



# COURS PI

☆ *L'école sur-mesure* ☆

de la Maternelle au Bac, Établissement d'enseignement  
privé à distance, déclaré auprès du Rectorat de Paris

**Seconde - Module 2 - Enjeux contemporains de la planète**

## Sciences de la Vie et de la Terre

v.5.1



- Guide de méthodologie**  
pour appréhender notre pédagogie
- Leçons détaillées**  
pour apprendre les notions en jeu
- Exemples et illustrations**  
pour comprendre par soi-même
- Prolongement numérique**  
pour être acteur et aller + loin
- Exercices d'application**  
pour s'entraîner encore et encore
- Corrigés des exercices**  
pour vérifier ses acquis

[www.cours-pi.com](http://www.cours-pi.com)

Paris & Montpellier



# EN ROUTE VERS LE BACCALAURÉAT

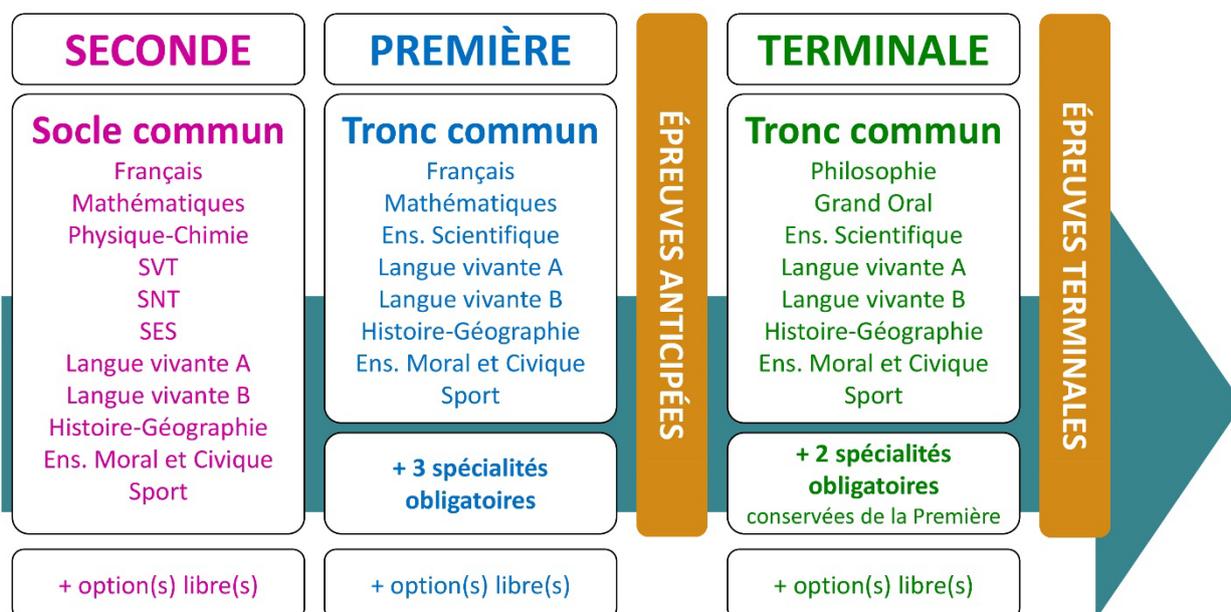
Comme vous le savez, la **réforme du Baccalauréat** est entrée en vigueur progressivement jusqu'à l'année 2021, date de délivrance des premiers diplômes de la nouvelle formule.

Dans le cadre de ce nouveau Baccalauréat, **notre Etablissement**, toujours attentif aux conséquences des réformes pour les élèves, s'est emparé de la question avec force **énergie** et **conviction** pendant plusieurs mois, animé par le souci constant de la réussite de nos lycéens dans leurs apprentissages d'une part, et par la **pérennité** de leur parcours d'autre part. Notre Etablissement a questionné la réforme, mobilisé l'ensemble de son atelier pédagogique, et déployé tout **son savoir-faire** afin de vous proposer un enseignement tourné continuellement vers l'**excellence**, ainsi qu'une scolarité tournée vers la **réussite**.

- Les **Cours Pi** s'engagent pour faire du parcours de chacun de ses élèves un **tremplin vers l'avenir**.
- Les **Cours Pi** s'engagent pour ne pas faire de ce nouveau Bac un diplôme au rabais.
- Les **Cours Pi** vous offrent **écoute** et **conseil** pour coconstruire une **scolarité sur-mesure**.

## LE BAC DANS LES GRANDES LIGNES

Ce nouveau Lycée, c'est un enseignement à la carte organisé à partir d'un large tronc commun en classe de Seconde et évoluant vers un parcours des plus spécialisés année après année.



### CE QUI A CHANGÉ

- Il n'y a plus de séries à proprement parler.
- Les élèves choisissent des spécialités : trois disciplines en classe de Première ; puis n'en conservent que deux en Terminale.
- Une nouvelle épreuve en fin de Terminale : le Grand Oral.
- Pour les lycéens en présentiel l'examen est un mix de contrôle continu et d'examen final laissant envisager un diplôme à plusieurs vitesses.
- Pour nos élèves, qui passeront les épreuves sur table, le Baccalauréat conserve sa valeur.

### CE QUI N'A PAS CHANGÉ

- Le Bac reste un examen accessible aux candidats libres avec examen final.
- Le système actuel de mentions est maintenu.
- Les épreuves anticipées de français, écrit et oral, tout comme celle de spécialité abandonnée se dérouleront comme aujourd'hui en fin de Première.



A l'occasion de la réforme du Lycée, nos manuels ont été retravaillés dans notre atelier pédagogique pour un accompagnement optimal à la compréhension. Sur la base des programmes officiels, nous avons choisi de créer de nombreuses rubriques :

- **Suggestions de lecture** pour s'ouvrir à la découverte de livres de choix sur la matière ou le sujet.
- **Réfléchissons ensemble** pour guider l'élève dans la réflexion.
- **L'essentiel** et **Le temps du bilan** pour souligner les points de cours à mémoriser au cours de l'année.
- **Pour aller plus loin** pour visionner des sites ou des documentaires ludiques de qualité.
- Et enfin... la rubrique **Les Clés du Bac by Cours Pi** qui vise à vous donner, et ce dès la seconde, toutes les cartes pour réussir votre examen : notions essentielles, méthodologie pas à pas, exercices types et fiches étape de résolution !

## SCIENCES ET VIE DE LA TERRE SECONDE

### Module 2 –Enjeux contemporains de la planète

#### L'AUTEURE



#### Pascale DABADIE

« La compréhension des phénomènes vivants et géologiques est l'une des clefs de la réussite en Sciences de la vie et de la Terre. »

Pascale Dabadie est enseignante de SVT depuis de longues années et partage avec ses élèves son intérêt pour la biologie et la géologie. Passionnée par le cinéma et la lecture, elle pratique la natation (hors compétition !).

#### PRÉSENTATION

La discipline Sciences de la Vie et de la Terre va non seulement permettre aux élèves de constituer leur socle de connaissances culturelles et notionnelles scientifiques, mais aussi de les préparer à analyser, commenter, et argumenter leurs raisonnements.

Ce sont ces compétences qui seront évaluées au baccalauréat et c'est à cela que va vous préparer par étapes, de façon très guidée tout au long des 3 thématiques au programme :

- La Terre, la vie et l'évolution du vivant
- Enjeux contemporains de la planète
- Le corps humain et la santé

Des thèmes passionnants que nous vous proposons de découvrir sans attendre !

## CONSEILS À L'ÉLÈVE

Vous disposez d'un support de Cours complet : **prenez le temps** de bien le lire, de le comprendre mais surtout de **l'assimiler**. Vous disposez pour cela d'exemples donnés dans le cours et d'exercices types corrigés. Vous pouvez rester un peu plus longtemps sur une unité mais travaillez régulièrement.

## LES DEVOIRS

Les devoirs constituent le moyen d'évaluer l'acquisition de **vos savoirs** (« Ai-je assimilé les notions correspondantes ? ») et de **vos savoir-faire** (« Est-ce que je sais expliquer, justifier, conclure ? »).

Placés à des endroits clés des apprentissages, ils permettent la vérification de la bonne assimilation des enseignements.

Aux *Cours Pi*, vous serez accompagnés par un **professeur selon chaque matière** tout au long de votre année d'étude. Référez-vous à votre « Carnet de Route » pour l'identifier et découvrir son parcours.

Avant de vous lancer dans un devoir, assurez-vous d'avoir **bien compris les consignes**.

**Si vous repérez des difficultés lors de sa réalisation**, n'hésitez pas à le mettre de côté et à revenir sur les leçons posant problème. **Le devoir n'est pas un examen**, il a pour objectif de s'assurer que, même quelques jours ou semaines après son étude, une notion est toujours comprise.

**Aux Cours Pi, chaque élève travaille à son rythme, parce que chaque élève est différent et que ce mode d'enseignement permet le « sur-mesure ».**

Nous vous engageons à respecter le moment indiqué pour faire les devoirs. Vous les identifierez par le bandeau suivant :



Vous pouvez maintenant  
faire et envoyer le **devoir n°1**



Il est **important de tenir compte des remarques, appréciations et conseils du professeur-correcteur**. Pour cela, il est **très important d'envoyer les devoirs au fur et à mesure** et non groupés. **C'est ainsi que vous progresserez !**

**Donc, dès qu'un devoir est rédigé**, envoyez-le aux *Cours Pi* par le biais que vous avez choisi :

- 1) Par **soumission en ligne** via votre espace personnel sur **PoulPi**, pour un envoi **gratuit, sécurisé** et plus **rapide**.
- 2) Par **voie postale** à *Cours Pi*, 9 rue Rebuffy, 34 000 Montpellier  
*Vous prendrez alors soin de joindre une **grande enveloppe libellée à vos nom et adresse**, et **affranchie au tarif en vigueur** pour qu'il vous soit retourné par votre professeur.*

**N.B. :** quel que soit le mode d'envoi choisi, vous veillerez à **toujours joindre l'énoncé du devoir ; plusieurs énoncés étant disponibles pour le même devoir**.

**N.B. :** si vous avez opté pour un envoi par voie postale et que vous avez à disposition un scanner, nous vous engageons à conserver une copie numérique du devoir envoyé. Les pertes de courrier par la Poste française sont très rares, mais sont toujours source de grand mécontentement pour l'élève voulant constater les fruits de son travail.

## VOTRE RESPONSABLE PÉDAGOGIQUE

Professeur des écoles, professeur de français, professeur de maths, professeur de langues : notre Direction Pédagogique est constituée de spécialistes capables de dissiper toute incompréhension.

Au-delà de cet accompagnement ponctuel, notre Etablissement a positionné ses Responsables pédagogiques comme des « super profs » capables de co-construire avec vous une scolarité sur-mesure.

En somme, le Responsable pédagogique est votre premier point de contact identifié, à même de vous guider et de répondre à vos différents questionnements.

Votre Responsable pédagogique est la personne en charge du suivi de la scolarité des élèves.

Il est tout naturellement votre premier référent : une question, un doute, une incompréhension ? Votre Responsable pédagogique est là pour vous écouter et vous orienter. Autant que nécessaire et sans aucun surcoût.

QUAND  
PUIS-JE  
LE  
JOINDRE ?

Du **lundi** au **vendredi** : horaires disponibles sur votre carnet de route et sur PoulPi.

QUEL  
EST  
SON  
RÔLE ?

**Orienter** les parents et les élèves.

**Proposer** la mise en place d'un accompagnement individualisé de l'élève.

**Faire évoluer** les outils pédagogiques.

**Encadrer** et **coordonner** les différents professeurs.

## VOS PROFESSEURS CORRECTEURS

Notre Etablissement a choisi de s'entourer de professeurs diplômés et expérimentés, parce qu'eux seuls ont une parfaite connaissance de ce qu'est un élève et parce qu'eux seuls maîtrisent les attendus de leur discipline. En lien direct avec votre Responsable pédagogique, ils prendront en compte les spécificités de l'élève dans leur correction. Volontairement bienveillants, leur correction sera néanmoins juste, pour mieux progresser.

QUAND  
PUIS-JE  
LE  
JOINDRE ?

Une question sur sa correction ?

- faites un mail ou téléphonez à votre correcteur et demandez-lui d'être recontacté en lui laissant **un message avec votre nom, celui de votre enfant et votre numéro.**
- autrement pour une réponse en temps réel, appelez votre Responsable pédagogique.

## LE BUREAU DE LA SCOLARITÉ

Placé sous la direction d'Elena COZZANI, le Bureau de la Scolarité vous orientera et vous guidera dans vos démarches administratives. En connaissance parfaite du fonctionnement de l'Etablissement, ces référents administratifs sauront solutionner vos problématiques et, au besoin, vous rediriger vers le bon interlocuteur.

QUAND  
PUIS-JE  
LE  
JOINDRE ?

Du **lundi** au **vendredi** : horaires disponibles sur votre carnet de route et sur PoulPi.  
04.67.34.03.00  
scolarite@cours-pi.com



## **Introduction** ..... 1

## **CHAPITRE 1 : géosciences et dynamique des paysages** ..... 3

### **Q COMPÉTENCES VISÉES**

- Décrire la composante géologique d'un paysage local avec ses reliefs, ses pentes et ruptures de pente, et proposer des hypothèses sur leurs origines. Relier reliefs et circulation de l'eau.
- Extraire des données, issues de l'observation d'un paysage local, de manière directe (observations, relevés, etc.) et/ou indirecte (imagerie satellitaire).
- Relier la nature de la roche à sa résistance à l'altération.
- Relier l'intensité de l'altération avec l'importance du relief et les conditions climatiques.
- Étudier et modéliser les mécanismes de l'érosion des paysages (altération physico-chimique, transport).
- Étudier et identifier la fraction solide et les éléments solubles transportés par les cours d'eau.
- Relier la puissance d'un cours d'eau à sa capacité de transport des éléments solides.
- Identifier par des tests chimiques des éléments solubles issus de l'altération.
- Relier l'intensité de l'érosion avec la dynamique du vivant et des sols.
- Étudier, notamment en microscopie, quelques roches sédimentaires détritiques pour en déduire la nature des particules sédimentaires, leur morphologie et la nature du liant.
- Reconstituer un paléoenvironnement de sédimentation à partir de l'étude d'une roche sédimentaire, en appliquant le principe d'actualisme.
- Identifier les produits d'érosion/sédimentation utilisés par l'humanité pour répondre à ses besoins dans les matériaux du quotidien.
- Identifier des zones d'érosion (déserts, littoraux, sols, éboulements) et les risques associés, comme les moyens de prévention mis en œuvre.
- Utiliser des bases de données ou des images pour quantifier l'importance des mécanismes d'érosion actuelle et éventuellement la part liée aux activités humaines.

