





Lycée Valentine LABBÉ 41 rue Paul DOUMER – BP 20226

1 rue Paul DOUMER – BP 2022 59563 LA MADELEINE CEDEX

CLASSE PRÉPARATOIRE TB (Technologie & Biologie)

enseignement de sciences de la vie et de la terre (svt) ° sciences de la terre °

<u>Partie 6</u>. Géodynamique externe >> Cours <<

Chapitre 23: proposition de fiche à compléter

L'altération des roches en domaine continental : altération chimique, désagrégation mécanique, sols

Objectifs: extraits du programme

Connaissances clefs à construire	Commentaires, capacités exigibles
6.1 Altération des roches, érosion,	
formation et destruction des sols	
Les matériaux en surface sont	
soumis à de multiples processus	
d'altération qui engendrent des formations résiduelles, et d'érosion	
avec en particulier l'entrainement de	
produits par les eaux.	
L'altération d'une roche mère est à	
l'origine de la formation d'un sol.	
L'altération chimique transforme la	À partir de l'étude du granite et de roches
composition initiale de la roche mère par la mise en solution ou la	carbonatées identifier et caractériser deux modes d'altération chimique :
précipitation d'éléments. Ces	- l'hydrolyse qui aboutit à la formation de minéraux
réactions s'accompagnent de	argileux et
l'apparition de nouveaux	- la dissolution
assemblages minéralogiques.	Lien: Travaux Pratiques (TP 6.2. Les roches magmatiques et
	leur altération + TP 6.3. Les roches sédimentaires)
L'altération mécanique facilite le	- relier l'ensemble de ces processus au départ
morcellement du matériau initial et	d'éléments en suspension ou en solution et à la
l'érosion permet le départ en	persistance d'éléments résiduels et les processus de
suspension de certains de ses	formation de sols.
éléments.	- montrer l'importance de l'eau et des êtres vivants dans
	les processus d'altération, d'érosion et/ou de
	pédogenèse.
	Liens : 2.4 (chapitre 11. Les Angiospermes, organismes autotrophes à vie fixée), 4 (partie 4. Biologie des écosystèmes).
	autorrophes a vie fixee), + (partie 4. biologie des ecosystemes).

- souligner l'inégale répartition des sols en lien avec le climat.

Lien: 6.3 (chapitre 25. Le cycle du carbone sur Terre)

L'altération atmosphérique des silicates consomme du CO2.

Le sol est une interface fragile. Un sol résulte d'une longue interaction entre roches et biosphère: sa formation lente contraste avec la rapidité des phénomènes qui peuvent conduire à sa disparition (dégradation anthropique, érosion). Le sol est un réservoir de carbone organique.

 déterminer la nature, évaluer la quantité, expliquer l'origine du carbone organique présent dans les sols afin de définir le sol comme un réservoir de carbone.
 Liens: Travaux pratiques (TP 6.1. Étude pratique du sol), 6.3 (chapitre 25. Le cycle du carbone sur Terre)

Limite: L'étude porte sur l'altération d'un granite et d'un calcaire sans aborder les phénomènes géologiques qui mettent ces roches à l'affleurement. Une étude exhaustive de la diversité des sols en relation avec la nature de la roche mère n'est pas envisageable.

Préambule: structure de la Terre solide

A FIGURE 1. Structure de la Terre interne.

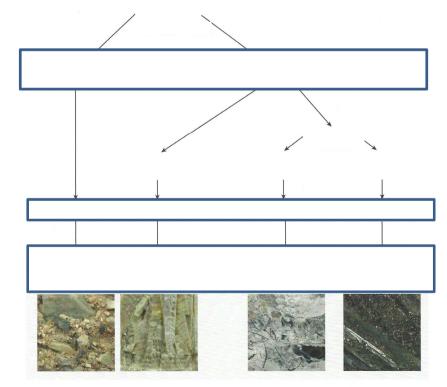
Introduction

Lithosphère :		
Hydrosphère :		
Tryatosphere .		
Atmosphère :		
<u>Composition</u> :		

Quels sont les modalités, mécanismes et conséquences de la destruction des roches ?

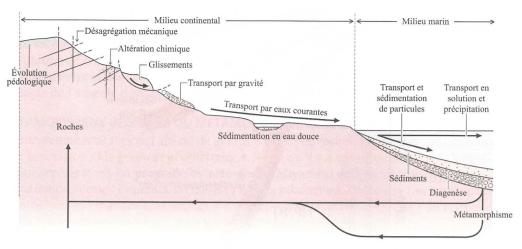
- I. L'altération (au sens large) des roches, un processus de destruction des roches impliquant des acteurs et des facteurs de contrôle variés : une vue d'ensemble
- A. L'inclusion de l'altération dans le phénomène sédimentaire

Phénomène sédimentaire :



A FIGURE 3. <u>Vue d'ensemble (très simplifiée) du phénomène sédimentaire</u>.

D'après JAUJARD (2015).



A FIGURE 4. Une autre vue d'ensemble du phénomène sédimentaire. D'après EMMANUEL et al. (2007).

Cycle sédimentaire :			

A FIGURE 5. Le cycle sédimentaire. D'après EMMANUEL et al. (2007).

B. Les acteurs de l'altération

1. Les objets de l'altération : les roches

Roche:			

Minéral :		

2. Les agents de l'altération

a. Les agents mécaniques

Figure 6

a. Des agents a la fois de desagregation mecanique et d'erosion : les vents et
surtout les courants d'eaux (+ la glace) • Ces agents mécaniques ont à la fois :
 Une action de désagrégation mécanique de la roche-mère.
 Une action d'enlèvement des particules produites.
Érosion :
Agents:
-
-
β. Des agents de désagrégation mécanique sans action érosive : variations de
température, eau interstitielle, sels
Agents mécaniques :
-
>
>
>

y. Et la tectonique!

Failles, plis... dues à l'activité géodynamique interne → fissuration

	➤ La décomposition complète par la solution d'attaque d'une roche en ses ions constitutifs : la dissolution
	Dissolution:
	Exemple d'altération de la calcite (carbonate de calcium) (d'après COJAN & RENARD, 2006) :
A FIGURE 6. <u>Les aspects mécaniques de l'altération et de l'érosion : bilan.</u> D'après EMMANUEL et al. (2007). (!) Le terme <u>corrasion</u> est à réserver à <u>l'action éolienne</u> . b. Les agents chimiques et leur action	β. L'air i. Un mélange gazeux Composition:
α. L'eau et les solutés (formant la « solution d'attaque »)	
i. Notion de solution d'attaque	ii. Une action oxydante du dioxygène
Solution d'attaque :	Exemple de la formation d'hématite (d'après COJAN & RENARD, 2006) :
ii. Deux actions principales possibles d'altération chimique des roches	c. Les agents biologiques : les êtres vivants (y compris l'Homme) Action d'altération des roches :
➤ La modification chimique par la solution d'attaque des minéraux en présence avec production de minéraux résiduels : l'hydrolyse [+ acidolyse, salinolyse, alcalinolyse]	-
Hydrolyse:	(!) Ne pas oublier l'action anthropique !
Exemple d'altération de l'albite par l'eau et le CO ₂ (d'après COJAN & RENARD, 2006) :	

Équation générale d'une hydrolyse :

Inclut au sens large :
Acidolyse →
Alcalinolyse →
Salinolyse →

C. Les produits de l'altération

 COJAN & RENARD (2006) proposent de sérier les produits de l'altération en trois grands ensembles (tableau II).

▼ TABLEAU II. Typologie possible des produits de l'altération. D'après EMMANUEL et al. (2000) reprenant COJAN & RENARD (2006).

Type de produit	Caractéristiques	Exemples de minéraux

1. Les produits résiduels : des minéraux peu ou pas (parfois pas encore...) altérés

Produits résiduels :			
Exemple : arène granitique			_

2. Les produits de transformation : des minéraux secondaires formés par modification chimique des minéraux primaires

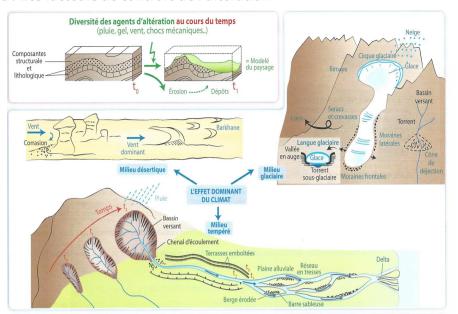
Produits o	le transformation :		
Evemple : ai	railee		

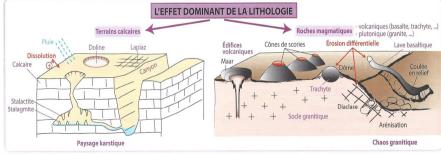
3. Les produits de néoformation : des minéraux qui cristallisent à partir d'ions préalablement mis en solution

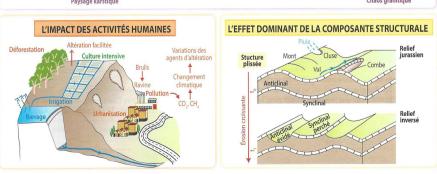
Produits de néoformation :	
Froduits de lieoloffiation.	

Exemple : oxydes d'aluminium (→ bauxites)

D. Les facteurs de contrôle de l'altération







A FIGURE 7. Contrôle de l'altération. D'après BORDI et al. (2018).

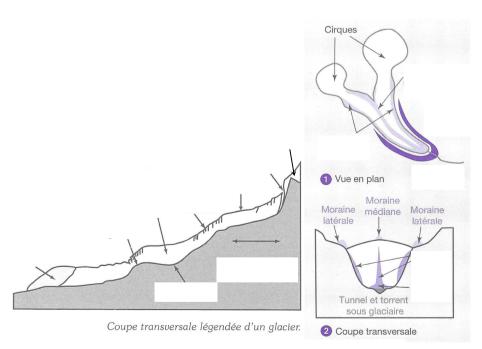
1. La nature des roches (lithologie) et des minéraux en présence

Exemples de contrôle lithologique dominant

2. Le climat (température et précipitations), lui-même largement dépendant de la latitude/longitude et de l'altitude

Climat :			

Exemple de contrôle climatique dominant (altitudinal)



A FIGURE 10. <u>Vue d'ensemble du modelé glaciaire (type alpin)</u>.

D'après DENŒUD *et al.* (2013), corrigé.

Vocabulaire du modelé glaciaire

- Cirque glaciaire: dépression semi-circulaire où s'accumulent des glaces après recueillement et tassement de neiges éternelles, constituant souvent le « point de départ » du glacier.
- Névé: amas de neige durcie qui peut progressivement se transformer en glace et alimenter un glacier, par exemple au niveau d'un cirque glaciaire.
- Rimaye : crevasse qui sépare un névé de son glacier.
- Langue glaciaire : longue et étroite couche de glace prenant naissance en aval du cirque glaciaire et assurant l'avancée du glacier dans la vallée glaciaire.
- Sérac : bloc de glace crevassé formé par la fracturation locale d'une langue glaciaire, souvent sous l'effet d'une rupture de pente brutale sous le glacier.
- Verrou glaciaire: zone d'une vallée glaciaire plus résistante à l'érosion du glacier que le reste de la vallée, en hauteur par rapport au profil global de la vallée.
- Ombilic glaciaire : zone d'une vallée glaciaire moins résistante à l'érosion du glacier que le reste de la vallée, en dépression par rapport au profil global de la vallée.
- Moraine : amas de débris rocheux érodés et transportés par la glace.

