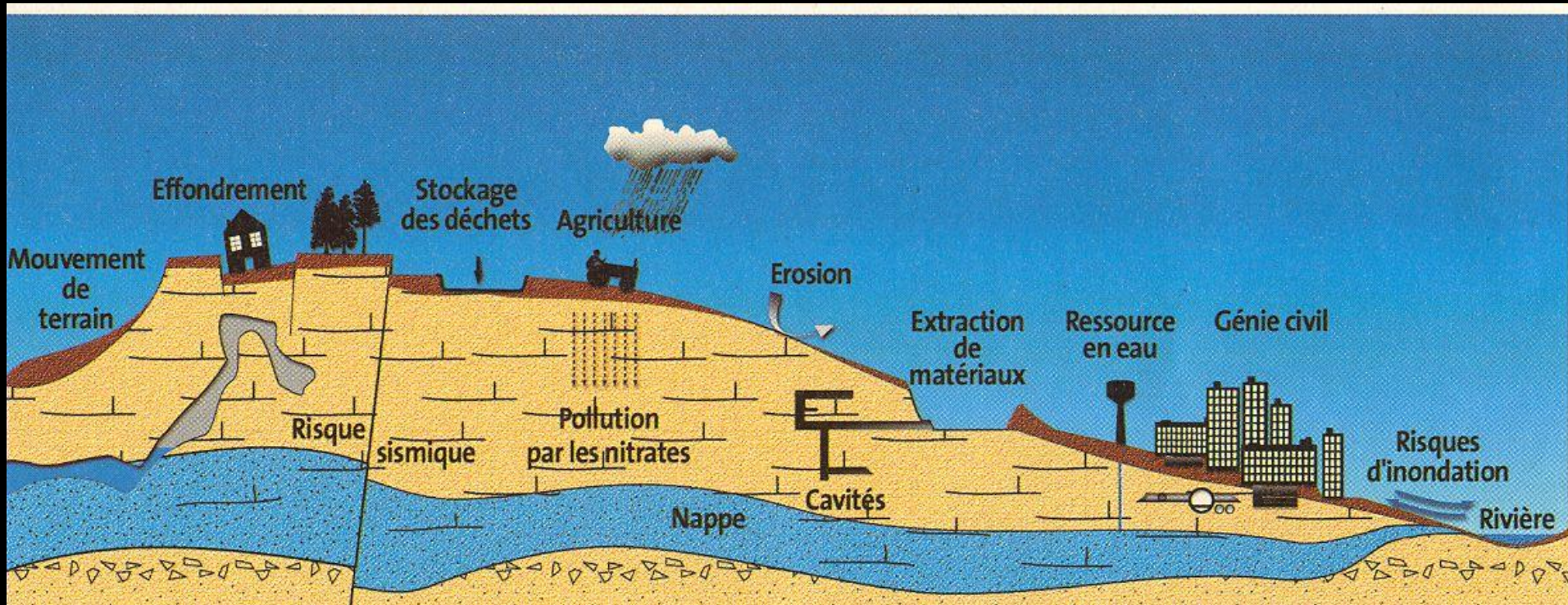




Conclusion

Saprolithe

- Hors pédologie
- Omniprésente (y compris en RW – Namurois)
 - Assez peu connue
 - Intérêts pour l'ingénieur - géologue





Merci