### **Première approche** ..... 4

#### **1. Etude des paysages actuels** ..... 6

#### **2. L'altération des roches** ..... 10

#### **3. Transport et dépôt des produits de l'érosion** ..... 13

#### **4. Sédimentation et milieux de sédimentation** ..... 18

#### **5. Reconstitution d'un paléo environnement** ..... 23

#### **6. Erosion et activités humaines** ..... 25

### **Le temps du bilan** ..... 33

### **Exercices** ..... 35

## **CHAPITRE 2 : agrosystèmes et développement durable** ..... 43

### **Q COMPÉTENCES VISÉES**

- Recenser, extraire et organiser des informations issues du terrain (visite d'une exploitation agricole, par exemple), pour caractériser l'organisation d'un agrosystème : éléments constitutifs (nature des cultures ou des élevages), interactions entre les éléments (interventions humaines, flux de matière (dont l'eau) et d'énergie dans l'agrosystème), entrées et sorties du système (lumière, récolte, etc.).
- Comprendre que l'organisation d'un agrosystème dépend des choix de l'exploitant et des contraintes du milieu, et que ces choix tendent à définir un terroir.
- Comprendre comment les intrants ont permis de gérer quantitativement les besoins nutritifs de la population, tout en entraînant des conséquences qualitatives sur l'environnement et la santé.
- Réaliser des mesures et/ou utiliser des bases de données de biomasse et de production agricole pour comprendre la différence entre la notion de rendement agricole (utilisée en agriculture en lieu et place de production) et la notion de rendement écologique.
- Comprendre (manipulation, extraction, organisation d'informations) les modalités de la formation des sols.
- Utiliser des outils simples de détermination d'espèces pour découvrir la diversité des êtres vivants du sol et leur organisation en réseaux trophiques.
- Expérimenter pour comprendre (à partir de la composition des engrais) l'importance des éléments minéraux du sol dans la production de biomasse.
- Concevoir et mener des expériences pour comprendre le recyclage de la biomasse du sol.
- Étudier, dans le cadre d'une démarche de projet, des modèles d'agrosystèmes pour comprendre leurs intérêts et leurs éventuels impacts environnementaux (fertilité et érosion des sols, choix des cultures, développement de nouvelles variétés, perte de biodiversité, pollution des sols et des eaux, etc.).
- Adopter une démarche scientifique pour envisager des solutions réalistes à certaines de ces problématiques.
- Comprendre les mécanismes de production des connaissances scientifiques et les difficultés auxquelles elle est confrontée (complexité des systèmes, conflits d'intérêts, etc.).

#### **Première approche** ..... 44

#### **1. Les agrosystèmes producteurs de biomasse**..... 45

#### **2. Différents modèles agricoles** ..... 46

#### **3. Intrants et agrosystèmes**..... 49

#### **4. Les caractéristiques des sols : organisation et origine** ..... 54

#### **5. Origine de la fertilité des sols : le recyclage de la biomasse**..... 56

#### **6. Limiter l'impact des agrosystèmes sur le sol** ..... 60

#### **Le temps du bilan** ..... 68

#### **Exercices**..... 69

## **Les Clés du Bac** ..... 79

## **CORRIGÉS des exercices** ..... 85



# SUGGESTIONS CULTURELLES

## ESSAIS

- **La plus belle histoire de la Terre** *Brahic, Brown, Girardon, Taponnier*
- **Dictionnaire de géologie** *Foucault, Raoult*
- **Le tour de France d'un géologue** *François Michel*
- **Le beau livre de la terre** *Patrick DeWever*
- **Roches et minéraux** *Francis Duranthon*
- **Sur les épaules de Darwin (tous les tomes)** *Jean-Claude Ameisen*

## DOCUMENTAIRES AUDIOVISUELS

- **La fabuleuse histoire de l'évolution (6 épisodes)**
- **Cosmos : une odysée à travers l'univers (13 épisodes)** *Neil deGrasse Tyson*
- **La fabuleuse histoire de la science (6 épisodes)**

## PODCASTS

- **Pour que nature vive : podcast du Museum d'histoire naturelle**  
*[www.mnhn.fr/fr/explorez/podcasts/pour-que-nature-vive](http://www.mnhn.fr/fr/explorez/podcasts/pour-que-nature-vive)*
- **Madame SVT chaîne YouTube**
- **La chronique de Max Bird France Inter**







## INTRODUCTION

---



### Qu'est-ce qu'un paysage ?

Dans sa première définition, telle que la donne le dictionnaire de langue de Paul Robert, un paysage est la « partie d'un pays que la nature présente à l'œil qui le regarde ». Beau ou laid, un paysage est le cadre de notre existence quotidienne. À ce titre, il peut être l'objet d'une vision artistique (et le terme a pris en peinture un sens spécifique venant à désigner un tableau « où la nature tient le premier rôle et où les figures d'hommes ou d'animaux ne sont que des accessoires ») décrite par le poète ou représentée par le peintre. Le terme a gagné par analogie la littérature. Une histoire du paysage à prétention scientifique élaborée à partir d'une approche esthétique est parfaitement légitime. L'évolution des acceptions du mot paysage n'est d'ailleurs pas un cas unique : tous les géomorphologues ne savent peut-être pas qu'une notion aussi importante que celle de relief a été empruntée au vocabulaire... artistique !





Au cours de cette partie vont être tout d'abord étudiés les paysages actuels. L'altération des roches puis le phénomène de transports et dépôts des produits de l'érosion seront explorés. La sédimentation sera par la suite abordée. La reconstitution d'un paléoenvironnement sera aussi effectuée. Les activités humaines et leurs impacts sur l'érosion seront alors abordés.

### Q COMPÉTENCES VISÉES

- Décrire la composante géologique d'un paysage local avec ses reliefs, ses pentes et ruptures de pente, et proposer des hypothèses sur leurs origines. Relier reliefs et circulation de l'eau.
- Extraire des données, issues de l'observation d'un paysage local, de manière directe (observations, relevés, etc.) et/ou indirecte (imagerie satellitaire).
- Relier la nature de la roche à sa résistance à l'altération.
- Relier l'intensité de l'altération avec l'importance du relief et les conditions climatiques.
- Étudier et modéliser les mécanismes de l'érosion des paysages (altération physico-chimique, transport).
- Étudier et identifier la fraction solide et les éléments solubles transportés par les cours d'eau.
- Relier la puissance d'un cours d'eau à sa capacité de transport des éléments solides.
- Identifier par des tests chimiques des éléments solubles issus de l'altération.
- Relier l'intensité de l'érosion avec la dynamique du vivant et des sols.
- Étudier, notamment en microscopie, quelques roches sédimentaires détritiques pour en déduire la nature des particules sédimentaires, leur morphologie et la nature du liant.
- Reconstituer un paléoenvironnement de sédimentation à partir de l'étude d'une roche sédimentaire, en appliquant le principe d'actualisme.
- Identifier les produits d'érosion/sédimentation utilisés par l'humanité pour répondre à ses besoins dans les matériaux du quotidien.
- Identifier des zones d'érosion (déserts, littoraux, sols, éboulements) et les risques associés, comme les moyens de prévention mis en œuvre.
- Utiliser des bases de données ou des images pour quantifier l'importance des mécanismes d'érosion actuelle et éventuellement la part liée aux activités humaines.



## Première approche Les paysages

Voici quelques photographies de différents paysages français.



**Massif pyrénéen**



**Massif alpin**



**Bassin aquitain**



**Massif central**



**Massif armoricain**



**Bassin parisien**

Tous ces paysages n'ont pas débuté leur formation à la même époque. En effet, les massifs alpins et pyrénéens se sont formés il y a 30 à 40 millions d'années alors que le massif Central et le massif armoricain se sont formés il y a 360 à 250 millions d'années. Le bassin aquitain et le bassin parisien ont commencé leur formation il y a 245 millions d'années.



Les paysages présentés sont des paysages de massifs montagneux et de bassins sédimentaires. Les paysages montagneux présentent des reliefs imposants alors que les bassins sédimentaires n'ont pratiquement pas de reliefs.

On peut également observer que les différents massifs montagneux ne présentent pas les mêmes formes de relief : les Alpes et les Pyrénées présentent des reliefs beaucoup plus importants et anguleux que le massif armoricain et le massif central qui présentent des reliefs plus arrondis.

Ces paysages ne sont pas figés dans le temps : ils peuvent évoluer.

D'après le document 2, on apprend que le massif central et le massif armoricain sont beaucoup plus vieux (250 à 350 millions d'années) que les massifs pyrénéens et alpins (30 à 40 millions d'années).

On peut alors poser l'hypothèse que, par exemple, les Alpes pourraient prendre la forme du massif central après quelques centaines de millions d'années.

Les différences au niveau des paysages peuvent venir de plusieurs paramètres : lieu de formation, conditions de formation, nature des roches composant le sous-sol, érosion des reliefs.

L'érosion de ces reliefs va être une hypothèse que l'on va étudier dans ce chapitre.



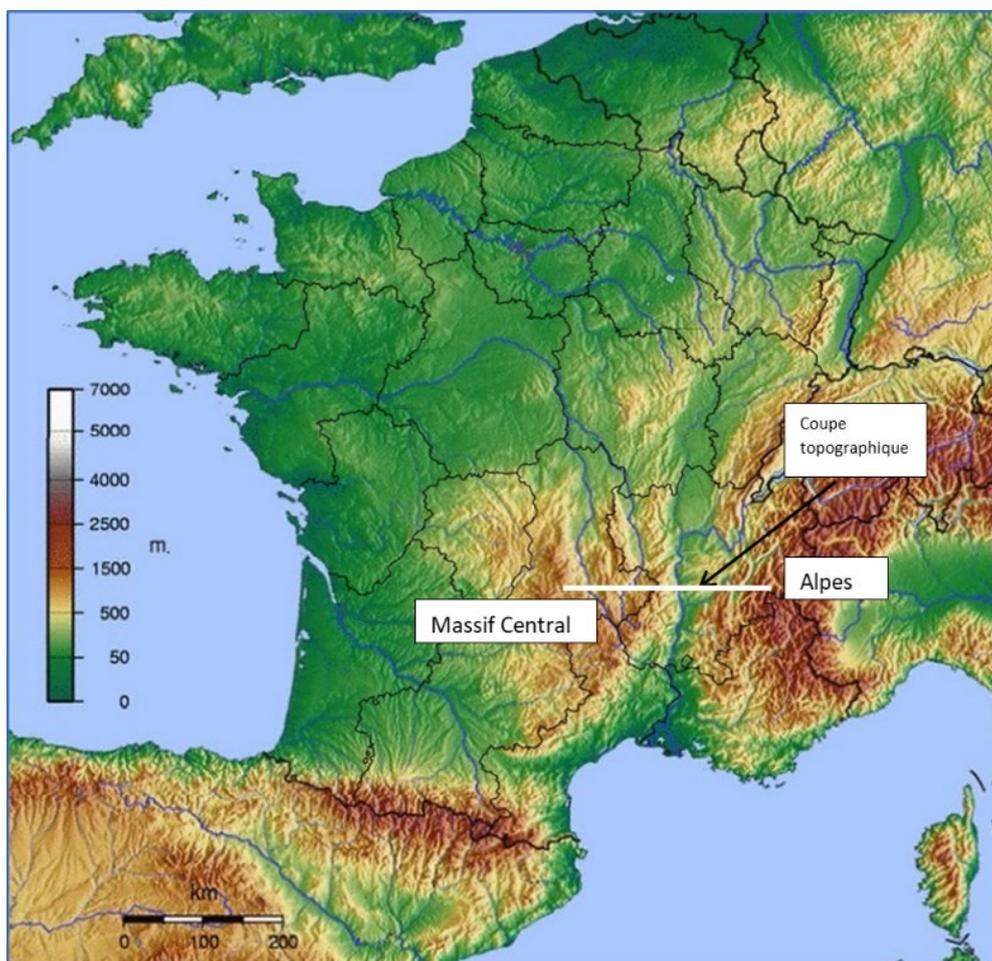
## GÉOSCIENCES ET DYNAMIQUE DES PAYSAGES

### Etude des paysages actuels

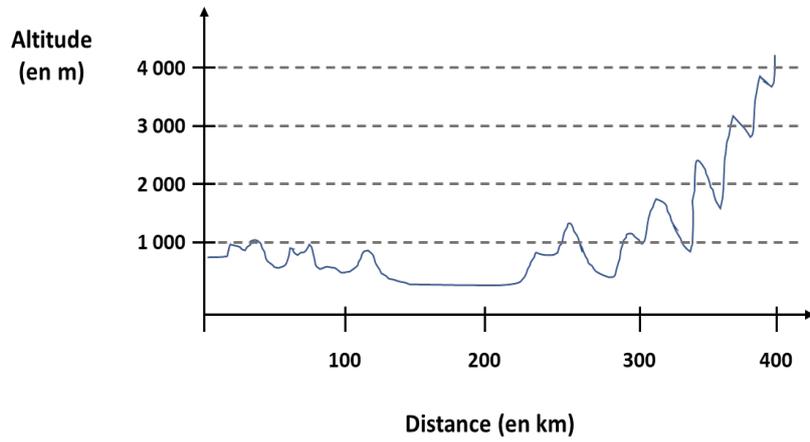
Problème posé : quelles sont les caractéristiques d'un paysage et quel paramètre peut expliquer l'évolution de ce paysage au cours du temps ?

Pour comprendre comment un paysage évolue au cours du temps, nous allons prendre comme exemple les Alpes et le Massif central.

Voici une coupe topographique d'une partie du territoire français et plus particulièrement entre le Massif central et les Alpes.