Exemple de contrôle climatique dominant (latitudinal)

Voir plus loin (II) : le diagramme de PEDRO (1975) clairement au programme !

3. Le facteur structural (lié à l'activité tectonique)

Exemple de contrôle structural dominant

On appelle **érosion différentielle** le phénomène d'**érosion** subi par des **roches situées en un même** lieu mais dont le **degré d'érodabilité** <u>varie</u>, de sorte sur que *l'érosion en un lieu donné est d'intensité variable selon le type de roche*.

Bilan (adapté du programme)

✓ Les matériaux en surface sont soumis à de multiples processus d'altération qui engendrent des formations résiduelles, et d'érosion avec en particulier l'entrainement de produits par les eaux.

II. L'altération (au sens large) des roches : mécanismes et conséquences de l'altération chimique et de la désagrégation physique

Capacité exigible

- ✓ À partir de l'étude du granite et de roches carbonatées, identifier et caractériser deux modes d'altération chimique :
- l'hydrolyse qui aboutit à la formation de minéraux argileux et
- la dissolution.

A. Préalable: rappels des caractéristiques des deux roches-mères étudiées comme exemples

1. Cas du granite

Revoir le TP 6.2. sur les roches magmatiques

Granite:

Assemblage minéral:

Silicates:



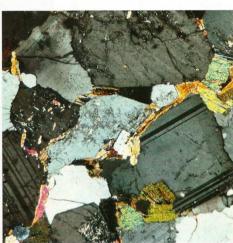
CARTE D'IDENTITÉ

- Roche magmatique plutonique.
- Structure grenue : assemblage de cristaux visibles à l'œil nu.
- Composition minéralogique : quartz et feldspaths (80 %), micas, éventuellement amphiboles.

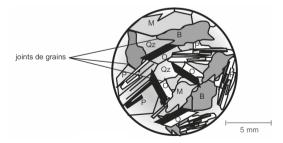
a. Échantillon de granite.



 b. Lame mince de granite observée en lumière polarisée non analysée.



c. Lame mince de granite observée en lumière polarisée analysée.



Qz = quartz ; M = muscovite ; B = biotite ; O = orthose ; P = plagioclase

A FIGURE 11. Le granite.
D'après LIZEAUX, BAUDE et al. (2007) et PEYCRU et al. (2008).

2. Cas des roches carbonatées

Revoir le TP 6.3. sur les roches sédimentaires

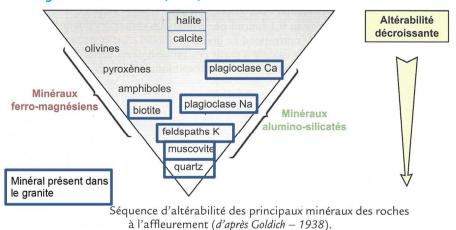
Roches	carbonatées :	
		_
	Ces roches font effervescence à l'acide chlorhydrique HCI, dégageant du CO ₂ .	

Comprennent notamment:

_

B. Les processus chimiques (= altération chimique)

- 1. Cas du granite : une altération chimique surtout par hydrolyse
- a. Une altérabilité chimique variable (altérabilité différentielle) des minéraux silicatés, en lien avec leur température de cristallisation : le diagramme de GOLDISH (1938)



Sont également pris en compte sur cette figure les minéraux rencontrés dans les roches sédimentaires (halite des évaporites, calcite des calcaires).

A FIGURE 13. Altérabilité des principaux minéraux de roches : diagramme de GOLDISH (1938).

D'après PEYCRU et al. (2015).

Altérabi	lité différentielle :
Cas du gr	ranite :
-	
_	
	Une altérabilité des minéraux due à la nature des ions piégés dans le eau cristallin : le diagramme de GOLDSCHMIDT (1934)

A FIGURE 14. <u>Diagramme de GOLDSCHMIDT (1934)</u>. D'après JAUJARD (2015).

À <u>simplifier</u>: ne garder par exemple que K, Na, Ca, Fe, Al, Si... + la structuration du graphe.

→ Potentiel ionique (= charge / rayon ionique)

Cations anti-STOKES (assez solubles) :

	•	•		
Cations STOKES (solubles) :			

Hydrolysats (insolubles):		
Oxyanions (solubles) :		
Oxyumona (adiubles) .		

▼ TABLEAU III. Les quatre domaines du diagramme de GOLDSCHMIDT (1934). D'après EMMANUEL et al. (2000)

Potentiel ionique	Domaine	Caractéristiques	Éléments	Phase
Z/r < 3 Cations solubles	Cations anti-Stokes	Z/r < 1, les ions de ce domaine n'ont aucune attirance pour la molécule d'eau et ne sont pas hydratés lors de leur mise en solution du fait d'une taille trop grande par rapport à leur charge.	Cations antistokes K, Rb, Cs	Migratrice (Résiduelle)
	Cations Stokes	1 < Z/r < 3, ions hydratés donnant des solutions alcalines qui se combineront avec les oxyanions pour donner les principales roches sédimentaires.	Cations stokes Ca, Na, Mg mais aussi Ba, Sr, Li, Fe ²⁺ , Mn ²⁺ ,	Migratrice
3 <z (insolubles)="" 10="" <="" d'hydroxydes="" de="" diamètre="" dont="" en="" est="" faible.<="" formation="" hydrolysats="" hydrolyse="" ions="" la="" leur="" moyen,="" provoque="" r="" solution="" stabilité="" td=""><td>Al, Fe³⁺, Si mais aussi Be, Zr, Ti, U, Mn⁴⁺,</td><td>Résiduelle</td></z>		Al, Fe ³⁺ , Si mais aussi Be, Zr, Ti, U, Mn ⁴⁺ ,	Résiduelle	
Z/r > 10	Oxyanions (solubles)	lons de petit diamètre et de charge élevée qui développent un champ électrique intense et permettent la formation d'anions solubles	C, P, S, B, N	Migratrice

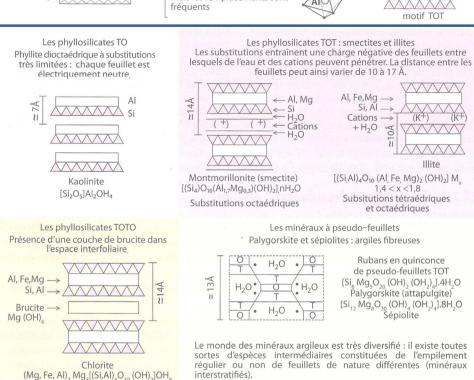
c. Une hydrolyse des minéraux silicatés du granite (sauf le quartz) qui aboutit notamment à la formation de minéraux argileux

α. Les argiles, composés géologiques ayant une définition granulométrique, une définition minéralogique et une définition pétrologique

définition minéralogique et une définition pétrologique			
Trois définitions :			
-			
-			

β. Les argiles, des minéraux en feuillets présentant une certaine diversité





Structure des principaux minéraux argileux (explications dans le texte).

A FIGURE 16. Les principaux minéraux argileux. D'après RENARD et al. (2018).

Dans les feuillets :

Couches T (tétraédriques) :	
Couches O (octaédriques) :	_

<u>Diversité</u> :
Ex.
<u>Ex</u> .
-
<u>Ex</u> .
+ combinaisons variées et minéraux constitués de pseudofeuillets.
γ. Les argiles, minéraux secondaires formés lors de l'altération du granite
d. Une hydrolyse dont l'efficacité et la nature des produits formés dépend des conditions climatiques (notamment la température)
α. Une formation d'argiles variées voire d'oxydes complets en fonction de l'efficacité croissance de l'hydrolyse : bisiallitisation, monosiallitisation et allitisation (= latéritisation)
i. La bisiallitisation : formation d'argiles TOT
Bisiallitisation:
Cas de l'orthose (RENARD et al. 2018) :
ii. La monosiallitisation (kaolinisation) : formation d'argiles TO

Monosiallitisation (= kaolinisation):

Cas de l'orthose (RENARD et al. 2018) :

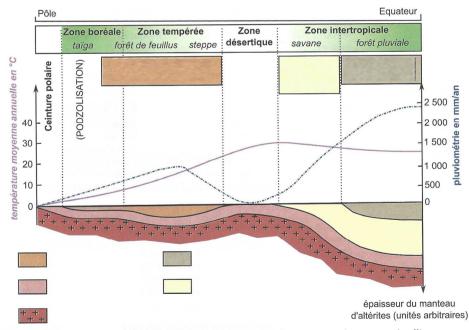
iii. L'allitisation (latérisation) : formation d'oxydes d'aluminium et de fer

Allitisation (latérisation):		
Amusauon (laterisauon).		

Ex. formation de **gibbsite** (minéral) \rightarrow **bauxite** (roche résiduelle) =

Cas de l'orthose (RENARD et al. 2018) :

β. Des processus d'hydrolyse largement contrôlés par les conditions climatiques (notamment la température) : le diagramme de PEDRO (1968)



Les grands types d'altération pédologique sur substratum cristallin granito-gneissique selon la latitude

A FIGURE 18. Latitude et formation d'argiles : Diagramme de PEDRO (1968).

D'après PEYCRU et al. (2015).

À compléter, y compris les schémas des argiles + à colorier.

- e. Une hydrolyse à laquelle participe le CO₂ dissous dans la solution d'attaque (par son rôle acidifiant)
- Lors de l'hydrolyse, des ions H⁺ sont consommés et leur disponibilité influence donc l'hydrolyse.
- Le volume de CO₂ dissous est en équilibre avec les ions H⁺ selon la réaction suivante :
- Une augmentation du volume de CO₂ dissous aboutit donc à une acidification de la solution d'attaque et donc à une meilleure efficacité d'hydrolyse.

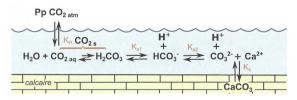
NB les équations bilan d'hydrolyse peuvent aussi s'écrire avec le CO₂ :

[Cas de le bisiallitisation de l'orthose]

- 2. Cas des roches carbonatées : une altération chimique par dissolution (où intervient encore le CO₂ atmosphérique)
- a. L'équation de dissolution des carbonates

Roches carbonatées → recouvrent environ 15 % de la surface des continents

Équation de dissolution :



Les divers équilibres du système des carbonates.

A FIGURE 19. Les réactions chimiques en jeu dans le système des carbonates.

D'après PEYCRU et al. (2015).

b. Quelques facteurs influençant la dissolution des carbonates : teneur en CO₂ atmosphérique, température, pH, salinité

Augmentation de la dissolution des carbonates :

- -
- -

3. Remarque sur le rôle du CO_2 dans l'altération chimique : l'altération, un puits de consommation du CO_2 atmosphérique

Ces aspects sont repris dans le chapitre 25 sur le cycle du carbone.