Voici un exemple de profil altimétrique qui aurait pu être obtenu à partir de cette coupe :

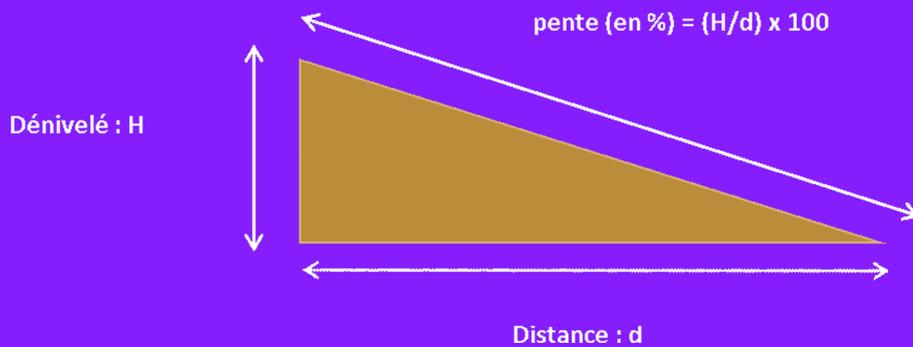


On voit que l'altitude moyenne des reliefs dans le Massif Central (1000m) est moins élevée que celle des Alpes (3000m). Intéressons-nous maintenant à la pente des reliefs de ces deux massifs montagneux.



## L'ESSENTIEL

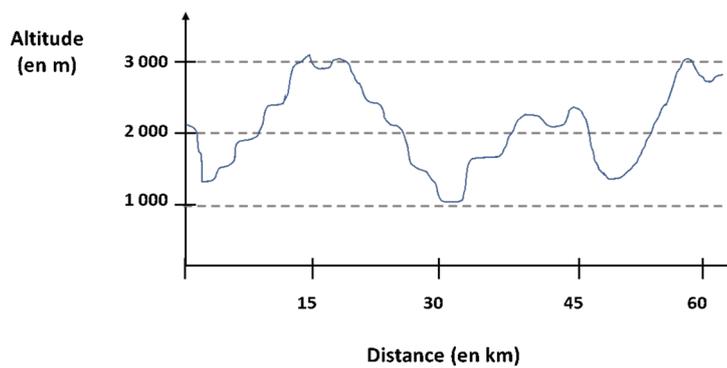
Pour calculer la pente d'un relief, on utilise la formule suivante :



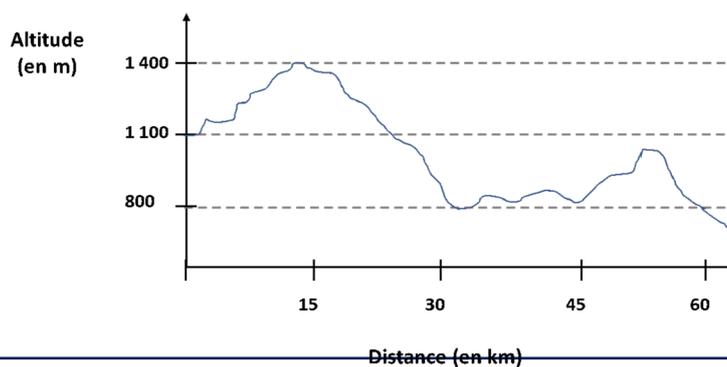
## CALCULONS ENSEMBLE

Voici deux profils altimétriques effectués dans les Alpes et dans le Massif central.

Exemple 1



Exemple 2

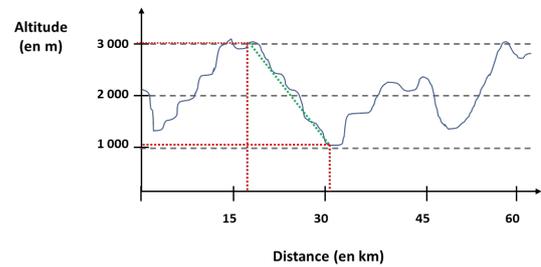
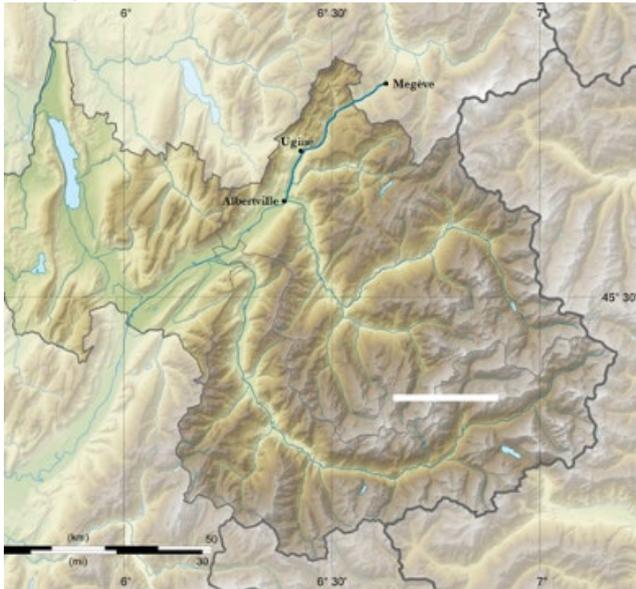




## CORRECTION

### Correction du 1 et 2

#### Exemple 1



Cela correspond à un massif alpin

Par exemple :

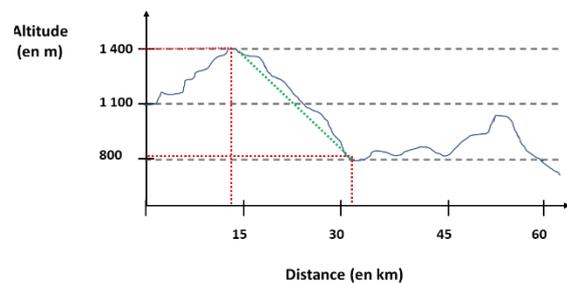
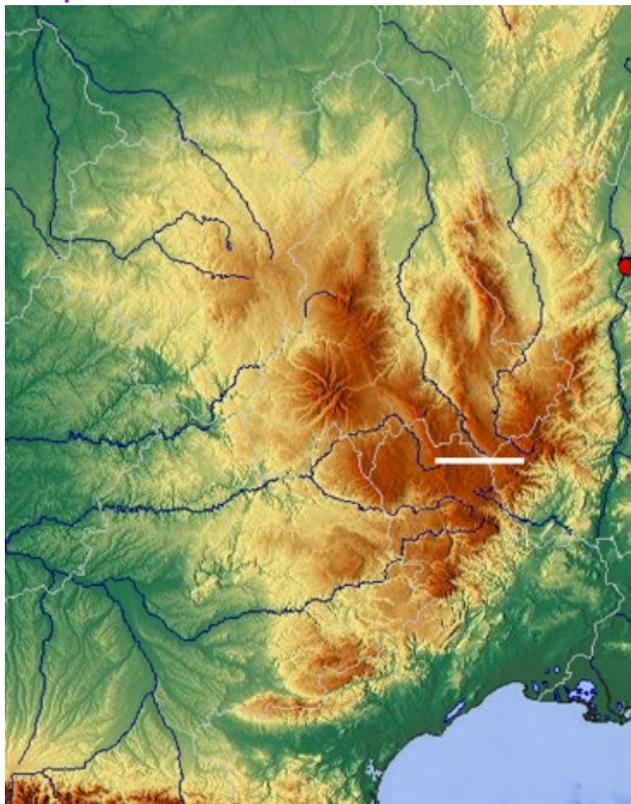
$$\text{Pente} = (H/d) \times 100 = (3000 - 1000) / d \times 100$$

Attention : tout doit être converti en mètres

$$= 2000 / ((31-17) \times 1000) \times 100 = (2000 / (14 \times 1000)) \times 100 = (2/14) \times 100 = 14,28\%$$

$$= 14 \%$$

#### Exemple 2



Cela correspond à un profil de massif central

Par exemple :

$$\text{Pente} = (H/d) \times 100 = (1400 - 800) / d \times 100 = 600 / ((32 - 13) \times 1000) \times 100$$

$$= 600 / (19 \times 1000) \times 100 = 6/190 \times 100 = 3,15 \%$$

$$= 3 \%$$

3) On voit dans cet exemple que la pente calculée dans le Massif Central est beaucoup plus douce que celle calculée dans les Alpes. Ce calcul peut renforcer l'hypothèse que les reliefs du massif central sont beaucoup plus érodés (usés) que ceux des Alpes. Le Massif Central a subi l'érosion pendant plus longtemps.



## L'ESSENTIEL

L'érosion est l'ensemble des phénomènes physiques et chimiques qui provoquent l'ablation (le retrait) et le transport des produits issus de l'altération d'une roche. L'érosion modifie ainsi les reliefs.

02

## GÉOSCIENCES ET DYNAMIQUE DES PAYSAGES

### L'altération des roches

**Problème posé :** qu'est-ce que l'altération des roches et quels paramètres peuvent interagir sur cette altération ? Le socle des Alpes et du massif central étant composé essentiellement de granite, nous allons nous intéresser à cette roche et à son altération au cours du temps.

La photographie ci-dessous représente un affleurement de granite altéré



Diaclases

Blocs rocheux

Eboulis granitiques

Cet affleurement présente des fissures appelées diaclases. Ces diaclases vont permettre de former des blocs rocheux qui vont ensuite se désagréger et former des éboulis granitiques.



## RÉFLÉCHISSONS ENSEMBLE

A l'aide de vos connaissances, de vos recherches et de l'observation de cette photographie, comment ces diaclases ont-elles pu se former ? Quels facteurs de l'environnement permettent leur formation ?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

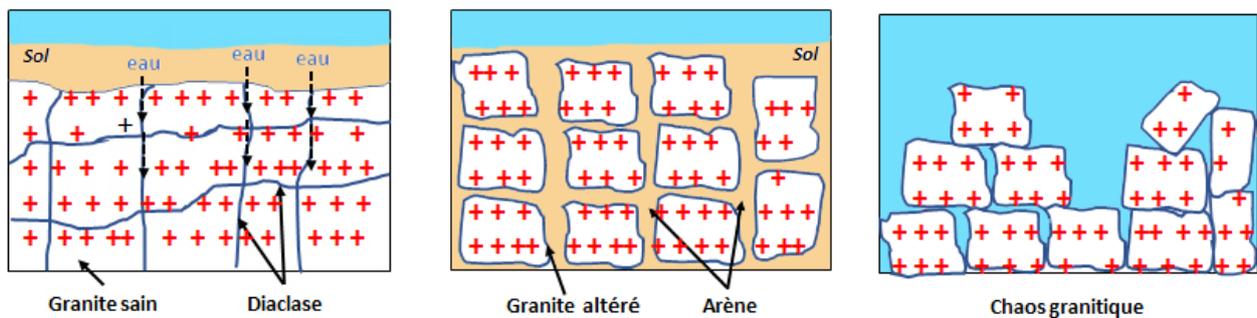
- L'eau est l'un des principaux éléments responsables de la formation des diaclases.
- En observant attentivement la photographie, on peut distinguer des végétaux. Les racines de ceux-ci peuvent s'immiscer dans les anfractuosités et augmenter ce phénomène de destruction : on parle d'altération physique.
- On voit aussi sur la photographie, une partie du granite de couleur orange. Ce changement de couleur est dû à une oxydation de la roche : on parle d'altération chimique.

En climat tempéré, l'eau peut geler et dégeler selon les saisons et entraîner une fracturation des roches. En effet le passage de l'eau de l'état liquide à l'état solide provoque une augmentation de volume de 10%. Des blocs rocheux tombent au pied des montagnes et forment des éboulis de morceaux plus petits.

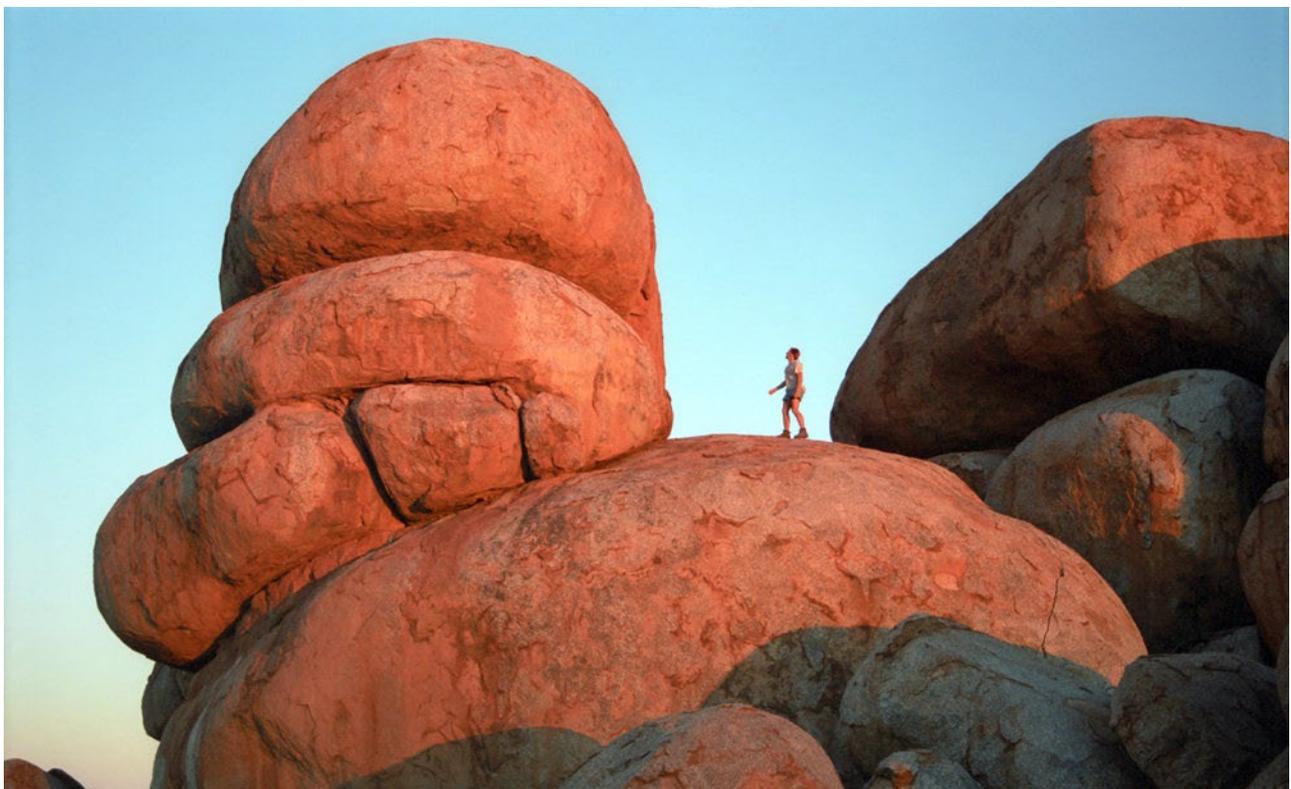
Des variations brutales de température (entre la nuit et le jour par exemple) peuvent également être responsables de formation de diaclases. Ce phénomène se retrouve très souvent en haute montagne et dans les déserts.

On est ici en présence d'une altération mécanique (ou physique) : modification physique des roches facilitant leur désagrégation.

En effet, au niveau des diaclases, une **altération chimique** s'effectue. Le granite va subir une modification au niveau de ces minéraux et va se transformer en arène granitique, formations résiduelles constituées d'une « pâte » ou « poudre » argileuse. Le granite sain restera sous forme de chaos.

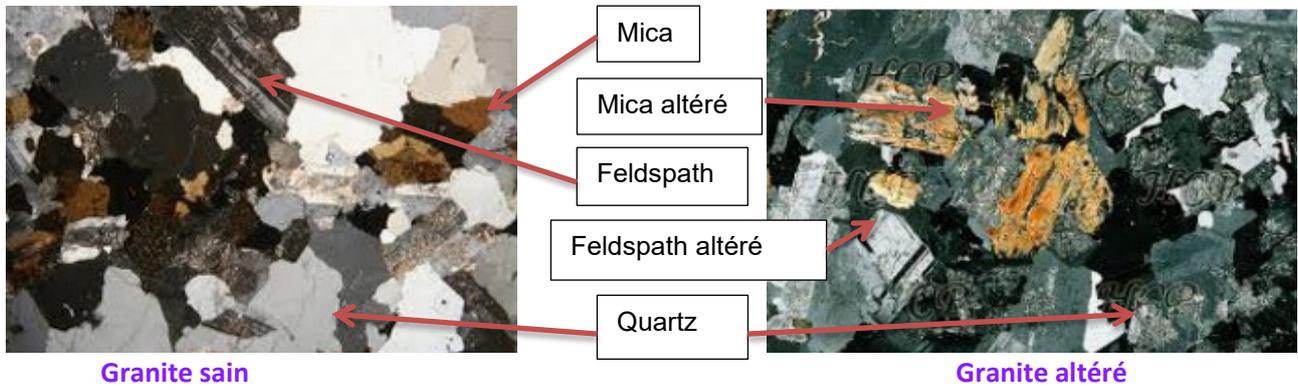


Trois étapes de la formation dun chaos granitique en quelques milliers d'années



Comment cette altération chimique s'effectue-t-elle ?

Le granite (la roche) est composé de différents minéraux : le quartz, les micas et les feldspaths.



Lame mince de granite vue en lumière polarisée analysée (LPA)

L'eau va exercer une action chimique sur le granite :

Granite (quartz + feldspath + micas) + eau → arène granitique (quartz + argiles + oxyde de fer + éléments solubles)



Photographie d'un granite



Photographie d'arène granitique

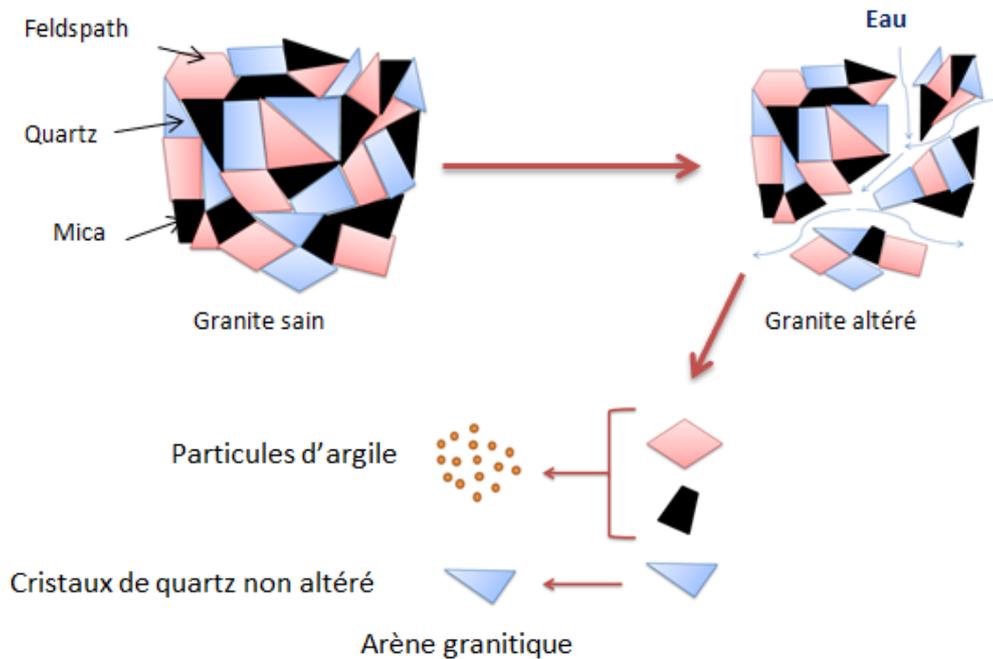


Schéma représentant le passage d'une roche granitique à une arène granitique sous l'action de l'eau

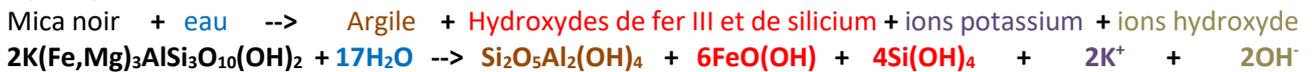
Sous l'action de l'eau, la roche perd sa cohérence : les minéraux se dissolvent.

L'eau modifie aussi la composition de certains minéraux qui finissent par disparaître (mica et feldspath) alors que d'autres apparaissent (argile).

### Hydrolyse d'un feldspath



### Hydrolyse d'un mica noir



Le quartz est quasi inaltérable : il ne se transforme pas.  
On passe alors d'un granite sain à une arène granitique.



### JE VÉRIFIE MES CONNAISSANCES

Quelle est la différence entre érosion et altération ?

---

---

---

---

La différence essentielle entre érosion et altération est le mouvement de la roche. L'altération se produit lorsque la roche étant sollicitée reste stationnaire. Lorsque la roche (ou une partie de la roche) se déplace, le processus est appelé érosion.



### L'ESSENTIEL

L'altération des roches est un processus qui modifie les roches selon deux mécanismes principaux : l'altération physique et l'altération chimique. L'altération physique consiste en une modification mécanique (frottement cassure...). L'altération chimique correspond, quant à elle, aux remaniements des minéraux.

L'eau est le principal agent atmosphérique responsable de cette altération :

- en changeant d'état, elle exerce une action mécanique conduisant à la désagrégation de la roche
- en hydrolysant les minéraux de la roche, elle exerce une action chimique conduisant à la modification des minéraux de la roche détruisant la cohérence de celle-ci.

D'autres facteurs peuvent exercer une action sur l'altération :

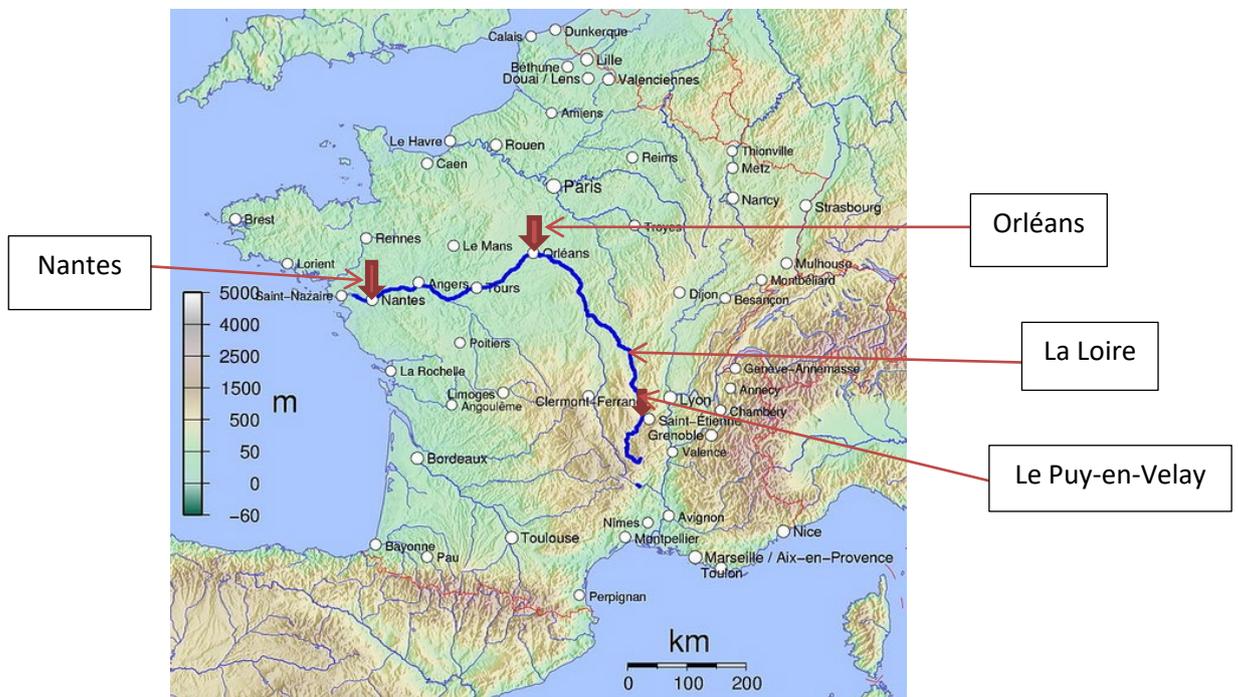
- les plantes qui ont une action mécanique quand leurs racines s'immiscent dans les diaclases (fissures) des blocs rocheux mais aussi une action chimique car les végétaux peuvent sécréter des acides contribuant à l'altération chimique des roches.
- des variations brutales de température peuvent également altérer les roches. Le climat agit donc aussi.



## GÉOSCIENCES ET DYNAMIQUE DES PAYSAGES

### Transport et dépôt des produits de l'érosion

**Problème posé :** comment les produits de l'altération des roches sont-ils transportés et déposés ? Continuons de prendre comme exemple le granite et suivons le devenir des produits de son altération en partant du Massif Central et en choisissant la Loire comme mode de transport.



Carte des reliefs de la France



## RÉFLÉCHISSONS ENSEMBLE

La Loire parcourt environ 1200 km depuis sa Source en Ardèche, au sud-est du Massif Central jusqu'à son embouchure en Loire-Atlantique. La Loire transporte et dépose des particules détritiques (particules solides issues de l'altération des roches). Le bureau de recherches géologiques minières procède à quelques études et a notamment prélevé des échantillons de sédiments (particules déposées) dans trois villes de bord de Loire (du Puy en Velay près de la source, à Orléans à mi-chemin et à Nantes près de l'estuaire). Voici les résultats après que les échantillons aient été tamisés :

Quantité de sédiments en %	Puy en Velay (à 50 km de la source de la Loire)	Orléans (à 680 km de la source de la Loire)	Nantes (à 1165 km de la source de la Loire)
Gravier (4 à 8 mm)	18	0	0
Gravier (2 à 4 mm)	36	2	0
Sable (1 à 2 mm)	54	8	2
Sable (0,5 à 1 mm)	64	50	12
Sable (0,25 à 0,5 mm)	22	84	80
Sable (0,125 à 0,25 mm)	4	44	74
Particules argileuses (<0,125 mm)	2	12	32

Tableau présentant les résultats du tamisage des sédiments de bords de Loire

1. Pour chaque ville, calculez le pourcentage de gravier, de sable de 0,5 mm à 2 mm, de sable de 0,125 à 0,5 mm et de particules argileuses puis complétez le tableau.

.....

.....

.....

2. Construisez un graphique du pourcentage des quatre variétés de sédiments en fonction de la distance à la source de la Loire. Vous pouvez utiliser un tableur ou une feuille de papier millimétré.

3. Que pouvez-vous déduire du graphique obtenu ?

.....

.....

.....

.....

.....

4. Quelles hypothèses pouvez-vous formuler pour expliquer ces résultats ?

.....

.....

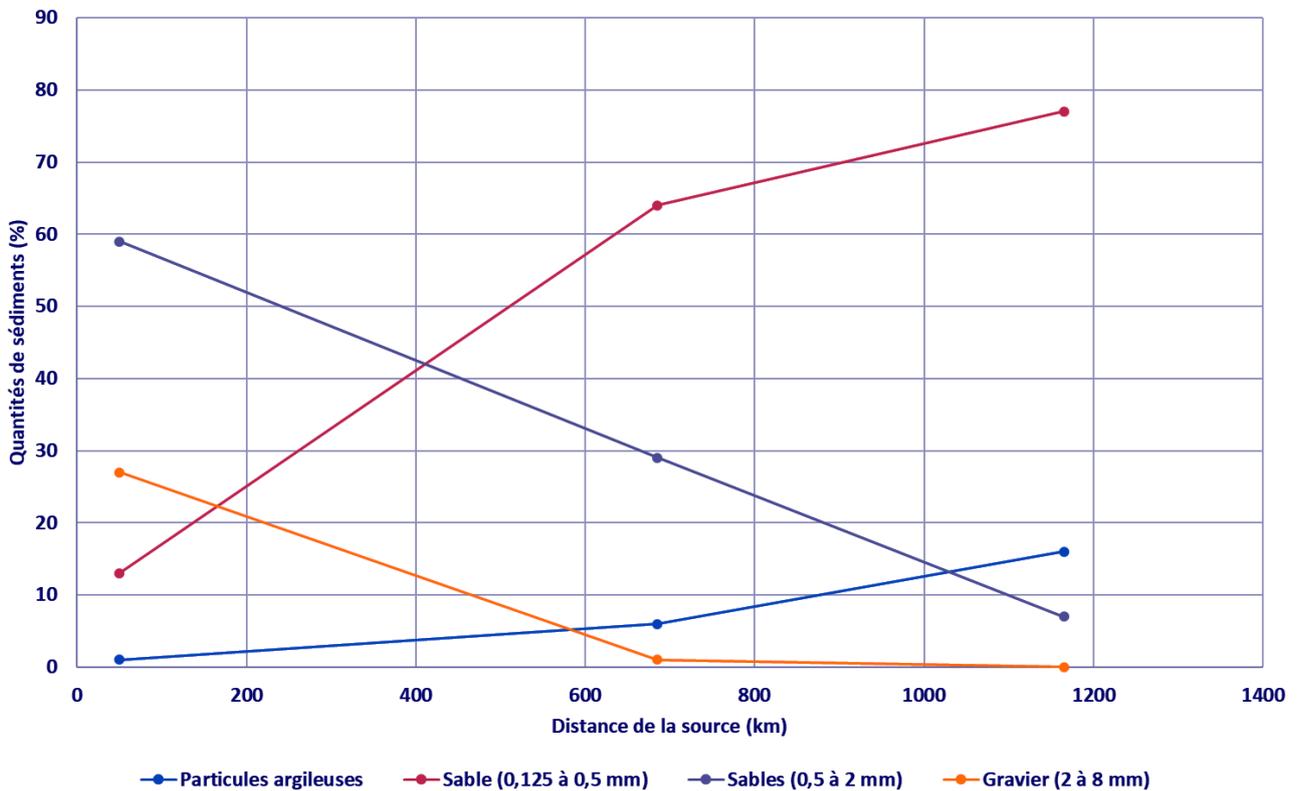
.....