- C. Les processus mécaniques (= désagrégation mécanique)
- 1. Une désagrégation du granite qui forme des diaclases et aboutit à former un chaos en boules et de l'arène granitique

Diaclases :	
Altération en boules :	
→ Chaos granitique (type de paysage) :	
Arène granitique :	

Aspects mécaniques de l'arénisation du granite.

Les blocs initiaux de roche-mère sont soumis à une désagrégation granulaire superficielle qui conduit à la desquamation de fragments rocheux autour de boules résiduelles de rochemère non encore altérée. En périphérie, les fragments rocheux se désagrègent plus finement encore.

A FIGURE 20. Aspects mécaniques de l'altération granitique.
D'après PEYCRU et al. (2008).

- 2. Une désagrégation mécanique possible des carbonates
 - Là encore, les phénomènes mécaniques (ruissellement des eaux, chocs de blocs déplacés, vents, cryoclasties, thermoclastie) peuvent fracturer les calcaires et autres roches carbonatées.
- 3. Une coopération des processus mécaniques et chimiques lors de l'altération

- D. L'enlèvement des produits d'altération qui aboutit à l'érosion des continents
- 1. Des produits d'altération qui peuvent rester sur place (formation résiduelle) ou se déplacer (sédiments)

A FIGURE 21. Le devenir des produits de l'altération.
D'après EMMANUEL et al. (2007).

Phase résiduelle → formations résiduelles Phase migratrice → sédiments

2. Un enlèvement qui s'effectue essentiellement par ruissellement

Le transport sédimentaire sera évoqué dans le chapitre 24 sur la sédimentation.

- Les ions se déplacent en solution ;
- Les sédiments détritiques se déplacent en suspension.
 - 3. Un flux sédimentaire qui termine dans la mer ou l'océan (s'il n'a pas sédimenté localement sur le continent)

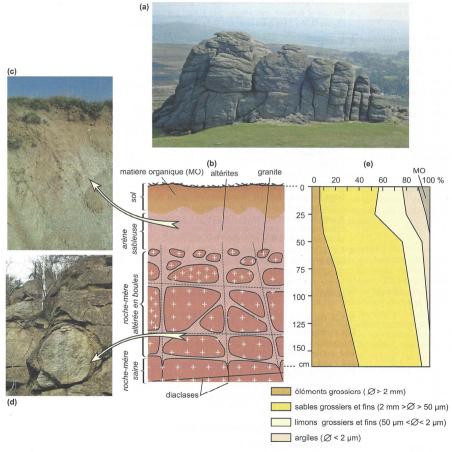
Bassins sédimentaires :		

- On pourra noter que le flux détritique vers l'océan est particulièrement important :
 - Au niveau des **zones équatoriales** (où l'altération est plus forte qu'ailleurs) :
 - Au niveau des zones de fort relief (exemple : Himalaya).

E. Des processus qui influencent le modelé des paysages

1. Le chaos granitique, paysage typique d'altération des terrains granitiques

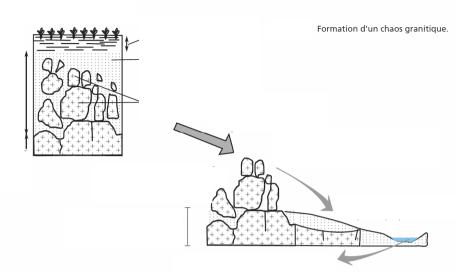
La figure a est une photo d'un paysage granitique d'un massif ancien. À la faveur d'une carrière, il est possible d'observer le sous-sol granitique à l'affleurement et le sol qui le recouvre (figures b, c et d). L'évolution verticale de la granulométrie de la fraction meuble dénommée dans ce cas arène sableuse est indiquée en parallèle (figure e).



Aspect d'un paysage de massif granitique ancien en zone tempérée et détails du profil d'altération du granite.

(a) Photo ; (b) organisation schématique du profil ; (c) et (d) aperçus des horizons supérieur et inférieur ; (e) évolution verticale de la granulométrie de la fraction meuble ou altérites.

A FIGURE 22. Chaos granitique et arénisation.



A FIGURE 23. La mise au jour d'un chaos granitique par lessivage des formation superficielles.

D'après PEYCRU et al. (2008).

2. Le karst, paysage typique d'altération des terrains carbonatés

Karst = paysage karstique :

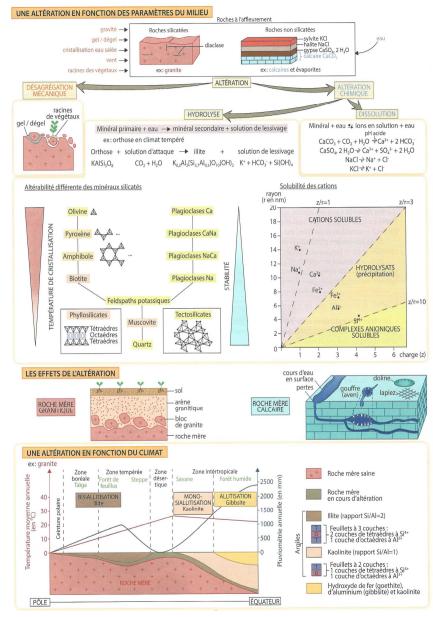
- On v trouve typiquement :
 - Des petites dépressions circulaires où s'accumulent un peu d'argile et où pousse la végétation nommées dolines;
 - Des zones calcaires accidentées (parfois tranchantes) et fracturées par le ruissellement et la dissolution associée qu'on nomme lapiaz ou lapiez.
 - Des dépressions profondes et encaissées où coulent des ruisseaux (canyons), ou des trouées profondes (avens) qui débouchent sur les grottes où circulent des eaux souterraines :
 - Dans les grottes où règne une humidité importante en lien avec les infiltrations d'eau et la nappe souterraine, se forment des concrétions calcaires coniques au sol (stalagmites) ou au plafond (stalactites) des grottes.

Les dolines sont des dépressions circulaires de plusieurs mètres de diamètre tapissées d'argiles dans lesquelles la végétation peut pousser. Elles peuvent s'effondrer s'il y a une grotte dessous. Un aven est un gouffre formé par l'effondrement du toit d'une grotte. Les grottes souterraines sont généralement ennovées par un cours d'eau qui peut disparaitre de la surface et sort au niveau d'une résurgence. Les concrétions calcaires portent le nom de stalag-Mites (qui Montent) et de stalacTites (qui Tombent).

Morphologie karstique.

A FIGURE 24. Paysage karstique.
D'après DENOEUD et al. (2013) [schéma du bas].

F. Bilan: vue d'ensemble des processus d'altération



A FIGURE 25. <u>L'altération : une vue d'ensemble</u>. D'après BORDI *et al.* (2018).

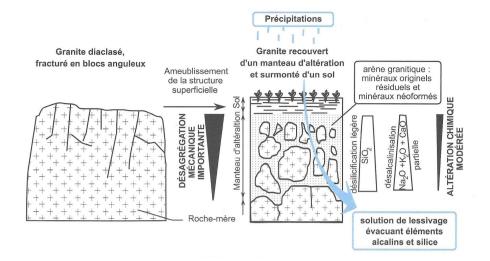
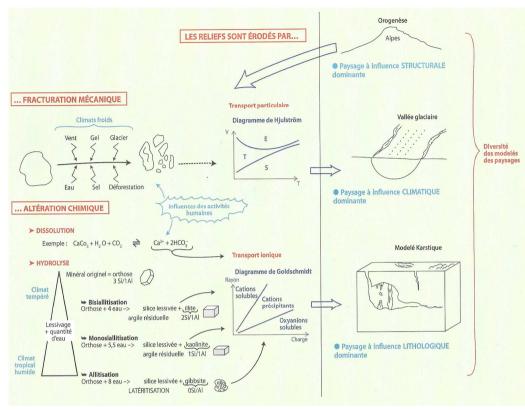


Schéma bilan de l'altération granitique en climat tempéré.

A FIGURE 26. L'altération du granite en climat tempéré.
D'après PEYCRU et al. (2008).



A FIGURE 27. L'altération : une vue d'ensemble. D'après DAUTEL et al. (2017).

Bilan (adapté du programme)

- ✓ L'altération chimique transforme la composition initiale de la roche mère par la mise en solution ou la précipitation d'éléments. Ces réactions s'accompagnent de l'apparition de nouveaux assemblages minéralogiques.
- ✓ L'altération atmosphérique des silicates consomme du CO₂.
- ✓ L'altération mécanique facilite le morcellement du matériau initial et l'érosion permet le départ en suspension de certains de ses éléments.

III. L'altération (au sens large) des roches, un processus qui aboutit à la genèse de formations résiduelles telles que des sols

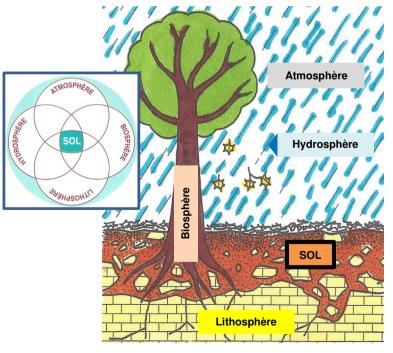
Capacités exigibles

- ✓ Relier l'ensemble de ces processus au départ d'éléments en suspension ou en solution et à la persistance d'éléments résiduels et les processus de formation de sols.
- ✓ Montrer l'importance de l'eau et des êtres vivants dans les processus d'altération, d'érosion et/ou de pédogenèse.
- ✓ Souligner l'inégale répartition des sols en lien avec le climat.
- ✓ Déterminer la nature, évaluer la quantité, expliquer l'origine du carbone organique présent dans les sols afin de définir le sol comme un réservoir de carbone.

A. La nature et l'organisation des sols

Notez bien que de **nombreux apports complémentaires** se trouvent dans le **chapitre 20 sur les écosystèmes**.

1. Le sol, interface entre géosphère, biosphère, atmosphère et hydrosphère provenant de l'altération physique, chimique et biologique d'une roche



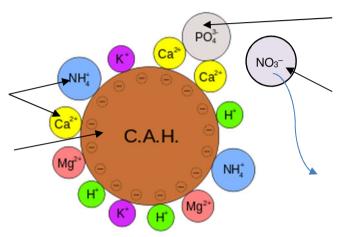
▲ FIGURE 28. Le sol, interface entre vivant et non-vivant.

D'après LIZEAUX, BAUDE et al. (2010) et LACOSTE & SALANON (1969), modifié.