.....

.....

.....

Pourcentage de sédiments déposés en fonction de la distance à la source



### 3. On voit que :

- au Puy en Velay, les sédiments déposés sont en majorité des graviers et des sables entre 0,5 mm et 2 mm de diamètre
- à Nantes, les sédiments déposés sont en majorité des particules argileuses et des sables entre 0,125 mm et 0,25 mm de diamètre
- à Orléans, les graviers ne sont pratiquement plus déposés

On sait que le Puy en Velay est assez proche de la source de la Loire et que Nantes est la ville la plus éloignée de la source et la plus proche de l'estuaire de la Loire.

On en déduit que plus le dépôt des sédiments s'effectue loin de la source, plus le diamètre des sédiments est petit.

### 4. Plusieurs hypothèses :

Les sédiments sont déposés en fonction de leur poids (gravité), de la vitesse du courant, de la pente du cours d'eau, de la sinuosité du cours d'eau (méandres), de leur solubilité (les particules solubles seront déposées beaucoup plus loin), etc...

Les vidéos suivantes permettent de visualiser les différents paramètres responsables du transport et du dépôt des particules détritiques le long d'un cours d'eau.

- [www.youtube.com/watch?v=-63q8LLw73s](http://www.youtube.com/watch?v=-63q8LLw73s) pente de 10°
- [www.youtube.com/watch?v=EgCC47oxmdY](http://www.youtube.com/watch?v=EgCC47oxmdY) pente de 30°

Dans un cours d'eau, l'activité d'une particule transportée dépend à la fois de sa taille et de la vitesse du courant. Ainsi, plus les éléments sont grossiers, plus la vitesse du courant doit être forte pour les éroder et les transporter.

Le diagramme de Hjulstrom permet de visualiser les conditions d'érosion, de transport et de dépôt des particules détritiques.

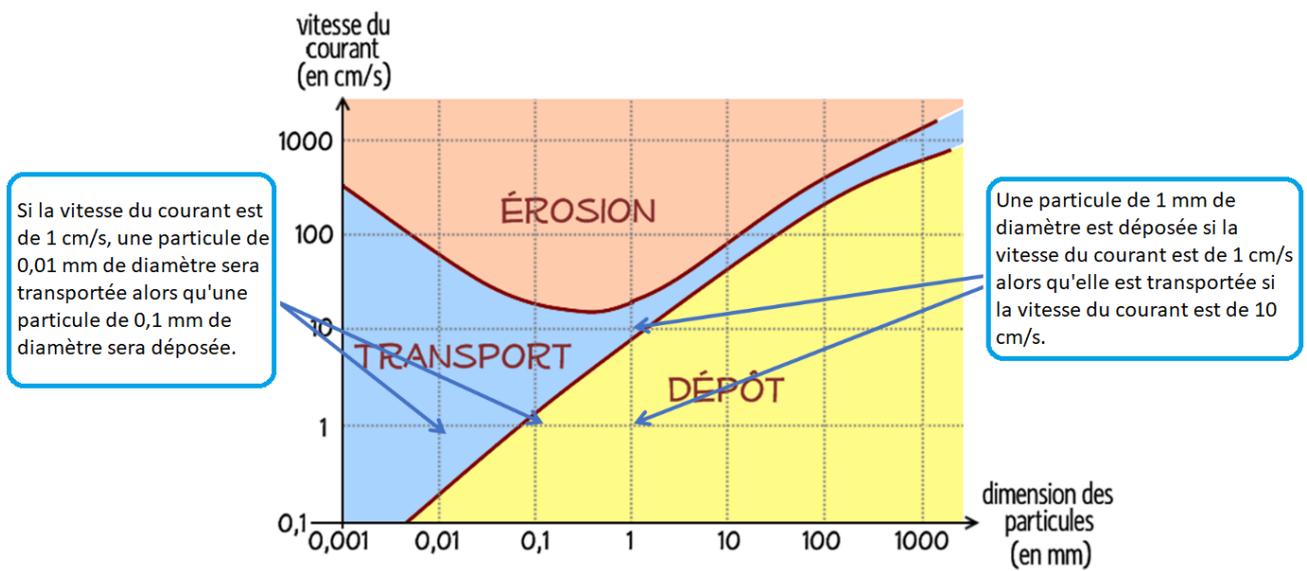
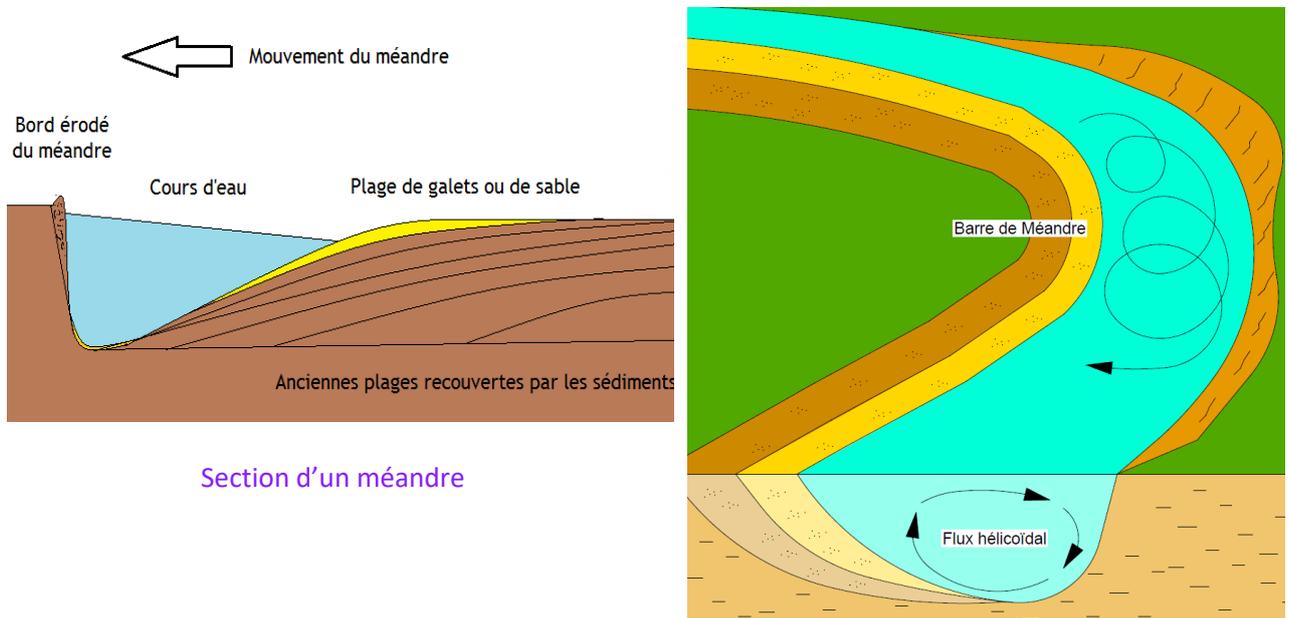


Diagramme de Hjulstrom

Ainsi, pour des vitesses de courant élevées, l'eau arrache des particules à la roche : il y a érosion. Quand la vitesse du courant est suffisante, un produit d'érosion est transporté par le courant. En fonction de sa taille et de la vitesse du courant, le produit d'érosion peut se déposer : il y a sédimentation. La forme du cours d'eau peut également influencer sur le dépôt des particules. Un méandre est une sinuosité que décrit un cours d'eau, caractérisée par l'opposition entre une rive concave, abrupte, et une rive convexe, en pente douce.



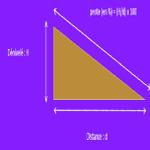
Les méandres de la Loire (Massif central)



Section d'un méandre

Au niveau d'un méandre, l'eau subit une force centrifuge qui la déporte vers la rive concave, où l'eau se déplace plus vite. Il y a donc plus d'érosion sur cette berge : elle recule et présente une pente plus raide. A l'inverse, des sédiments se déposent sur la berge opposée.

Ainsi, l'addition de tous ces phénomènes contribue à la modification des paysages au cours du temps.



## L'ESSENTIEL

L'eau transporte les particules, parfois sur de longues distances. Ces distances dépendent de la taille des particules mais aussi de la pente de la rivière ou la force du courant.



## GÉOSCIENCES ET DYNAMIQUE DES PAYSAGES

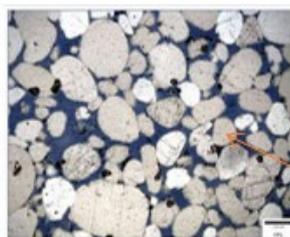
### Sédimentation et milieux de sédimentation

Les particules détritiques transportées par les eaux (torrents, rivières, fleuves) finissent par se déposer dans différents milieux de sédimentation (lacs, deltas, bassins...) quand la vitesse du courant est trop faible pour permettre leur transport. Comment ces sédiments déposés au fond de l'eau sont-ils transformés en roches sédimentaires détritiques ?

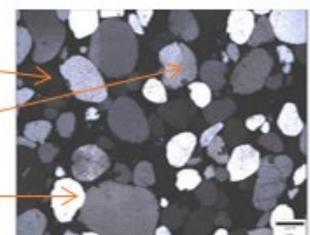
Pour comprendre cette transformation, présentons quelques roches sédimentaires détritiques :



Photographies de trois pélites



Ciment	→
Feldspath	→
Grains de quartz	→



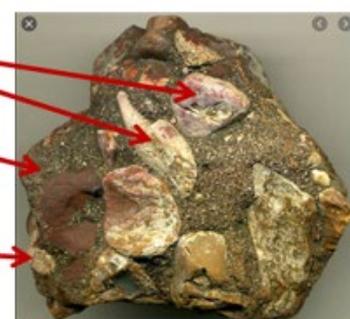
Photographies de grès vus à l'œil nu et en lames minces en LPNA et LPA



Galets

Sable cimenté

Graviers



Photographies de conglomérats vus à l'œil nu



## RÉFLÉCHISSONS ENSEMBLE

A partir des photographies des roches sédimentaires détritiques, répondez aux questions suivantes.

1. On peut regrouper ces roches en trois groupes. Trouvez les caractéristiques qui permettent de différencier ces roches.

---

---

---

---

---

---

2. La formation de chacune de ces roches est étroitement liée aux différences mises en évidence à la question précédente. Expliquez.

---

---

---

---

---

---

1. Les pélites sont des roches sédimentaires détritiques composées d'argile.

Les grès sont composés de grains de quartz et de feldspath que l'on peut voir à l'œil nu.

Les conglomérats sont composés de galets et de graviers compactés dans du sable cimenté.

Les caractéristiques qui permettent de différencier les roches détritiques sont les dimensions des particules sédimentaires qui les composent.

2. Les sédiments qui composent les roches proviennent du transport des produits de l'érosion. On a vu que l'analyse granulométrique des sédiments est différente selon l'endroit où les particules sédimentaires se déposent. Selon les bassins sédimentaires, les dépôts seront différents et les roches sédimentaires détritiques aussi.

La granulométrie étant l'étude de la taille des éléments constituant un sédiment ou une roche sédimentaire, elle sera prise en compte dans la description des roches sédimentaires détritiques :

Produit formé	Sédiments	Roche sédimentaire détritique
Taille		
> 2 mm	Graviers, galets, blocs	Conglomérat
0,063 mm - 2 mm	Sable	Grès
<0,063 mm	Argiles	Pélites

Tableau présentant la classification des roches sédimentaires détritiques en fonction de leur granulométrie

Les roches détritiques proviennent du transport des produits de l'érosion. Ces roches détritiques se composent de grains de taille variée et d'un liant qui solidifie ces grains. Ces roches détritiques se composent de grains de taille variée et d'un liant qui solidifie ces grains : les grains très fins (argile) forment des pélites, les grains moyens (quartz du sable) forment des grès, les grains plus gros (galets) forment des conglomérats.

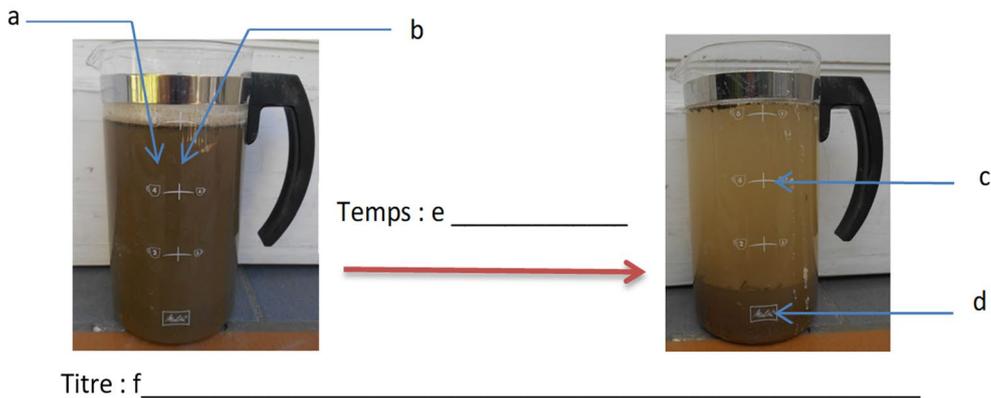


## MANIPULONS ENSEMBLE

Pour comprendre ce qu'il se passe après le dépôt des sédiments, nous allons construire un modèle analogique simplifié. La modélisation analogique consiste à construire un système physique qui reproduit plus ou moins un phénomène que l'on souhaite étudier. L'observation du comportement du modèle permet de tirer des enseignements sur le phénomène d'intérêt.

**Matériel** : cafetière à piston, eau salée, sable, argile

**Protocole** : On verse de l'eau salée dans la cafetière puis du sable, on mélange et on laisse reposer 24 heures.

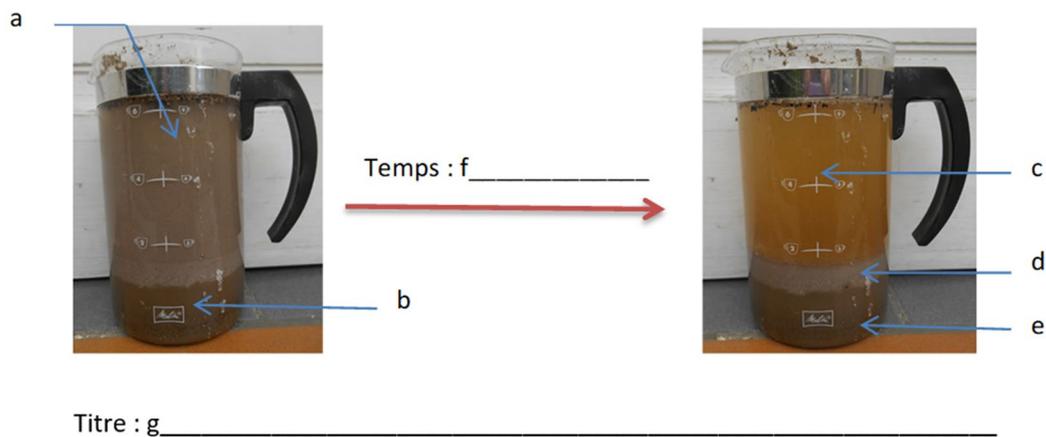


1. Placez les légendes sur les photographies et le titre expliquant cette manipulation.

2. Quel milieu sédimentaire veut-on représenter ? Justifiez

---

---



3. Placez les légendes sur les photographies et le titre expliquant cette manipulation.

4. Combien de couches différentes voyez-vous ? En géologie, les couches sont appelées des strates.

---

---

On utilise le piston de la cafetière et on compresse l'ensemble au maximum.

5. Placez les légendes sur les photographies suivantes :



6. Mesurez la hauteur des deux strates avant et après la compression. Que constatez-vous ?



7. Rappelez le phénomène que l'on veut modéliser en utilisant le piston.

.....

.....

.....

.....

8. A partir de cette expérience, expliquez les étapes de la formation d'une roche sédimentaire.

.....

.....

.....

.....

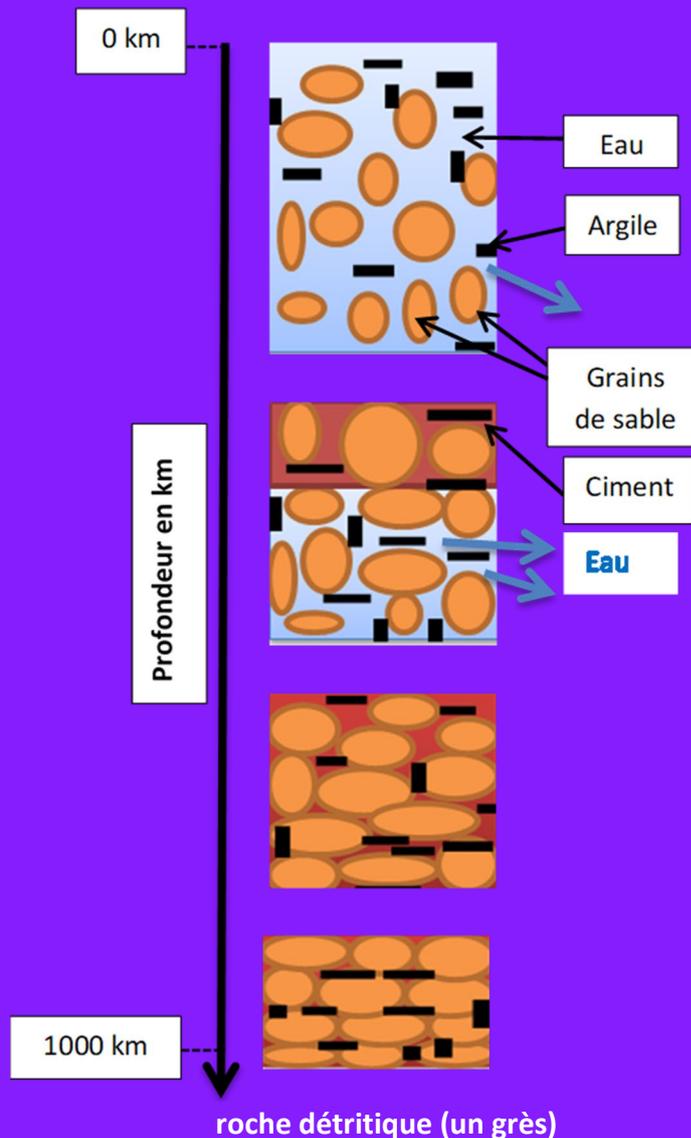
- a : eau salée b : sable c : eau salée d : sable e : 24 heures  
f : schéma modélisant le dépôt de sédiments dans un bassin sédimentaire
  - Dans l'expérience, on utilise de l'eau salée, on modélise donc un milieu marin.
  - a : argile b : sable c : eau salée d : argile e : sable f : 24 heures  
g : schéma modélisant le dépôt d'argile dans un bassin sédimentaire
  - On voit deux couches donc deux strates
  - Compression
  - Avant compression : 2,5 cm Après compression : 2 cm  
L'épaisseur des dépôts a diminué après la compression.
  - Le piston représente la pression que l'eau et les dépôts successifs exercent sur les dépôts les plus anciens et donc les plus profonds.
  - Les sédiments se déposent successivement dans un bassin sédimentaire. La pression qu'exercent l'eau et les dépôts successifs entraîne une compaction des dépôts et le départ de l'eau ce qui entraîne la formation d'une roche sédimentaire.
- En fait, la compaction n'est pas le seul phénomène : un liant se forme dans les pores laissés libres par le départ de l'eau renforçant la solidification de la roche.

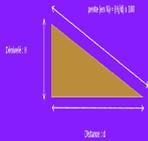


## L'ESSENTIEL

La transformation des sédiments détritiques en roches sédimentaires

### Sédiments détritiques argilo-sableux :





## L'ESSENTIEL

Les sédiments issus de l'érosion sont transportés jusqu'à un bassin sédimentaire où ils s'accumulent.

Une fois déposés, les sédiments subissent une transformation en roche sédimentaire lors d'un processus appelé diagenèse. Cette diagenèse va se dérouler en plusieurs étapes :

- au fur et à mesure du temps, les sédiments se déposent les uns sur les autres. Ces dépôts successifs conduisent à un enfouissement en profondeur des sédiments.
- la pression s'exerçant sur les sédiments augmente, ils perdent de l'eau et subissent une compaction
- un liant (ciment) provenant de la dégradation de minéraux se met en place fixant les éléments entre eux : c'est la cimentation.



## GÉOSCIENCES ET DYNAMIQUE DES PAYSAGES

### Reconstitution d'un paléo environnement

**Problème posé :** comment peut-on reconstituer un environnement passé à partir de l'étude d'une roche sédimentaire ? Les conditions de dépôts des sédiments peuvent changer au cours du temps et les roches sédimentaires formées dans un bassin sédimentaire peuvent donc être différentes. Ces couches géologiques peuvent être soulevées par le déplacement des plaques tectoniques et elles apparaîtront après des millions d'années à l'affleurement sous forme d'une succession de strates.



## RÉFLÉCHISSONS ENSEMBLE

Le site de la Mine d'Or, située dans le Morbihan est unique en France par son intérêt écologique. Sa falaise est le témoin du passage d'un ancien fleuve, qui s'écoulait au sein d'une vallée aujourd'hui disparue.



Socle

1. Combien de strates voyez-vous sur la photographie ci-dessous (sans compter le socle) ? Placez ces strates en mettant les légendes à droite de la photographie.

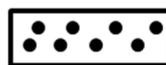
2. On a vu que les roches sédimentaires détritiques pouvaient être des conglomérats, des grès ou des pélites, retrouvez la composition de deux de ces strates dans cette photographie.

3. Représentez, de façon proportionnée, ces différentes strates dans une colonne où vous placerez les figurés correspondants.

Conglomérat :



Grès :



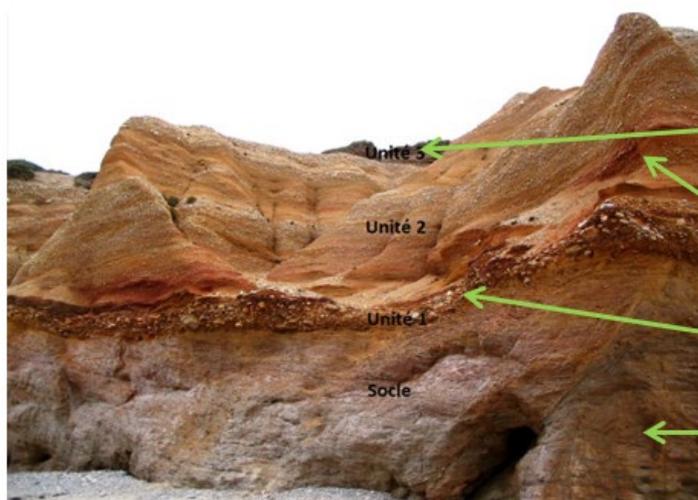
Pélites :



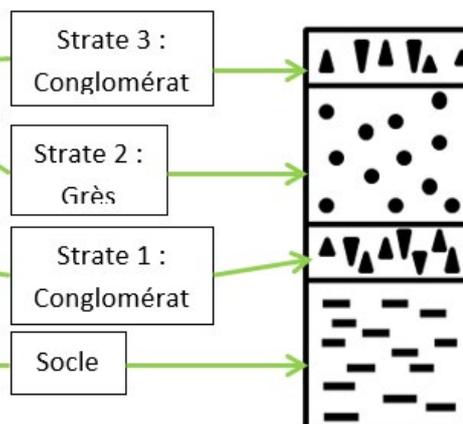
4. Que s'est-il passé pour que ces différentes strates existent ?

Handwriting practice area with 18 horizontal dashed green lines.

1. 2. et 3.



Photographie de l'affleurement



Profil stratigraphique

4. Les milieux de sédimentation ont changé au cours du temps et les sédiments déposés étaient différents d'une époque à une autre. Grâce à l'observation des roches de l'affleurement, on peut reconstituer le milieu qui existait quand les sédiments donnant cette roche se sont déposés. Pour cela, les géologues utilisent, entre autres, deux principes :

- le principe de superposition est une conséquence du dépôt progressif de sédiments de l'océan vers les fonds océaniques et énonce que les terrains les plus anciens sont les plus profonds, les plus récents sont les plus superficiels.
- le principe d'actualisme est énoncé pour la première fois par Lyell en 1830 : les lois régissant les phénomènes géologiques actuels étaient également valables dans le passé.

Si on observe les roches de ces différentes strates, on voit que :

- les conglomérats de la strate 1 présentent des indices montrant un écoulement vers le nord-ouest et des litages obliques de courants. Cette strate correspondrait au plus bas niveau marin.
- les grès de la strate 2 montrent des rides de courants parfois opposés caractéristiques des courants de marée. Cette strate correspondrait à une lente remontée du niveau marin.
- les conglomérats de la strate 3 sont moins grossiers que dans la strate 1. Les litages plans indiquent des palécourants vers le sud-est à l'opposé des deux strates inférieures. Cette strate correspond à un nouvel épisode de bas niveau marin.



## L'ESSENTIEL

La nature des roches sédimentaires permet de reconstituer les conditions de sédimentation.



## GÉOSCIENCES ET DYNAMIQUE DES PAYSAGES

### Erosion et activités humaines

Problèmes posés : quelle est la conséquence de l'érosion sur l'environnement ? Quelle est la part de responsabilité de l'Homme et comment peut-il minimiser son action ?



## RÉFLÉCHISSONS ENSEMBLE

Nous allons prendre comme exemple l'érosion sur le littoral français. Nous rechercherons la part de responsabilité de l'homme sur cette érosion et les actions entreprises pour lutter contre cette érosion.

Visionnez les 5 premières minutes de la vidéo, C'est pas sorcier : « La mer attaque la terre », puis répondez aux questions. [www.youtube.com/watch?v=4ZN\\_6cKyO-Q](https://www.youtube.com/watch?v=4ZN_6cKyO-Q)

1. Où Soulac-sur-Mer est-il situé ?

---

---

2. Comment peut-on voir que la mer gagne sur le continent ?

---

---

---

3. D'où vient le sable qui arrive sur les plages ?

.....

.....

.....

.....

.....

4. Que devient le sable qui part des plages ?

.....

.....

.....

.....

.....

5. Depuis combien de temps, l'équilibre entre les arrivées et les départs de sable sur les plages est-il rompu ?

.....

.....

.....

6. Quelles sont les causes de ce déséquilibre ?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

7. Quelle est la conséquence de ce déséquilibre ?

.....

.....

.....