Sol:	(!) Certains auteurs incluent la litière dans l'humus : le mot est <i>alors synonyme d'horizon organique</i> .
L' <i>étude des sols</i> s'appelle la pédologie .	L'eau y percole de manière importante, permettant notamment le lessivage de la matière organique superficielle ainsi emportée
Facteurs de contrôle de la composition et de l'organisation d'un sol :	plus en profondeur.
-	
2. La structure spatiale du sol	-
a. La structuration spatiale du sol : une entité découpée en niveaux superposés, les horizons	-
	(!) Gradients (organique, minéral, oxygénique)
	 Des variations latérales de structure ou composition possibles, éventuellement selon des gradients Variations latérales de structure et de composition du sol dues à :
	-
	-
	-
	Etc.
	3. La composition organique et minérale du sol
	a. La fraction organique: molécules biologiques, molécules humiques
	Fraction organique :
A FIGURE 29. Un sol typique de région tempérée (brunisol) et son découpage en horizons. D'après LAGABRIELLE et al. (2013), précisé/modifié. Le sol peut être moins épais.	
<u>Horizons</u> = divers niveaux horizontaux superposés du sol.	-
<u>Cas d'un brunisol</u> =	
	-
>	

- b. La fraction minérale : éléments de roches/minéraux (dont les argiles), eau, ions, air
- c. Des fractions qui s'associent et forment notamment un complexe argilohumique (CAH) retenant les cations

Complexes argilo-humiques (CAH) :



A FIGURE 30. <u>Une représentation du CAH associé aux cations qui le stabilisent.</u>
D'après *Wikipédia* (consultation janvier 2016), complété.

B. Les modalités de formation d'un sol (pédogenèse) et les facteurs qui la contrôlent

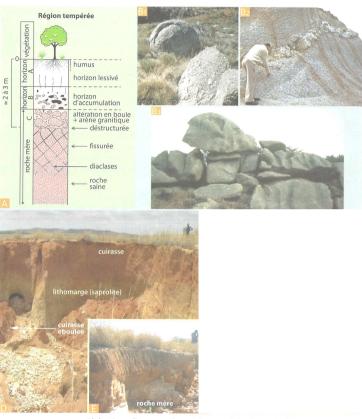
Pédogenèse :

- 1. Une formation qui suppose l'altération d'une roche-mère
- a. Une altération largement due aux agents physiques et chimiques, au moins dans un premier temps
- b. Une altération dépendante des conditions climatiques et de la rochemère qui conditionnent le type de sol formé

a. L'altération et notamment le type d'argile formé dépend des conditions climatiques

Revoir le diagramme de PEDRO

β. Comparaison de deux sols issus de l'altération granitique : un sol tempéré (arénitique) et un sol équatorial (latéritique)



Altérations d'un massif granitique : arénisation et latérisation.

A et B. En climat tempéré : l'arénisation du granite se développe dans le sol sur quelques mètres (B2) et s'insinue le long des diaclases. Plus intense à l'intersection des plans de diaclases, elle aboutit à la formation de boules qui demeurent hypogées (B1) ou forment des chaos si les produits meubles de l'arène sont évacués par le ruissellement (B3).

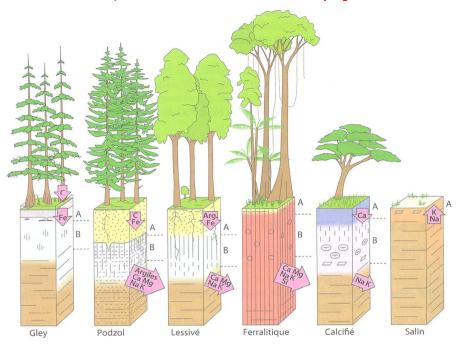
B1 : altération en boule du granite (Mont Lozère, France) ; B2 : arénisation complète d'un granite, on remarquera que le filon d'aplite (roche à grain fin) a résisté à l'altération (Saulzet-le-Chaud, Puy-de-Dôme) ; B3 : chaos granitique (Ploumanach, Côtes d'Armor). (*Photos M. Renard.*)

C. En climat tropical humide : la latérisation (cuirasse et saprolite) peut se développer sur des dizaines de mètres.

D. Profil latéritique à Madagascar et E : transition entre la roche mère (quartzite aurifère) en voie de décomposition et la base du profil latéritique (les personnages donnent l'échelle (photos R. Razafimbelo).

A FIGURE 31. Arénisation vs. latérisation.
D'après RENARD et al. (2018).

y. Des sols résiduels dont la diversité s'explique largement par la combinaison des facteurs climatiques et la nature de la roche-mère [hors programme]



Les six grands types de sols et les végétations associées.

Épaisseurs relatives des différents horizons. Les flèches indiquent les déplacements de cations dans le profil ou leurs évacuations.

A FIGURE 32. Une représentation du CAH associé aux cations qui le stabilisent. D'après RENARD et al. (2018).

- La diversité des sols résiduels peut être limité à six grands types (figure 32) :
 - Les gleys, sols boueux gorgés d'eau (par engorgement dû à une nappe phréatique) et pauvres en dioxygène.
 - Les podzols, sols typiques des régions froides et humides (où les argiles sont lessivées ex. taïga russe).
 - Les sols ferralitiques (ferrisols), sols où se concentrent des oxydes de fer et d'aluminium typiques des régions équatoriales.
 - Les sols lessivés (luvisols), sols typiques de certaines plaines tempérées où les argiles sont lessivées et s'accumulent dans l'horizon B.
 - Les sols calcifiés (calcisols), sols typiquement formés au-dessus de terrains carbonatés.
 - Les sols salins (salisols), sols parfois formés en milieu aride à très faible végétation et à forte salinité.

- 2. Une formation qui suppose l'intervention des êtres vivants et la mise en place d'une longue succession écologique progressive
 - a. Une synergie entre activité géologique et activité biologique qui assure

une mise en place progressive du sol caractérisée par la différenciation de
horizons
Formation progressive du sol par :
>
>
Épaississement progressif du sol + formation de l'horizon C, puis A, puis B

A FIGURE 33. La pédogenèse : une approche simplifiée. D'après LIZEAUX, BAUDE et al. (2010).

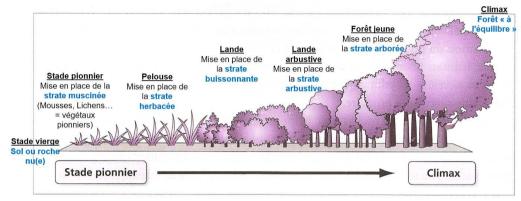
b. Une mise en place du sol qui s'accompagne d'une succession écologique

Succession écologique :	

Voir chapitre d'écologie (chapitre 20)

Stades typiques:

- stade vierge →
- stade pionnier →
- stade pelouse →
- stade lande →
- stade lande arbustive →
- stade forêt jeune →
- stade climacique (climax) →



Représentation schématique d'une succession, caractérisée par les formations végétales se succédant, de la gauche vers la droite.

Épaisseur du sol

A FIGURE 34. <u>Une succession écologique typique</u>. D'après Couvet & Teyssèdre-Couvet (2010).

3. Un processus lent

- a. Un épaississement du sol de 0,02 à 0,1 mm par an
- b. La formation d'un sol « complet », un processus qui dure entre plusieurs centaines d'années et plusieurs centaines de milliers d'années

C. Le sol, une interface fragile et non renouvelable

1. Une interface naturellement maintenue par le couvert végétal : la biorhexistasie

Bio-rhexistasie :	
- Biostasie :	
- Rhexistasie :	

Biostasie

Rhexistasie

A FIGURE 35. Rôle du couvert végétal dans le maintien ou l'érosion naturels des sols : la bio-rhexistasie. D'après RENARD et al. (2018).

2. Une interface fortement menacée et altérée par les activités humaines

En France, on estime qu'on perd 1 mm de sol par an dans les territoires agricoles... pour une ressource se formant avec un taux de 0,02 à 0,1 mm par an !

- a. L'agriculture intensive : épuisement des sols, labours excessifs
- b. L'artificialisation: urbanisation et industrialisation
- c. La pollution (agricole, industrielle et ménagère)
- d. La disparition du couvert végétal (déforestation, remembrement)

On estime que la planète perd environ 7000 ha de forêt par an.

- 3. L'émergence de pratiques responsables ?
- D. Le sol, un réservoir de carbone surtout organique
- 1. Les formes du carbone présent dans le sol : des formes minérales minoritaires et des formes organiques dominantes

Formes du carbone dans le sol :

- formes inorganiques peu abondantes : CO_2 dissous dans l'eau, ions hydrogénocarbonates HCO_3^-
- formes organiques issues de la minéralisation de la nécromasse carbonée présente dans les sols (typiquement des acides humiques).
 - 2. Un important réservoir de carbone organique

Voir le chapitre 25 sur le cycle du carbone

(!) 3400 Gt de C organique dans les sols [chiffre récent !] (Masse de C = 3 fois celle de l'atmosphère)

Bilan (adapté du programme)

✓ L'altération d'une roche mère est à l'origine de la formation d'un sol.
✓ Le sol est une interface fragile. Un sol résulte d'une longue interaction entre roches et biosphère : sa formation lente contraste avec la rapidité des phénomènes qui peuvent conduire à sa disparition (dégradation anthropique, érosion). Le sol est un réservoir de carbone organique.