1. Soulac sur mer est situé sur la côte atlantique au sud de l'estuaire de la Gironde
2. On voit que des bâtiments construits par l'Homme loin de la mer sont maintenant recouverts par celle-ci. Les forêts situées sur les dunes s'effondrent.
3. Le sable est issu de l'érosion de la roche provoquée par les glaciers datant de la dernière période glaciaire. Les glaciers arrachent des particules qui se retrouvent dans les ruisseaux puis dans les cours d'eau et enfin dans les fleuves qui les transportent jusqu'à l'embouchure. Un courant, orienté nord sud sur le littoral atlantique, emporte et dépose le sable le long du littoral.
4. Une partie du sable est soulevée par le vent et transportée à l'intérieur des terres où elle se dépose pour former des dunes. L'autre partie est arrachée par les vagues et entraînée vers le large. Si le sable est récupéré par la dérive littorale, on le retrouvera un peu plus loin sur le rivage. En revanche, s'il n'est pas récupéré, il est définitivement perdu pour les plages.
5. Cette mécanique a fonctionné pendant des millénaires sans qu'un phénomène ne prenne le pas sur l'autre jusqu'à il y a environ 2000 ans. Depuis l'équilibre est rompu : il part davantage de sable qu'il en arrive.
6. Les fleuves charrient moins d'alluvions que par le passé à cause des glaciers : ils sont moins étendus qu'il y a 15000 ans, le travail d'érosion est donc moins important et parce que les hommes ont aménagé le cours des fleuves : ils les ont endigués, ils ont construit des barrages, ils extraient du sable de leur lit. Au final, le volume de sable qui se déverse à l'embouchure des fleuves est moins important. Il y a aussi quelques infrastructures humaines telles que les ports qui bloquent la dérive littorale ce qui empêche la distribution du sable sur le rivage.
7. Il arrive de moins en moins de sable sur la plage alors que les dépôts sont tout aussi importants qu'avant voire plus. La conséquence : La plage se creuse et la mer avance.



L'immeuble le Signal à Soulac-sur-Mer

L'étude du littoral à Soulac-sur-Mer montre l'importance de l'Homme sur l'érosion et l'environnement. Par ses actions, l'Homme limite l'arrivée du sable sur le littoral et favorise l'avancée de la Mer. Intéressons-nous à l'utilisation faite par l'Homme du sable.

**Document 1 : l'utilisation du sable dans les activités humaines. Source Wikipédia.**

Le sable est employé dans de nombreux domaines par les humains. La taille, la nature et la forme plus ou moins arrondie de ses grains en font un matériau de qualité recherché pour la construction.

- En maçonnerie, le sable est utilisé comme agrégat mélangé à un liant comme la chaux ou le ciment.
- En fonderie de métaux ferreux ou alliages légers, les moules peuvent être réalisés en sable aggloméré par des résines ou des argiles, pour couler les pièces.
- En cuisine, il a été utilisé au XIX<sup>e</sup> siècle pour la conservation de la viande.
- Il est utilisé comme matière première du verre.

- Il peut être utilisé pour filtrer les liquides (dont l'eau de piscine, des eaux usées...), des gaz ou de l'air (filtre à sable filtrant les vapeurs d'un four à plomb, ou *filtre à sable* filtrant un air susceptible de contenir des radionucléides accidentellement émis dans l'air d'une installation nucléaire ;
- Du fait de sa facilité de manipulation, il est également employé lorsque l'on a besoin d'acheminer de la matière (peu importe sa nature) dans un endroit, par exemple pour servir de lest ou pour protéger (sac de sable contre les éclats d'explosion et les balles).
- Il est utilisé comme abrasif dans des usines pour nettoyer des pièces métalliques : ce procédé est le sablage.
- Le sable est également un élément important dans le domaine touristique, lorsqu'il est présent sur les plages et les dunes où il est également un élément indispensable à la protection de la côte.
- Il est également utilisé en jet à haute pression pour donner l'effet délavé aux jeans.
- Il sert aussi d'amendement agricole pour à la fois augmenter le pH d'un sol trop acide (ex. : culture maraîchère) et améliorer la texture des terres et apporter de la matière minérale.
- Il sert aussi de défense côtière, pour le rechargement des plages qui cherche à contrecarrer l'érosion, ou pour la création de certaines îles artificielles en particulier celles du golfe Persique.

Document 2 : les conséquences de l'utilisation du sable. Source Wikipédia.

Le sable du désert est constitué de grains trop ronds et trop fins, qui possèdent surtout une surface trop lisse, défavorable à leur agrégation ; il n'est donc pas utilisable pour la construction.

Dans beaucoup de pays, le sable est donc extrait directement des plages, de fonds marins ou de carrières jouxtant les plages. Les besoins en construction de nouveaux bâtiments conduisent souvent à l'extraction sauvage du sable, sans égard pour les conséquences écologiques. Elles sont souvent graves et provoquent la disparition des plages dans certains endroits, la défiguration des paysages et la salinisation des nappes phréatiques. En raison de l'importance des enjeux financiers, les dispositions légales sont parfois contournées, voire tout simplement ignorées.

Au XXI<sup>e</sup> siècle, 75 à 90 % des plages sont menacées de disparition, du fait de l'exploitation humaine ou de la submersion marine.

Les solutions alternatives, dragage des ports et des lits des rivières, engendrent également, en cas d'excès, des conséquences écologiques néfastes. Une autre méthode consiste à concasser des roches tendres pour en faire du sable, mais son coût est plus élevé. Des méthodes de construction plus écologiques peuvent éviter l'utilisation du sable (bois, matériaux composites, acier, recyclage de matériaux, etc.), mais cela ne sera pas possible dans toutes les parties du monde.

En 2018, des chercheurs annoncent être parvenus à réaliser un béton basé sur le sable du désert, présent en abondance, ce qui permettrait d'éviter la pénurie de sable marin attendue.

En utilisant des centrales énergétiques pouvant être solaires, des usines de fusion du sable en brique de verre permettrait de désensabler les déserts de sable qui redeviendrait verdoyant et de construire des serres dans les zones froides avec ces lego de verre.



## RÉFLÉCHISSONS ENSEMBLE

Nous avons vu dans l'activité précédente, que les humains prélevaient du sable. A partir des documents précédents et de vos recherches, répondez aux questions suivantes.

1. Donnez les différentes utilisations que les humains font de ce produit ?

.....

.....

.....

.....



1. D'après le document 1, le sable est utilisé en maçonnerie (fabrication du béton, du ciment...), en fonderie (dans la fabrication des moules), en cuisine (dans la conservation de la viande), dans la fabrication du verre (c'est la matière première), comme abrasif (sablage, blanchiment des jeans). Il peut servir de filtre à différentes substances, de lest pour transporter des produits, d'amendement agricole et pour remblayer les plages et les dunes.

2. D'après le document 2, l'extraction très importante du sable provoque la disparition des plages dans certains endroits, la défiguration des paysages et la salinisation des nappes phréatiques.

3. D'après le document 3, plusieurs solutions sont proposées :

- dragage des ports et des lits de rivières mais cette solution entraîne aussi des conséquences écologiques néfastes
- broyage de roches tendres pour en faire du sable mais le coût est trop élevé
- l'utilisation d'autres produits que le sable (comme le bois, l'acier...) pour la construction mais ce n'est pas possible dans toutes les parties du monde.
- l'utilisation du sable du désert pour fabriquer du béton. En utilisant des centrales énergétiques pouvant être solaires, des usines de fusion du sable en brique de verre permettrait de désensabler les déserts de sable qui redeviendrait verdoyant et de construire des serres dans les zones froides avec ces lego de verre.

4. L'argile est utilisée pour les poteries, les cosmétiques (masques), la fabrication des tuiles. Le grès est utilisé pour la fabrication des pavés, des pierres de construction, des meules à aiguiser.

L'utilisation du sable dans la société est extrêmement importante et variée. On le retrouve notamment dans la construction, dans le nettoyage de pièces métalliques ou le textile. Les conséquences de son utilisation sont importantes et mettent en danger de nombreux écosystèmes.



## POUR ALLER PLUS LOIN

Le sable : enquête sur une disparition – documentaire

De Bombay à la Bretagne en passant par Dubaï, Tanger ou les Maldives, cette passionnante enquête en forme de thriller dévoile une urgence planétaire : la menace qui pèse sur le sable, ressource vitale dont le pillage s'accélère.

[A voir sur Arte.tv ou sur les plateformes légales de streaming](#)



## RÉFLÉCHISSONS ENSEMBLE

Dans les deux activités précédentes, nous avons vu que l'extraction du sable par les humains et l'érosion attaquaient le littoral. Visionnez la suite de la vidéo, C'est pas sorcier : « la mer attaque la terre », [www.youtube.com/watch?v=4ZN\\_6cKyO-Q](https://www.youtube.com/watch?v=4ZN_6cKyO-Q), puis retrouvez les actions entreprises par l'Homme pour ralentir l'érosion du littoral. Ces mesures sont-elles toujours efficaces ?

---

---

---

---

---

A large rounded rectangular box with a dark blue border, containing 25 horizontal dashed green lines for writing.

L'érosion littorale augmente, le réchauffement climatique accentue le phénomène : le nombre de tempêtes augmente. Une des premières mesures à long terme est de reconstruire les habitations plus loin du littoral.

### Les mesures d'urgence :

Pour empêcher le sable de s'envoler, des propriétaires de maison en péril ont disposé des branchages sur la dune.

Un propriétaire d'un camping se trouvant juste au-dessus d'une petite plage a édifié de gigantesques remparts de pierre contre l'assaut des vagues : c'est l'enrochement. Celui-ci, bien qu'il ralentisse l'érosion à court terme, a d'importantes conséquences sur les plages situées justes au sud. Ces plages ne sont plus alimentées en sable par les plages protégées par l'enrochement. Elles s'érodent donc plus rapidement.

### Les solutions douces :

Des brise lames, des digues et des amoncellements de blocs rocheux sont construits mais l'érosion gagne sur les plages aux alentours

L'ONF (office national des forêts) entretient les dunes en installant des barrières pour permettre au sable qui vient de la plage d'être bloqué quand il y a du vent pour reconstituer les dunes qui se végétalisent. Les végétaux retiennent le sable.

Une autre solution douce permet de pallier le manque d'apport en sédiments sur le littoral : elle consiste à prélever du sable en pleine mer et à le déverser sur la plage. Mais ce travail nécessite de réensabler régulièrement.

### Les méthodes expérimentales :

Sur l'étang de Thau, devant la ville de Sète en Languedoc Roussillon, la bande de plage sur le littoral s'appelle le lido sur lequel les dunes de sable ont pratiquement disparu. Thau agglomération, qui regroupe les huit communes de l'étang a lancé de gros travaux : la route a été déplacée, des dunes ont été reconstituées et du sable a été apporté pour engraisser la plage. Aujourd'hui le lido est une belle étendue de sable sur près de 70 mètres de large. Comme l'érosion continuait au nord du Lido, une digue en géotextile a été construite et a été placée 350 mètres du rivage sur plus d'un kilomètre. Cette digue brise la houle et les vagues sont beaucoup moins violentes, elles arrachent moins de sable et même, elles en remontent ce qui permet de freiner l'érosion et d'engraisser la plage.

Pour conserver le sable des plages, les ingénieurs ont placés un système de drain : ce sont de longs tubes, reliés à une pompe, enfouis 2 mètres de profondeur sous la plage. L'eau chargée de sable arrive sur la plage et repart par le drain en laissant le sable sur la plage.



## L'ESSENTIEL

L'être humain utilise de nombreux produits de l'érosion/sédimentation pour ses besoins. Par ailleurs, l'activité humaine peut limiter ou favoriser l'érosion, entraînant des risques importants dans certaines zones du globe.

Des mesures d'aménagement spécifiques peuvent limiter les risques encourus par les populations humaines.



## POUR ALLER PLUS LOIN

Le dessous des cartes - épisode Le sable en voie de disparition

Matière première la plus utilisée au monde après l'eau, le sable est partout : dans les déserts, les mers et les rivières. Pourtant, on en manque de plus en plus. Avec des gros plans sur le Cap-Vert, Singapour, le Viêtnam, l'Inde ou la Bretagne, Le Dessous des cartes fait le tour d'une problématique aux multiples enjeux : économiques, écologiques, géopolitiques et même criminels.

[A voir sur Arte.tv ou sur les plateformes légales de streaming](#)

## LE TEMPS DU BILAN

- Les paysages qui nous entourent évoluent au cours du temps. Les reliefs, surtout dans les zones montagneuses, s'aplanissent. Cette évolution est issue d'un phénomène appelé « l'érosion » (ablation et transport des produits de l'altération). Celle-ci a pour facteur principal l'eau. Cette dernière est aussi à l'origine du phénomène d'altération (modification physique et chimique des roches).
- La différence essentielle entre érosion et altération est le mouvement de la roche. L'altération se produit lorsque la roche étant sollicitée reste stationnaire. Lorsque la roche (ou une partie de la roche) se déplace, le processus est appelé érosion.
- Il existe deux types d'altération :
  - l'altération mécanique (ou physique) qui affecte la structure physique de la roche
  - l'altération chimique qui affecte la composition de la roche et de ses minéraux. Dans ce cas-là, l'eau provoque la dissolution de certains minéraux (comme notamment le carbonate de calcium présent dans le calcaire). Cependant l'impact de l'eau ne s'arrête pas là puisqu'elle provoque aussi la modification de la structure de la roche. Cette modification entraîne notamment la disparition de certains minéraux (les feldspaths et les micas du granite) et la formation d'autres minéraux (les argiles).
- Plusieurs facteurs impactent l'altération des roches :
  - la nature des roches :
    - la composition d'une roche varie et les minéraux, qui la composent, réagissent différemment à l'action de l'eau
    - la cohérence des roches est un facteur majeur. Certaines seront friables (cohérence peu importante) et se désagrégeront plus facilement sous l'action de l'eau alors que d'autres, plus cohérentes, présenteront une grande résistance à l'altération.
  - le climat : les chocs thermiques (différence de température importante entre des nuits froides et des journées chaudes) ont une influence non-négligeable sur l'altération. La succession de phénomènes de gel et de dégel impacte aussi cette altération.
  - la présence de végétation : les racines des végétaux peuvent s'immiscer dans les diaclases et agrandir les fissures. Ces racines peuvent aussi agir lors de l'altération chimique en sécrétant des substances acides dans les diaclases.
- Les produits de cette altération peuvent avoir des formes physiques différentes. On trouve des ions solubles, ainsi que des débris solides de tailles variables. Ceux-ci restent rarement sur place et sont évacués et transportés, parfois très loin de leur lieu d'origine par l'eau, parfois jusqu'à la mer. Lorsque la pente et la vitesse du courant diminuent, les particules se déposent, par ordre décroissant de leur taille. Elles forment alors des sédiments qui s'accumulent dans le lit des rivières ou au fond des mers. Cette sédimentation participe aussi à la modification des paysages.
- Les sédiments détritiques se déposent dans différents milieux de sédimentation : continentaux (lacs, deltas, fleuves, etc...) et marins. Avec le temps, les sédiments se déposent les uns sur les autres.
- Cet empilement provoque le phénomène de diagénèse :
  - les dépôts successifs conduisent à un enfouissement en profondeur des sédiments des couches inférieures. La pression s'exerçant sur ceux-ci augmente. Ils perdent de l'eau et subissent une compaction.
  - les sédiments subissent également un processus de cimentation : un liant (ciment) se met en place, fixant ainsi les éléments entre eux.

- La compaction et la cimentation consolident les sédiments qui se transforment ainsi en roches sédimentaires détritiques.
- En fonction de la nature des sédiments, on distingue différentes catégories de roches sédimentaires détritiques :
  - les conglomérats, issus de particules de la taille des graviers et de celle des galets
  - les grès, issus de particules de la taille des grains de sable
  - les pélites, formées de particules très fines
- Selon le principe de l'actualisme (pilier de la géologie moderne), les mêmes causes produisent toujours les mêmes effets et ce, quelle que soit la période géologique étudiée. Il est donc possible d'utiliser des observations géologiques actuelles pour étudier la formation de roches anciennes. L'application de ce principe permet de reconstituer l'environnement dans lequel des roches détritiques se sont formées. La forme des particules (arrondi, sphéricité), leur classement et leur taille révèlent les modalités de leur transport. Parfois, les figures sédimentaires témoignent du milieu de sédimentation (effets des marées, par exemple)
- L'exploitation actuelle de matériaux sédimentaires dans l'environnement a souvent des conséquences sur l'érosion, le transport et la sédimentation.
- Le prélèvement du sable constitue un enjeu économique majeur puisque le sable est indispensable de nombreux matériaux de construction (béton, verre...). Ce sable est prélevé dans les cours d'eau du monde entier. Son prélèvement étant supérieur aux apports sédimentaires, cette ressource si importante s'épuise. Les barrages, construits pour fournir de l'électricité, bloquent en partie le transport des particules sédimentaires. Ces deux exemples d'activités humaines favorisent donc l'érosion.
- Les côtes rocheuses ou sableuses sont soumises à l'érosion. Dans certaines régions, l'érosion n'est pas compensée par les apports sédimentaires des cours d'eau et le trait de côte recule. Des mesures de protection ont été réalisées pour ralentir ce phénomène : des plages sont réensablées, des digues sont construites, des dunes sont végétalisées.
- Des plans de prévention des risques (PPR) réglementent l'urbanisme : la construction de nouveaux quartiers est autorisée dans les zones où le risque est plus limité.

Abordons maintenant une série d'exercices, afin de vérifier vos connaissances.  
Les exercices ont été classés dans un ordre d'approfondissement croissant.  
Les réponses aux exercices se trouvent en fin de manuel.



Répondez à ces quelques questions à choix multiple.

1. L'érosion :
  - a) est synonyme d'altération
  - b) correspond à l'ablation et au transport des produits de l'altération
  - c) affecte toutes les roches de la même manière
  - d) agit uniquement sur le granite
  
2. L'altération :
  - a) renforce la cohérence de la roche
  - b) affecte toutes les roches de la même façon
  - c) correspond à une modification physique et chimique des roches
  - d) est la transformation de sédiments en roche
  
3. L'altération physique :
  - a) est synonyme d'altération mécanique
  - b) correspond à l'hydrolyse des minéraux d'une roche
  - c) est favorisée par les sécrétions acides des végétaux
  - d) est responsable de la dissolution de certains minéraux
  
4. Les produits de l'altération :
  - a) sont tous transportés jusqu'à l'océan
  - b) restent sur le lieu de leur formation
  - c) sont tous sous forme solubles
  - d) sont transportés et déposés en fonction de leur taille
  
5. Les roches qui composent un paysage :
  - a) ne subissent pas l'érosion
  - b) subissent l'érosion mais pas l'altération
  - c) sont toutes des roches sédimentaires
  - d) se fragmentent lors de l'érosion
  
6. Les roches sédimentaires détritiques :
  - a) se forment loin de leur dépôt
  - b) proviennent de particules consolidées puis érodées
  - c) sont toutes identiques
  - d) enregistrent de nombreuses informations sur leur environnement au moment de leur formation
  
7. La diagénèse est :
  - a) l'ensemble des processus d'altération des roches sédimentaires
  - b) la transformation des sédiments en roche sédimentaire
  - c) le transport des produits de l'érosion par l'eau
  - d) la reconstitution d'un environnement passé
  
8. Le principe d'actualisme
  - a) permet de caractériser des mécanismes anciens à partir de l'observation de processus actuels
  - b) permet de reconstituer un environnement présent partir d'un environnement passé
  - c) énonce que les mêmes causes peuvent avoir des conséquences différentes
  - d) énonce que les lois physiques et chimiques ont changé au cours du temps

## EXERCICE

02

Vrai ou Faux ?

	V / F
1. L'eau est le principal agent de l'érosion	
2. Les végétaux réduisent l'altération des roches	
3. L'altération est la modification chimique et physique des roches	
4. Au cours du transport, quand la force du courant diminue, les particules les plus petites se déposent en premier	
5. Tous les paysages sont composés de roches granitiques	
6. L'être humain peut limiter ou favoriser l'érosion	

## EXERCICE

03

Faites des phrases cohérentes à partir des mots suivants.

ablation – produits - érosion – altération – transport

.....

.....

physique - altération – chimique – roches – modification

.....

.....

pente – taille - vitesse du courant - particules – eau – distance

.....

.....

altération chimique – calcaire – dissolution – eau – minéraux

.....

.....

nature des roches – altération – climat – végétation

.....

.....

## EXERCICE

04

Restitution de connaissances. Expliquez le phénomène d'altération. Vous préciserez les facteurs dont elle dépend et la différence qui existe avec l'érosion.

.....

.....



## EXERCICE

06

Altération et érosion contribuent à l'effacement des reliefs. Les produits du démantèlement sont transportés sous forme solide ou soluble, le plus souvent par l'eau, jusqu'en des lieux plus ou moins éloignés où ils se déposent (sédimentation). Le document ci-dessous présente les conditions de transport et de sédimentation des particules issues de l'érosion.

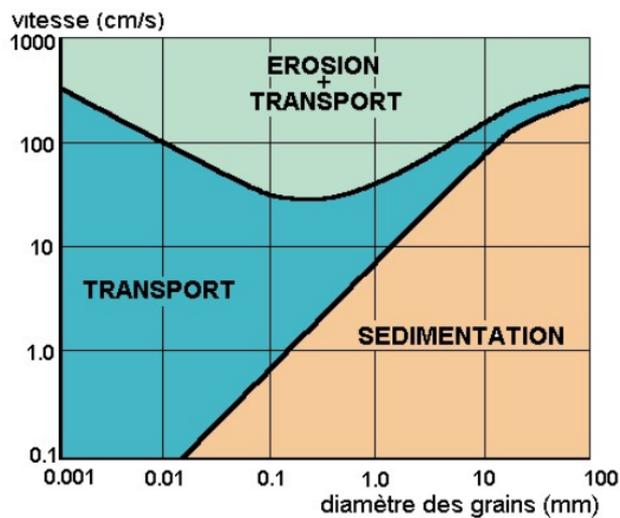


Diagramme de Hjulström

1. A partir du diagramme, cochez la bonne réponse :

**1- Une particule de 0, 1 mm :**

- a. est transportée par un courant à la vitesse de 0,2 cm/s
- b. sédimente quelle que soit la vitesse du courant
- c. est transportée par un courant à la vitesse de 10 cm/s

**2- Les particules inférieures à 0,01 mm :**

- a. nécessitent une vitesse du courant supérieure à 1 cm/s pour sédimenter
- b. nécessitent une vitesse du courant inférieure à 100 cm/s pour être érodées
- c. sont transportées par un courant à la vitesse de 10 cm/s

**3- Le transport et la sédimentation d'une particule dépendent :**

- a. uniquement de la dimension de cette particule
- b. de la dimension de cette particule et de la vitesse du courant
- c. uniquement de la vitesse du courant

2. Pour une particule de 1mm de diamètre, trouvez les vitesses du courant pour laquelle elle est érodée et transportée, juste transportée et pour laquelle elle sédimente.

.....

.....

.....

.....

3. Quelles tailles de particules un courant de 10 cm/s peut-il transporter ?

.....

.....



**Mise en relation de documents.**

**Document 1 : histoire géologique de Zion canyon**

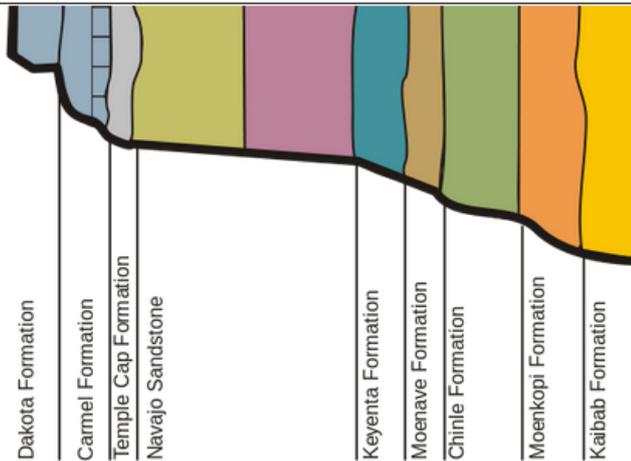
Le parc national de Zion est un parc national américain situé dans le Sud-Ouest de l'État de l'Utah aux États-Unis. Le sol de la région des canyons de Zion est constitué de neuf formations géologiques superposées. Cet empilement de roches représente 150 millions d'années de sédimentation (de 270 à 130 millions d'années). Les dépôts de sédiments, qui sont à la base des roches sédimentaires dans la région de Zion, se sont formés dans des mers chaudes, lacs, rivières, déserts ou dans un environnement côtier.

Au fil des années, ces couches sédimentaires se sont transformées en roches. Les sédiments marins carbonatés se sont transformés en roches calcaires tandis que les dépôts sableux des déserts se sont transformés en grès. Les sédiments étant composés de différents minéraux, les roches actuelles sont colorées en fonction de ceux-ci. Par exemple, la couleur rougeâtre est obtenue grâce à la présence d'oxydes de fer. Par la suite, les couches géologiques ont été soulevées par le déplacement des plaques tectoniques. Situées au départ au niveau de la mer, les couches se sont élevées à près de 3 000 mètres d'altitude.

**Document 2 en page suivante :** tableau représentant le profil stratigraphique du parc et les conditions de formations des roches.

Strate	Apparence	Ex de site	Sédimentation	Roche	Photo
Formation de Dakota	Falaise	En haut de <i>Horse Ranch Mountain</i>	Cours d'eau	Conglomérat et grès	
Formation de Carmel	Falaise blanc jaunâtre	<i>Mt. Carmel Junction</i>	Mer peu profonde et désert côtier	Calcaire, grès et gypse	
Formation de Temple Cap	Falaises	En haut de <i>West Temple</i>	Désert	Grès blanc à rosé	
Grès de Navajo	Falaises de 490 à 670 m d'épaisseur (oxydes de fer)	Falaises du <i>Zion Canyon</i>	Dunes (390 000 km <sup>2</sup> -érosion éolienne)	Grès blanc à rouge	
Formation de Kayenta	Versants rocheux beige rosé	Canyon	Cours d'eau	Grès et limon	
Formation de Moenave	Rochers rougeâtres	<i>Zion Human History Museum</i>	Cours d'eau et étangs	Calcaire et grès	
Formation de Chine	Versants violets	<i>Rockville</i>	Cours d'eau	Argile schisteuse et conglomérat	
Formation de Moenkopi	Falaises marron et strates blanches	De <i>Virgin à Rockville</i>	Mer peu profonde	Schiste, calcaire, limon, argille, grès	
Formation de Kaibab	Falaises	<i>Hurricane Cliffs</i>	Mer peu profonde	Calcaire jaune grisâtre	

Coupe stratigraphique du parc.



**Document 3** : formation de Keyenta.



**Document 4** : définition d'un limon et d'un grès.

Un **limon** est une formation sédimentaire dont les grains sont de taille intermédiaire entre les argiles et les sables c'est-à-dire entre 2 et 63 micromètres. Un dépôt majoritairement limoneux peut être qualifié de limon. Le limon est l'ultime produit de l'érosion fluviale des roches du bassin versant des rivières. Les particules limoneuses sont ainsi constituées de débris très fins de quartz, de mica et de feldspath, voire de minéraux argileux.

Le **grès** est une roche sédimentaire détritique, issue de l'agrégation de grains de taille majoritairement sableuse (0,063 mm à 2 mm) et consolidé lors de la diagenèse. Les grains constituant le grès sont issus de l'érosion de roches préexistantes qui déterminent en grande partie sa composition, principalement constitué de quartz et feldspath. Selon le degré de cimentation et sa composition, il peut s'agir d'une roche très friable à cohérente.

**A partir des documents et de vos connaissances, répondez aux questions suivantes.**

1. Quand le parc Zion s'est-il formé ? (Document 1).

.....

2. Quelles roches identifiez-vous dans la formation de Keyenta ? (Document 2).

.....

.....

3. Retrouvez les strates correspondant à ces deux roches à partir de leur différence d'érosion (documents 3 et 4). Aide : Utilisez la méthode : « je vois que, je sais que, j'en déduis que » pour répondre à cette question.

.....

.....

.....

.....

.....

4. Quel est leur milieu de sédimentation ? (Document 3).

.....

5. Expliquez la couleur rose de l'une de ces deux roches (document 1).

.....

.....

.....

6. La formation de Keyenta s'est-elle formée avant ou après la formation de Moenave ? (document 2). Sur quel principe vous appuyez-vous pour répondre à cette question ? Expliquez.

*Aide : Utilisez la méthode : « je vois que, je sais que, j'en déduis que » pour répondre à cette question.*

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



Vous pouvez maintenant  
faire et envoyer le **devoir n°1**