Références

- AUBOIN, J., J. DERCOURT & B. LABESSE (1970). Manuel de travaux pratiques de cartographie. 1er cycle et maîtrise. Dunod. Paris.
- BARD, J.-P. (1990). Microtextures des roches magmatiques et métamorphiques. Masson, Paris, 2^e édition (1^e édition 1980).
- BARDINTZEFF, J.-M. (2006). Volcanologie. Dunod, Paris, 3e édition (1e édition 1991).
- BAROIS, P. (2004). Guide encyclopédique des volcans. Delachaux et Niestlé, Paris.
- BEAUX, J.-F. & A. MAMECIER (2012). Les sciences de la Terre. Nathan, Paris, 2e édition (1e édition 2010).
- BEAUX, J.-F., J.-F. FOGELGESANG, P. AGARD & V. BOUTIN (2011). Atlas de Géologie Pétrològie. BCPST 1^{ré} et 2^e années. Dunod. Paris.
- BIJU-DUVAL, B. (1999). Géologie sédimentaire. Bassins. Environnements de dépôts. Formation du pétrole. Technip, Paris. Institut français du pétrole (École du Pétrole et des Moteurs). Rueil-Malmaison (92).
- BISHOP, A. C., W. R. HAMILTON, A. R. WOOLEY (2001). Guide des minéraux, roches et fossiles. « Les Guides du naturalistes », Delachaux et Niestlé, Paris, 336 pages.
- BORDI, C., F. SAINTPIERRE (dir.), M. ALGRAIN, R. BOUDJEMAÏ, H. CLAUCE, O. GUIPPONI & Y. KRAUSS (2018). *Mémento Géologie BCPST 1^{re} et 2^e années.* Vuibert. Paris.
- BOTTINELLI, L., A. BRAHIC, L. GOUGUENHEIN, J. RIPERT & J. SERT (1993). La Terre et l'Univers. Sciences de l'Univers. Hachette, Paris.
- CAMPY, M. & J.-J. MACAIRE (2003). Géologie de la surface. Dunod, Paris, 2º édition (1º édition 1989).
- CARON, J.-M., A. GAUTHIER, J.-M. LARDEAUX, A. SCHAAF, J. ULYSSE & J. WOZNIAK (2003) (2° édition, 1989). Comprendre et enseigner la planète Terre. Ophrys, Gap Paris, 303 pages.
- CHAMLEY, H. (2000). Bases de sédimentologie. Dunod, Paris, 2 édition (1e édition 1987).
- CHANTRAINE, J., A. AUTRAN, C. CAVELIER (dir.) et collaborateurs (2003). Carte géologique de la France à l'échelle du millionième. Service géologique national, Bureau de Recherches géologiques et minières, Orléans, 6º édition.
- COJAN, I. & M. RENARD (2006). Sédimentologie. Dunod, Paris, 2e édition (1e édition 1999).
- CORDIER, P. & H. LEROUX (2008). Ce que disent les minéraux. Belin, Paris.
- COUVET, D. & A. TEYSSÈDRE-COUVET (2010). Écologie et biodiversité. Des populations aux socioécosystèmes. Belin, Paris
- DANIEL, J.-Y. (dir.), A. BRAHIC, M. HOFFERT, R. MAURY, A. SCHAAF & M. TARDY (2006). Sciences de la Terre et de l'Univers. Vuibert, Paris, 2e édition (1e édition 1999).
- DAUTEL, O. (dir.), A. PROUST, M. ALGRAIN, C. BORDI, A. HELME-GUIZON, F. SAINTPIERRE, M. VABRE & C. BOGGIO (2017). Biologie Géologie BCPST 1^{re} année. Vuibert. Paris.
- DENŒUD, J., T. FERROIR, O. GUIPPONI, H. MOREAU, M. PAULHIAC-PISON, M.-L. PONS & F. TEJEDOR (2011). Biologie-Géologie BCPST-véto 2º année. Tec & Doc, Lavoisier, Paris.
- DENŒUD, J., C. GODINOT, O. GUIPPONI, H. MOREAU, M. PAULHIAC-PISON & F. TEJEDOR (2013). Biologie-Géologie BCPSTvéto 1º année. Tec & Doc, Lavoisier, Paris.
- DENŒUD, J., C. GODINOT, O. GUIPPONI, H. MOREAU, M. PAULHIAC-PISON, M.-L. PONS & F. TEJEDOR (2014). Biologie-Géologie BCPST-véto 2º année. Tec & Doc, Lavoisier, Paris.
- DERCOURT, J. (2002). Géologie et géodynamique de la France. Outre-mer et européenne. « Sciences Sup », Dunod, Paris, 3º édition (1º édition 1997), 330 pages.
- DERCOURT, J., J. PAQUET, P. THOMAS & C. LANGLOIS (2006). Géologie. Objets, méthodes et modèles. Dunod, Paris, 12e édition (1e édition 1974).
- Duco, A. (dir.), A. Carpentier, F. Celle, G. Daoust, N. Dewitz, C. Etner, H. Froissard, C. Laville, A.-M. Le Moine, L. Loison, C. Mémeteau, B. Msihid, J.-M. Picoche, S. Rebulard, P. Rey, A. Tassel, P.-O. Thébault, E. Salgueiro, A. Seguin & S. Vigier, 2010. Sciences de la Vie et de la Terre Seconde. Belin, Paris.
- FOUCAULT, A. & J.-F. RAOULT (2005). Dictionnaire de Géologie. Dunod, Paris, 6e édition (1e édition 1980).
- FOUCAULT, A., J.-F. RAOULT, F. CECCA & B. PLATEVOET (2014). *Dictionnaire de Géologie*. Dunod, Paris, 8e édition (1e édition 1980).
- GODINOT, C., H. MOREAU, M. PAULHIAC-PISON & F. TEJEDOR (2010). Biologie-Géologie 1^{re} année BCPST-véto. Tec & Doc, Lavoisier, Paris.
- JAUJARD, D. (2015). Géologie. Géodynamique. Pétrologie. Études de terrain. Maloine, Paris.
- JOLIVET, L. & H.-C. NATAF (1998). Géodynamique. Dunod, Paris.
- Jung, J. (1958). Précis de pétrographie. Roches sédimentaires, métamorphiques et éruptives. Masson et Cie, Paris. JUTEAU, T. & R. MAURY (2008). La croûte océanique. Pétrologie et dynamique endogènes. Vuibert, Paris.
- LACOSTE, A. & R. SALANON (1969). Éléments de biogéographie et d'écologie. Nathan, Paris.
- LAGABRIELLE, Y., R. MAURY & M. RENARD (2013). Mémo visuel de Géologie. L'essentiel en fiches. Licence. Prépas. CAPES. Dunod, Paris.
- LIZEAUX, C., D. BAUDE (dir.), V. AUDEBERT, C. BRUNET, G. GUTJAHR, Y. JUSSERAND, A. MATHEVET, P. PILLOT, S. RABOUIN & A. VAREILLE. 2007. SVT Sciences de la Vie et de la Terre Première S. Bordas. Paris.

- LIZEAUX, C., D. BAUDE (dir.), C. BRUNET, A. CHASLEIX, B. FORESTIER, G. GUTJAHR, Y. JUSSERAND, A. MATHEVET, P. PILLOT, S. RABOUIN & A. VAREILLE, 2010. Sciences de la Vie et de la Terre Seconde. Bordas, Paris.
- MacKenzie, W. S. & A. E. Adams (2005). *Initiation à la pétrographie*. Dunod, Paris, 3^e édition (1^e édition 1992), 192 pages.
- MARSHAK, S. (2010). Terre, portrait d'une planète. Traduction O. ÉVRAD. De Boeck, Bruxelles (3º édition américaine 2008).
- MASCLE, G. (2008). Les roches, mémoire du temps. EDP Sciences, Les Ulis (91).
- MATTAUER, M. (1998). Ce que disent les pierres. Belin Pour la Science, Paris.
- MEHIER, B. (1995). Magmatisme et tectonique des plaques. « Sciences de la Vie et de la Terre », Ellipses, Paris, 256 pages.
- PEYCRU, P. (dir.), J.-M. DUPIN, J.-F. FOGELGESANG, D. GRANDPERRIN, C. VAN DER REST, F. CARIOU, C. PERRIER & B. AUGÈRE (2008). Géologie tout-en-un 1'e et 2º années BCPST. Dunod. Paris.
- PEYCRU, P., J.-F. FOGELGESANG, D. GRANDPERRIN, C. PERRIER (dir.), B. AUGÈRE, J.-F. BEAUX, C. BECK, F. CARIOU, J.-M. DUPIN, J.-L. SCHNEIDER, M. TARDY & C. VAN DER REST (2015). *Géologie tout-en-un BCPST 1^{er} et 2^e années*. Dunod. Paris.
- POMEROL, C., Y. LAGABRIELLE & M. RENARD (2003) (12e édition, 1965). Éléments de géologie. « Masson Sciences », Dunod, Paris, 746 pages.
- POMEROL, C., Y. LAGABRIELLE, M. RENARD & S. GUILLOT (2011). Éléments de géologie. Dunod, Paris, 14º édition (1º édition 1965).
- PROVOST, A. & C. LANGLOIS (2011). Mini manuel de Géologie Roches et géochimie. Dunod, Paris.
- RENARD, M., Y. LAGABRIELLE, E. MARTIN & M. DE RAFÉLIS (2018). Éléments de géologie. 16° édition du « Pomerol ». 1° édition 1965 (Armand Colin). Dunod, Paris.
- VIDAL, P. (1994). Géochimie. Dunod, Paris.

Pour faire une fiche de révision : quelques pistes

Il est conseillé de maîtriser les grandes lignes du plan

Le plan ne doit pas être perçu comme un carcan figé, ou comme un modèle de plan de dissertation à réutiliser en devoir, mais bien comme un **outil d'apprentissage et de structuration** des **concepts importants**. Vous pouvez en **recopier les grandes lignes** ou **annexer le plan du polycopié** directement.

Il est conseillé de réaliser un lexique des principales définitions.

Il est conseillé de reproduire les schémas (et tableaux) majeurs :

Liste indicative.

- ° Structure de la Terre
- ° Phénomène sédimentaire : schémas d'ensemble
- ° Aspects mécaniques de l'altération
- ° Glacier de montagne et moraines
- ° Granite: arrangement minéral
- ° Diagramme de GOLDSCHMIDT (simplifié)
- ° Argiles: TOT TOTO... avec des figurés simples (pouvoir expliquer)
- ° Diagramme de **PEDRO** : important !
- ° Arénisation du granite / paysage de chaos
- Équations du système carbonates
- ° Paysage karstique
- ° Sol forestier tempéré
- ° Sol latéritique
- ° Pédogenèse
- [° Succession écologique]

(!) Ne pas oublier les formules d'altération... au moins en littéral...

Vous devez en outre savoir / pouvoir (voir TP) :

- ° Identifier, de manière dignosée, un granite et ses produits d'altération
- ° Identifier les principaux types de sédiments et roches sédimentaires
- ° Reconnaître les horizons d'un sol

Plan du chapitre

A. L'inclusion de l'altération dans le phénomène sédimentaire B. Les acteurs de l'altération: les roches 2. Les agents de l'altération : les roches 2. Les agents mécaniques α. Des agents mécaniques α. Des agents à la fois de désagrégation mécanique et d'érosion : les vents et surtout les courants d'eaux (+ la glace) β. Des agents de désagrégation mécanique sans action érosive : variations de température eau intersitifielle, sels γ. Et la tectonique ! b. Les agents chimiques et leur action α. L'eau et les solutés (formant la « solution d'attaque ») i. Notion de solution d'attaque ii. Deux actions principales possibles d'altération chimique des roches β La modification chimique par la solution d'attaque des minéraux en présence avec production de minéraux résiduels : l'hydrolyse (+ acidolyse, salinolyse, alcalinolyse) β L'air i. Un mélange gazeux ii. Une action oxydante du dioxygène c. Les agents biologiques : les êtres vivants (y compris l'Homme) C. Les produits de l'altération 1. Les produits de l'altération: des minéraux peu ou pas (parfois pas encore) altérés 2. Les produits de transformation : des minéraux secondaires formés par modification chimique des minéraux primaires 3. Les produits de rensformation : des minéraux pui cristallisent à partir d'ions préalablement mis en solution D. Les facteurs de contrôle de l'altération 1. La nature des roches (lithologie) et des minéraux en présence 2. Le climat (température et précipitations), lui-même largement dépendant de la latitude/longitude et de l'altitude 3. Le facteur structural (lié à l'activité tectonique) 1. L'altération (au sens large) des roches : mécanismes et conséquences de l'altératior chimique et de la désagrégation physique A. Préalable : rappels des caractéristiques des deux roches-mères étudiées comme exemples 1. Cas du granite 2. Cas des roches carbonatées B. Les processus chimiques (= altération chimique) 1. Cas du granite : une altération chimique surtout par hydrolyse a. Une altérabilité chimique var	Objectifs : extraits du programme Préambule : structure de la Terre solide ntroduction	1 1 2
2. Les agents de l'altération a. Les agents mécaniques α. Des agents à la fois de désagrégation mécanique et d'érosion : les vents et surtout les courants d'eaux (+ la glace) β. Des agents de désagrégation mécanique sans action érosive : variations de température eau interstitielle, sels γ. Et la tectonique! b. Les agents chimiques et leur action α. L'eau et les solutés (formant la « solution d'attaque ») i. Notion de solution d'attaque ii. Deux actions principales possibles d'altération chimique des roches > La modification chimique par la solution d'attaque des minéraux en présence aver production de minéraux résiduels : l'hydrolyse [+ acidolyse, salinolyse, alcalinolyse] > La décomposition complète par la solution d'attaque d'une roche en ses ions constitutifs : la dissolution β. L'air i. Un mélange gazeux ii. Une action oxydante du dioxygène c. Les agents biologiques : les êtres vivants (y compris l'Homme) C. Les produits de l'altération 1. Les produits de l'altération 2. Les produits de transformation : des minéraux secondaires formés par modification chimique des minéraux primaires 3. Les produits de néoformation : des minéraux qui cristallisent à partir d'ions préalablement mie en solution D. Les facteurs de contrôle de l'altération 1. La nature des roches (lithologie) et des minéraux en présence 2. Le climat (température et précipitations), lui-même largement dépendant de la latitude/longitude et de l'altitude 3. Le facteur structural (lié à l'activité tectonique) 1. L'altération (au sens large) des roches : mécanismes et conséquences de l'altération 1. La nature des grégation physique A. Préalable : rappels des caractéristiques des deux roches-mères étudiées comme exemples 1. Cas du granite 2. Cas des roches carbonatées B. Les processus chimiques (= altération chimique) 1. Cas du granite 2. Cas des roches carbonatées	des acteurs et des facteurs de contrôle variés : une vue d'ensemble A. L'inclusion de l'altération dans le phénomène sédimentaire	3
α. Des agents à la fois de désagrégation mécanique et d'érosion : les vents et surtout les courants d'eaux (+ la glace) β. Des agents de désagrégation mécanique sans action érosive : variations de température eau interstitielle, sels γ. Et la tectonique ! β. Les agents chimiques et leur action α. L'eau et les solutés (formant la « solution d'attaque ») i. Notion de solution d'attaque ii. Deux actions principales possibles d'altération chimique des roches > La modification chimique par la solution d'attaque des minéraux en présence avec production de minéraux résiduels : l'hydrolyse [+ acidolyse, salinolyse, alcalinolyse] > La décomposition complète par la solution d'attaque d'une roche en ses ions constitutifs : la dissolution β. L'air i. Un mélange gazeux ii. Une action oxydante du dioxygène c. Les agents biologiques : les êtres vivants (y compris l'Homme) C. Les produits de l'altération 1. Les produits de transformation : des minéraux secondaires formés par modification chimique des minéraux primaires 3. Les produits de néoformation : des minéraux qui cristallisent à partir d'ions préalablement mis en solution D. Les facteurs de contrôle de l'altération 1. La nature des roches (lithologie) et des minéraux en présence 2. Le climat (température et précipitations), lui-même largement dépendant de la latitude/longitude et de l'altitude 3. Le facteur structural (lié à l'activité tectonique) A. Préalable : rappels des caractéristiques des deux roches-mères étudiées comme exemples A. Préalable : rappels des caractéristiques des deux roches-mères étudiées comme exemples 1. Cas du granite 2. Cas de granite 2. Cas des roches carbonatées 3. Les processus chimiques (= altération chimique) 4. Cas du granite caltération chimique surtout par hydrolyse 6. Les processus chimiques (= altération chimique) 6. Cas du granite caltération chimique surtout par hydrolyse 6. L'altération se minéraux silicatés, en lier	 Les objets de l'altération : les roches Les agents de l'altération 	3
eau interstitielle, sels y. Et la tectonique! b. Les agents chimiques et leur action α. L'eau et les solutés (formant la « solution d'attaque ») i. Notion de solution d'attaque ii. Deux actions principales possibles d'altération chimique des roches >>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>	 α. Des agents à la fois de désagrégation mécanique et d'érosion : les vents et sui courants d'eaux (+ la glace) 	4
 α. L'eau et les solutés (formant la « solution d'attaque ») i. Notion de solution d'attaque ii. Deux actions principales possibles d'altération chimique des roches 	eau interstitielle, sels γ. Et la tectonique !	erature 4 4
La modification chimique par la solution d'attaque des minéraux en présence avec production de minéraux résiduels : l'hydrolyse [+ acidolyse, salinolyse, alcalinolyse] La décomposition complète par la solution d'attaque d'une roche en ses ions constitutifs : la dissolution β. L'air i. Un mélange gazeux ii. Une action oxydante du dioxygène c. Les agents biologiques : les êtres vivants (y compris l'Homme) C. Les produits de l'altération 1. Les produits résiduels : des minéraux peu ou pas (parfois pas encore) altérés 2. Les produits de transformation : des minéraux secondaires formés par modification chimique des minéraux primaires 3. Les produits de néoformation : des minéraux qui cristallisent à partir d'ions préalablement mis en solution D. Les facteurs de contrôle de l'altération 1. La nature des roches (lithologie) et des minéraux en présence 2. Le climat (température et précipitations), lui-même largement dépendant de la latitude/longitude et de l'altitude 3. Le facteur structural (lié à l'activité tectonique) 7. L'altération (au sens large) des roches : mécanismes et conséquences de l'altération en minérique et de la désagrégation physique A. Préalable : rappels des caractéristiques des deux roches-mères étudiées comme exemples 1. Cas du granite 2. Cas des roches carbonatées 3. Les processus chimiques (= altération chimique) 1. Cas du granite : une altération chimique surtout par hydrolyse a. Une altérabilité chimique variable (altérabilité différentielle) des minéraux silicatés, en lier	α. L'eau et les solutés (formant la « solution d'attaque »)	4 4 4
C. Les produits de l'altération 1. Les produits résiduels : des minéraux peu ou pas (parfois pas encore) altérés 2. Les produits de transformation : des minéraux secondaires formés par modification chimique des minéraux primaires 3. Les produits de néoformation : des minéraux qui cristallisent à partir d'ions préalablement mis en solution D. Les facteurs de contrôle de l'altération 1. La nature des roches (lithologie) et des minéraux en présence 2. Le climat (température et précipitations), lui-même largement dépendant de latitude/longitude et de l'altitude 3. Le facteur structural (lié à l'activité tectonique) 7. L'altération (au sens large) des roches : mécanismes et conséquences de l'altération chimique et de la désagrégation physique A. Préalable : rappels des caractéristiques des deux roches-mères étudiées comme exemples 1. Cas du granite 2. Cas des roches carbonatées B. Les processus chimiques (= altération chimique) 1. Cas du granite : une altération chimique surtout par hydrolyse a. Une altérabilité chimique variable (altérabilité différentielle) des minéraux silicatés, en lier	 La modification chimique par la solution d'attaque des minéraux en présen production de minéraux résiduels : l'hydrolyse [+ acidolyse, salinolyse, alcalinoly La décomposition complète par la solution d'attaque d'une roche en s constitutifs : la dissolution 	/se] 4 ses ions 5
1. Les produits résiduels : des minéraux peu ou pas (parfois pas encore) altérés 2. Les produits de transformation : des minéraux secondaires formés par modification chimique des minéraux primaires 3. Les produits de néoformation : des minéraux qui cristallisent à partir d'ions préalablement mis en solution D. Les facteurs de contrôle de l'altération 1. La nature des roches (lithologie) et des minéraux en présence 2. Le climat (température et précipitations), lui-même largement dépendant de latitude/longitude et de l'altitude 3. Le facteur structural (lié à l'activité tectonique) 7. L'altération (au sens large) des roches : mécanismes et conséquences de l'altération chimique et de la désagrégation physique A. Préalable : rappels des caractéristiques des deux roches-mères étudiées comme exemples 1. Cas du granite 2. Cas des roches carbonatées B. Les processus chimiques (= altération chimique) 1. Cas du granite : une altération chimique surtout par hydrolyse a. Une altérabilité chimique variable (altérabilité différentielle) des minéraux silicatés, en lier	 i. Un mélange gazeux ii. Une action oxydante du dioxygène c. Les agents biologiques : les êtres vivants (y compris l'Homme) 	5 5 5
3. Les produits de néoformation : des minéraux qui cristallisent à partir d'ions préalablement mis en solution D. Les facteurs de contrôle de l'altération 1. La nature des roches (lithologie) et des minéraux en présence 2. Le climat (température et précipitations), lui-même largement dépendant de la latitude/longitude et de l'altitude 3. Le facteur structural (lié à l'activité tectonique) 7. L'altération (au sens large) des roches : mécanismes et conséquences de l'altération chimique et de la désagrégation physique A. Préalable : rappels des caractéristiques des deux roches-mères étudiées comme exemples 1. Cas du granite 2. Cas des roches carbonatées B. Les processus chimiques (= altération chimique) 1. Cas du granite : une altération chimique surtout par hydrolyse a. Une altérabilité chimique variable (altérabilité différentielle) des minéraux silicatés, en lier	 Les produits résiduels : des minéraux peu ou pas (parfois pas encore) altérés Les produits de transformation : des minéraux secondaires formés par modification c 	5 himique 5
1. La nature des roches (lithologie) et des minéraux en présence 2. Le climat (température et précipitations), lui-même largement dépendant de la latitude/longitude et de l'altitude 3. Le facteur structural (lié à l'activité tectonique) 7. L'altération (au sens large) des roches : mécanismes et conséquences de l'altération chimique et de la désagrégation physique A. Préalable : rappels des caractéristiques des deux roches-mères étudiées comme exemples 1. Cas du granite 2. Cas des roches carbonatées B. Les processus chimiques (= altération chimique) 1. Cas du granite : une altération chimique surtout par hydrolyse a. Une altérabilité chimique variable (altérabilité différentielle) des minéraux silicatés, en lier	en solution	5
chimique et de la désagrégation physique A. Préalable : rappels des caractéristiques des deux roches-mères étudiées comme exemples 1. Cas du granite 2. Cas des roches carbonatées B. Les processus chimiques (= altération chimique) 1. Cas du granite : une altération chimique surtout par hydrolyse a. Une altérabilité chimique variable (altérabilité différentielle) des minéraux silicatés, en lier	 La nature des roches (lithologie) et des minéraux en présence Le climat (température et précipitations), lui-même largement dépendant latitude/longitude et de l'altitude 	de la
exemples 1. Cas du granite 2. Cas des roches carbonatées 1. Cas du granite 2. Cas des roches carbonatées 1. Cas du granite : une altération chimique) 1. Cas du granite : une altération chimique surtout par hydrolyse a. Une altérabilité chimique variable (altérabilité différentielle) des minéraux silicatés, en lier	chimique et de la désagrégation physique	8
 B. Les processus chimiques (= altération chimique) 1. Cas du granite : une altération chimique surtout par hydrolyse a. Une altérabilité chimique variable (altérabilité différentielle) des minéraux silicatés, en lier 	exemples 1. Cas du granite	8
	B. Les processus chimiques (= altération chimique)1. Cas du granite : une altération chimique surtout par hydrolyse	10 10

b. Une altérabilité des minéraux due à la nature des ions piégés dans le réseau c	
diagramme de GOLDSCHMIDT (1934)	10
c. Une hydrolyse des minéraux silicatés du granite (sauf le quartz) qui aboutit nota	mment à la
formation de minéraux argileux	11
 α. Les argiles, composés géologiques ayant une définition granulométrique, un 	e définitior
minéralogique et une définition pétrologique	11
 β. Les argiles, des minéraux en feuillets présentant une certaine diversité 	12
y. Les argiles, minéraux secondaires formés lors de l'altération du granite	12
d. Une hydrolyse dont l'efficacité et la nature des produits formés dépend des	
climatiques (notamment la température)	12
α. Une formation d'argiles variées voire d'oxydes complets en fonction de	
croissance de l'hydrolyse : bisiallitisation, monosiallitisation et allitisation (= latériti	,
i. La bisiallitisation : formation d'argiles TOT	13
ii. La monosiallitisation (kaolinisation) : formation d'argiles TO	13
iii. L'allitisation (latérisation) : formation d'oxydes d'aluminium et de fer	13
β. Des processus d'hydrolyse largement contrôlés par les conditions climatiques (
la température) : le diagramme de PEDRO (1968)	13
e. Une hydrolyse à laquelle participe le CO₂ dissous dans la solution d'attaque (p	
acidifiant)	. 13
2. Cas des roches carbonatées : une altération chimique par dissolution (où intervier	
CO ₂ atmosphérique)	14
a. L'équation de dissolution des carbonates	14
b. Quelques facteurs influençant la dissolution des carbonates : teneur en CO ₂ atmo	
température, pH, salinité	14 commetic
 Remarque sur le rôle du CO₂ dans l'altération chimique : l'altération, un puits de con du CO₂ etmosphérique. 	5011111ati01 14
du CO ₂ atmosphérique C. Les processus mécaniques (= désagrégation mécanique)	14
Les processus mecaniques (= desagregation mecanique) Une désagrégation du granite qui forme des diaclases et aboutit à former un chaos	_
et de l'arène granitique	14
Une désagrégation mécanique possible des carbonates	14
Une coopération des processus mécaniques et chimiques lors de l'altération	15
D. L'enlèvement des produits d'altération qui aboutit à l'érosion des continents	15
Des produits d'altération qui peuvent rester sur place (formation résiduelle) ou s	
(sédiments)	15
2. Un enlèvement qui s'effectue essentiellement par ruissellement	15
3. Un flux sédimentaire qui termine dans la mer ou l'océan (s'il n'a pas sédimenté loca	
le continent)	15
E. Des processus qui influencent le modelé des paysages	16
1. Le chaos granitique, paysage typique d'altération des terrains granitiques	16
2. Le karst, paysage typique d'altération des terrains carbonatés	16
F. Bilan : vue d'ensemble des processus d'altération	17
·	
III. L'altération (au sens large) des roches, un processus qui aboutit à la genèse de f	ormations
résiduelles telles que des sols	19
A. La nature et l'organisation des sols	19
1. Le sol, interface entre géosphère, biosphère, atmosphère et hydrosphère pro	
l'altération physique, chimique et biologique d'une roche	19
La structure spatiale du sol	19
a. La structuration spatiale du sol : une entité découpée en niveaux superposés, le	s horizons
19	ا د مامد
b. Des variations latérales de structure ou composition possibles, éventuellement	
gradients	20
La composition organique et minérale du sol La fraction organique : molécules biologiques molécules humiques	20
a i a daction organique, mojectives nicioniques, mojectives numiques	- 71

b. La fraction minérale : éléments de roches/minéraux (dont les argiles), eau, ions, air	20
c. Des fractions qui s'associent et forment notamment un complexe argilo-humique	(CAH
retenant les cations	20
B. Les modalités de formation d'un sol (pédogenèse) et les facteurs qui la contrôlent	
Une formation qui suppose l'altération d'une roche-mère	21
a. Une altération largement due aux agents physiques et chimiques, au moins dans un p	
temps	21
b. Une altération dépendante des conditions climatiques et de la roche-mère qui conditi	
le type de sol formé	21
α. L'altération et notamment le type d'argile formé dépend des conditions climatiques	
β. Comparaison de deux sols issus de l'altération granitique : un sol tempéré (aréniti	
un sol équatorial (latéritique)	21
y. Des sols résiduels dont la diversité s'explique largement par la combinaison des f	
climatiques et la nature de la roche-mère [hors programme]	. 22
2. Une formation qui suppose l'intervention des êtres vivants et la mise en place d'une	
succession écologique progressive	22
a. Une synergie entre activité géologique et activité biologique qui assure une mise et	
progressive du sol caractérisée par la différenciation des horizons	22 23
 b. Une mise en place du sol qui s'accompagne d'une succession écologique 3. Un processus lent 	23
a. Un épaississement du sol de 0,02 à 0,1 mm par an	23
b. La formation d'un sol « complet », un processus qui dure entre plusieurs centaines d'	
et plusieurs centaines de milliers d'années	23
C. Le sol, une interface fragile et non renouvelable	23
Une interface naturellement maintenue par le couvert végétal : la bio-rhexistasie	23
Une interface fortement menacée et altérée par les activités humaines	23
a. L'agriculture intensive : épuisement des sols, labours excessifs	24
b. L'artificialisation : urbanisation et industrialisation	24
c. La pollution (agricole, industrielle et ménagère)	24
d. La disparition du couvert végétal (déforestation, remembrement)	24
3. L'émergence de pratiques responsables ?	24
D. Le sol, un réservoir de carbone surtout organique	25
1. Les formes du carbone présent dans le sol : des formes minérales minoritaires et des	formes
organiques dominantes	25
2. Un important réservoir de carbone organique	25
éférences	25
our faire une fiche de révision : quelques pistes	26
lan du chapitre	27
lan simplifié du chapitre	28
lan très simplifié du chapitre	29

Plan simplifié du chapitre

Préambule : structure de la Terre solide Introduction	1
	2
	_
l. L'altération (au sens large) des roches, un processus de destruction des roches	s impliquant
des acteurs et des facteurs de contrôle variés : une vue d'ensemble	3
A. L'inclusion de l'altération dans le phénomène sédimentaire B. Les acteurs de l'altération	3 3
Les objets de l'altération : les roches	3
Les agents de l'altération	4
C. Les produits de l'altération	5
1. Les produits résiduels : des minéraux peu ou pas (parfois pas encore) altérés	5
2. Les produits de transformation : des minéraux secondaires formés par modificat	ion chimique
des minéraux primaires	5
3. Les produits de néoformation : des minéraux qui cristallisent à partir d'ions préale	
en solution D. Les facteurs de contrôle de l'altération	5 6
Les nature des roches (lithologie) et des minéraux en présence	6
2. Le climat (température et précipitations), lui-même largement dépend	
latitude/longitude et de l'altitude	6
3. Le facteur structural (lié à l'activité tectonique)	7
II. L'altération (au sens large) des roches : mécanismes et conséquences de	l'altération
n. L'alteration (au sens large) des l'oches : mecanismes et consequences de chimique et de la désagrégation physique	1 alleration 8
A. Préalable : rappels des caractéristiques des deux roches-mères étudie	-
exemples	8
1. Cas du granite	
	8
2. Cas des roches carbonatées	10
2. Cas des roches carbonatéesB. Les processus chimiques (= altération chimique)	10 10
 2. Cas des roches carbonatées B. Les processus chimiques (= altération chimique) 1. Cas du granite : une altération chimique surtout par hydrolyse 	10 10 10
 Cas des roches carbonatées Les processus chimiques (= altération chimique) Cas du granite : une altération chimique surtout par hydrolyse Cas des roches carbonatées : une altération chimique par dissolution (où intervie 	10 10 10 ent encore le
 Cas des roches carbonatées Les processus chimiques (= altération chimique) Cas du granite : une altération chimique surtout par hydrolyse Cas des roches carbonatées : une altération chimique par dissolution (où intervier CO₂ atmosphérique) 	10 10 10 ent encore le 14
 Cas des roches carbonatées Les processus chimiques (= altération chimique) Cas du granite : une altération chimique surtout par hydrolyse Cas des roches carbonatées : une altération chimique par dissolution (où intervie 	10 10 10 ent encore le 14
 Cas des roches carbonatées Les processus chimiques (= altération chimique) Cas du granite : une altération chimique surtout par hydrolyse Cas des roches carbonatées : une altération chimique par dissolution (où intervir CO₂ atmosphérique) Remarque sur le rôle du CO₂ dans l'altération chimique : l'altération, un puits de co du CO₂ atmosphérique Les processus mécaniques (= désagrégation mécanique) 	10 10 10 10 ent encore le 14 ensommation 14 14
 Cas des roches carbonatées Les processus chimiques (= altération chimique) Cas du granite : une altération chimique surtout par hydrolyse Cas des roches carbonatées : une altération chimique par dissolution (où intervie CO₂ atmosphérique) Remarque sur le rôle du CO₂ dans l'altération chimique : l'altération, un puits de co du CO₂ atmosphérique Les processus mécaniques (= désagrégation mécanique) Une désagrégation du granite qui forme des diaclases et aboutit à former un cha 	10 10 10 10 ent encore le 14 ensommation 14 14 os en boules
 Cas des roches carbonatées Les processus chimiques (= altération chimique) Cas du granite : une altération chimique surtout par hydrolyse Cas des roches carbonatées : une altération chimique par dissolution (où intervic CO₂ atmosphérique) Remarque sur le rôle du CO₂ dans l'altération chimique : l'altération, un puits de co du CO₂ atmosphérique Les processus mécaniques (= désagrégation mécanique) Une désagrégation du granite qui forme des diaclases et aboutit à former un cha et de l'arène granitique 	10 10 10 10 ent encore le 14 onsommation 14 14 os en boules 14
 Cas des roches carbonatées Les processus chimiques (= altération chimique) Cas du granite : une altération chimique surtout par hydrolyse Cas des roches carbonatées : une altération chimique par dissolution (où intervie CO₂ atmosphérique) Remarque sur le rôle du CO₂ dans l'altération chimique : l'altération, un puits de codu CO₂ atmosphérique Les processus mécaniques (= désagrégation mécanique) Une désagrégation du granite qui forme des diaclases et aboutit à former un cha et de l'arène granitique Une désagrégation mécanique possible des carbonates 	10 10 10 10 ent encore le 14 onsommation 14 14 os en boules 14 14
 Cas des roches carbonatées Les processus chimiques (= altération chimique) Cas du granite : une altération chimique surtout par hydrolyse Cas des roches carbonatées : une altération chimique par dissolution (où intervic CO₂ atmosphérique) Remarque sur le rôle du CO₂ dans l'altération chimique : l'altération, un puits de co du CO₂ atmosphérique Les processus mécaniques (= désagrégation mécanique) Une désagrégation du granite qui forme des diaclases et aboutit à former un cha et de l'arène granitique Une désagrégation mécanique possible des carbonates Une coopération des processus mécaniques et chimiques lors de l'altération 	10 10 10 10 ent encore le 14 onsommation 14 14 os en boules 14 14
 Cas des roches carbonatées Les processus chimiques (= altération chimique) Cas du granite : une altération chimique surtout par hydrolyse Cas des roches carbonatées : une altération chimique par dissolution (où intervic CO₂ atmosphérique) Remarque sur le rôle du CO₂ dans l'altération chimique : l'altération, un puits de codu CO₂ atmosphérique Les processus mécaniques (= désagrégation mécanique) Une désagrégation du granite qui forme des diaclases et aboutit à former un cha et de l'arène granitique Une désagrégation mécanique possible des carbonates Une coopération des processus mécaniques et chimiques lors de l'altération L'enlèvement des produits d'altération qui aboutit à l'érosion des continents 	10 10 10 10 ent encore le 14 onsommation 14 14 os en boules 14 14 15
 Cas des roches carbonatées Les processus chimiques (= altération chimique) Cas du granite : une altération chimique surtout par hydrolyse Cas des roches carbonatées : une altération chimique par dissolution (où intervic CO₂ atmosphérique) Remarque sur le rôle du CO₂ dans l'altération chimique : l'altération, un puits de co du CO₂ atmosphérique Les processus mécaniques (= désagrégation mécanique) Une désagrégation du granite qui forme des diaclases et aboutit à former un cha et de l'arène granitique Une désagrégation mécanique possible des carbonates Une coopération des processus mécaniques et chimiques lors de l'altération 	10 10 10 10 ent encore le 14 onsommation 14 14 os en boules 14 14 15
 Cas des roches carbonatées Les processus chimiques (= altération chimique) Cas du granite : une altération chimique surtout par hydrolyse Cas des roches carbonatées : une altération chimique par dissolution (où intervictor) CO₂ atmosphérique) Remarque sur le rôle du CO₂ dans l'altération chimique : l'altération, un puits de codu CO₂ atmosphérique Les processus mécaniques (= désagrégation mécanique) Une désagrégation du granite qui forme des diaclases et aboutit à former un char et de l'arène granitique Une désagrégation mécanique possible des carbonates Une coopération des processus mécaniques et chimiques lors de l'altération L'enlèvement des produits d'altération qui aboutit à l'érosion des continents Des produits d'altération qui peuvent rester sur place (formation résiduelle) ou (sédiments) Un enlèvement qui s'effectue essentiellement par ruissellement 	10 10 10 10 ent encore le 14 onsommation 14 14 os en boules 14 15 15 se déplacer 15
 Cas des roches carbonatées Les processus chimiques (= altération chimique) Cas du granite : une altération chimique surtout par hydrolyse Cas des roches carbonatées : une altération chimique par dissolution (où intervictor) CO₂ atmosphérique) Remarque sur le rôle du CO₂ dans l'altération chimique : l'altération, un puits de codu CO₂ atmosphérique Les processus mécaniques (= désagrégation mécanique) Une désagrégation du granite qui forme des diaclases et aboutit à former un chate de l'arène granitique Une désagrégation mécanique possible des carbonates Une coopération des processus mécaniques et chimiques lors de l'altération L'enlèvement des produits d'altération qui aboutit à l'érosion des continents Des produits d'altération qui peuvent rester sur place (formation résiduelle) ou (sédiments) Un enlèvement qui s'effectue essentiellement par ruissellement Un flux sédimentaire qui termine dans la mer ou l'océan (s'il n'a pas sédimenté lo 	10 10 10 10 10 ent encore le 14 onsommation 14 14 15 15 se déplacer 15 calement sur
 Cas des roches carbonatées Les processus chimiques (= altération chimique) Cas du granite : une altération chimique surtout par hydrolyse Cas des roches carbonatées : une altération chimique par dissolution (où intervie CO₂ atmosphérique) Remarque sur le rôle du CO₂ dans l'altération chimique : l'altération, un puits de co du CO₂ atmosphérique Les processus mécaniques (= désagrégation mécanique) Une désagrégation du granite qui forme des diaclases et aboutit à former un cha et de l'arène granitique Une désagrégation mécanique possible des carbonates Une coopération des processus mécaniques et chimiques lors de l'altération L'enlèvement des produits d'altération qui aboutit à l'érosion des continents Des produits d'altération qui peuvent rester sur place (formation résiduelle) ou (sédiments) Un enlèvement qui s'effectue essentiellement par ruissellement Un flux sédimentaire qui termine dans la mer ou l'océan (s'il n'a pas sédimenté lo le continent) 	10 10 10 10 10 ent encore le 14 onsommation 14 14 15 15 se déplacer 15 calement sur
 Cas des roches carbonatées Les processus chimiques (= altération chimique) Cas du granite : une altération chimique surtout par hydrolyse Cas des roches carbonatées : une altération chimique par dissolution (où intervie CO₂ atmosphérique) Remarque sur le rôle du CO₂ dans l'altération chimique : l'altération, un puits de co du CO₂ atmosphérique Les processus mécaniques (= désagrégation mécanique) Une désagrégation du granite qui forme des diaclases et aboutit à former un cha et de l'arène granitique Une désagrégation mécanique possible des carbonates Une coopération des processus mécaniques et chimiques lors de l'altération L'enlèvement des produits d'altération qui aboutit à l'érosion des continents Des produits d'altération qui peuvent rester sur place (formation résiduelle) ou (sédiments) Un enlèvement qui s'effectue essentiellement par ruissellement Un flux sédimentaire qui termine dans la mer ou l'océan (s'il n'a pas sédimenté lo le continent) Des processus qui influencent le modelé des paysages 	10 10 10 10 10 ent encore le 14 onsommation 14 14 15 15 se déplacer 15 calement sur
 Cas des roches carbonatées Les processus chimiques (= altération chimique) Cas du granite : une altération chimique surtout par hydrolyse Cas des roches carbonatées : une altération chimique par dissolution (où intervic CO₂ atmosphérique) Remarque sur le rôle du CO₂ dans l'altération chimique : l'altération, un puits de co du CO₂ atmosphérique Les processus mécaniques (= désagrégation mécanique) Une désagrégation du granite qui forme des diaclases et aboutit à former un cha et de l'arène granitique Une désagrégation mécanique possible des carbonates Une coopération des processus mécaniques et chimiques lors de l'altération L'enlèvement des produits d'altération qui aboutit à l'érosion des continents Des produits d'altération qui peuvent rester sur place (formation résiduelle) ou (sédiments) Un enlèvement qui s'effectue essentiellement par ruissellement Un flux sédimentaire qui termine dans la mer ou l'océan (s'il n'a pas sédimenté lo le continent) Des processus qui influencent le modelé des paysages Le chaos granitique, paysage typique d'altération des terrains granitiques 	10 10 10 10 ent encore le 14 onsommation 14 14 15 15 15 se déplacer 15 calement sur 15 16
 Cas des roches carbonatées Les processus chimiques (= altération chimique) Cas du granite : une altération chimique surtout par hydrolyse Cas des roches carbonatées : une altération chimique par dissolution (où intervie CO₂ atmosphérique) Remarque sur le rôle du CO₂ dans l'altération chimique : l'altération, un puits de co du CO₂ atmosphérique Les processus mécaniques (= désagrégation mécanique) Une désagrégation du granite qui forme des diaclases et aboutit à former un cha et de l'arène granitique Une désagrégation mécanique possible des carbonates Une coopération des processus mécaniques et chimiques lors de l'altération L'enlèvement des produits d'altération qui aboutit à l'érosion des continents Des produits d'altération qui peuvent rester sur place (formation résiduelle) ou (sédiments) Un enlèvement qui s'effectue essentiellement par ruissellement Un flux sédimentaire qui termine dans la mer ou l'océan (s'il n'a pas sédimenté lo le continent) Des processus qui influencent le modelé des paysages 	10 10 10 10 10 ent encore le 14 onsommation 14 14 15 15 se déplacer 15 calement sur

III. L'altération (au sens large) des roches, un processus qui aboutit à la genèse de formati	ons
résiduelles telles que des sols	19
A. La nature et l'organisation des sols	19
1. Le sol, interface entre géosphère, biosphère, atmosphère et hydrosphère provenant	de
l'altération physique, chimique et biologique d'une roche	19
2. La structure spatiale du sol	19
3. La composition organique et minérale du sol	20
B. Les modalités de formation d'un sol (pédogenèse) et les facteurs qui la contrôlent	21
Une formation qui suppose l'altération d'une roche-mère	21
2. Une formation qui suppose l'intervention des êtres vivants et la mise en place d'une lon	gue
succession écologique progressive	22
3. Un processus lent	23
C. Le sol, une interface fragile et non renouvelable	23 23
1. Une interface naturellement maintenue par le couvert végétal : la bio-rhexistasie	23
2. Une interface fortement menacée et altérée par les activités humaines	23
3. L'émergence de pratiques responsables ?	24
D. Le sol, un réservoir de carbone surtout organique	25
1. Les formes du carbone présent dans le sol : des formes minérales minoritaires et des fornes	mes
organiques dominantes	25
2. Un important réservoir de carbone organique	25
Références	25
Pour faire une fiche de révision : quelques pistes	26
Plan du chapitre	27
Plan simplifié du chapitre	28
Plan très simplifié du chapitre	29

Plan très simplifié du chapitre

Objectifs : extraits du programme Préambule : structure de la Terre solide ntroduction	1 1 2
. L'altération (au sens large) des roches, un processus de destruction des roches imp	oliquant
des acteurs et des facteurs de contrôle variés : une vue d'ensemble	· 3
A. L'inclusion de l'altération dans le phénomène sédimentaire	3
B. Les acteurs de l'altération	3
C. Les produits de l'altération	3 3 5 6
D. Les facteurs de contrôle de l'altération	6
I. L'altération (au sens large) des roches : mécanismes et conséquences de l'alt	tération
chimique et de la désagrégation physique	8
A. Préalable : rappels des caractéristiques des deux roches-mères étudiées	comme
exemples	8
B. Les processus chimiques (= altération chimique)	10
C. Les processus mécaniques (= désagrégation mécanique)	14
D. L'enlèvement des produits d'altération qui aboutit à l'érosion des continents	15
E. Des processus qui influencent le modelé des paysages	16
F. Bilan : vue d'ensemble des processus d'altération	17
II. L'altération (au sens large) des roches, un processus qui aboutit à la genèse de forr	nations
résiduelles telles que des sols	19
A. La nature et l'organisation des sols	19
B. Les modalités de formation d'un sol (pédogenèse) et les facteurs qui la contrôlen	
C. Le sol, une interface fragile et non renouvelable	23
D. Le sol, un réservoir de carbone surtout organique	25
Références	25
Pour faire une fiche de révision : quelques pistes	26
Plan du chapitre	27
Plan simplifié du chapitre	28
Plan très simplifié du chapitre	29

© Tanguy JEAN. Les textes et les figures originales sont la propriété de l'auteur. Les figures extraites d'autres sources restent évidemment la propriété des auteurs ou éditeurs originaux.

Document terminé en mars 2019 • Dernière actualisation : mars 2020.

Contact : Tanguy. Jean 4 @ gmail.com

Adresse de téléchargement : https://www.svt-tanguy-jean.com/



Ces données sont placées sous licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation commerciale 4.0 CC BY NC qui autorise la reproduction et la diffusion du document, à condition d'en citer explicitement la source et de ne pas en faire d'utilisation commerciale.