

**SOUTERROSCOPE DES
ARDOISIÈRES
DE CAUMONT L'ÉVENTE**

DOSSIER PÉDAGOGIQUE

**Cahier enseignants
Niveau secondaire**

SOMMAIRE

Avant propos.....	3
Le parcours des temps géologiques (1/2).....	4
Le parcours des temps géologiques (2/2).....	5
Le plan du souterrroscope.....	6
Le cycle de l'eau.....	7
L'eau dans le bocage normand (1/2).....	8
L'eau dans le bocage normand (2/2).....	9
La nappe phréatique aux ardoisières de Caumont	10
La naissance des ardoises de Caumont l'Eventé.....	11
Les propriétés des ardoises	13
L'extraction des ardoises à Caumont l'Eventé.....	14
Le monde souterrain et les spéléologues	16
L'industrie souterraine en Basse-Normandie.....	17
L'arc en Terre - l'arc en ciel.....	18

Avant propos

Ce **guide pédagogique** particulièrement destiné aux élèves de l'enseignement secondaire accompagne l'ouverture d'un **nouveau circuit de visite au souterroscope** des ardoisières de Caumont l'Eventé. Unique site souterrain normand aménagé pour le public, cette **majestueuse carrière d'ardoises du XIX^e siècle** propose en toute sécurité et sous forme automatique une **immersion inoubliable** au cœur d'un **patrimoine exceptionnel**. S'appuyant sur la **richesse sensorielle** et la qualité des **observations** inspirées par le site, le renouvellement du parcours de visite a été mené autour des **trois grands thèmes** réunis sur place :

- **l'ardoise**, Géologie, Histoire et techniques de l'extraction des ardoises normandes ;
- **les nappes phréatiques** dans le bocage et leurs relations avec le circuit de l'eau en surface ;
- **le monde souterrain**, caractéristiques physiques, exploration, trésors minéraux...

Ce **guide** peut être fourni aux enfants avant la visite mais il a surtout été conçu pour être exploité **a posteriori** en salle ou sur le site lui-même. Présenté sous forme de **fiches thématiques**, il offre des pistes de travail aux enseignants qui pourront l'utiliser partiellement ou en totalité selon les niveaux, les projets pédagogiques, l'avancement dans le programme...

Construite pour le grand public autant que pour les scolaires, la visite n'exige **pas de pré-requis**. Cependant la densité et la diversité des informations fournies en une heure font qu'une **introduction** aux thèmes suivants facilitera son **exploitation pédagogique** :

- les états de **l'eau**, le cycle de l'eau ;
- les **âges de la Terre** ;
- la **tectonique des plaques**, quelques noms de roches.






La **connaissance des termes** suivants est également souhaitable : bocage, Massif armoricain, vertical ou horizontal, photosynthèse.






Ce guide pédagogique est évolutif et votre expérience d'enseignant irremplaçable. Nous vous remercions par avance pour toute proposition ou simple remarque que vous inspirerait son utilisation et qui aiderait à son amélioration.

Bonne visite...

Le parcours des temps géologiques (1/2)

- Les dessins et petits textes ci-dessous racontent les grandes étapes de l'histoire de la Terre. Remets les dans l'ordre en les numérotant de 1 à 5 (un texte correspond à une image).

 <p>2 Les océans peuvent se former car la température est assez basse pour que l'eau existe à l'état liquide</p>	 <p>1 La Terre achève sa croissance sous l'effet d'un intense bombardement de météorites</p>
 <p>5 La vie explose dans toute sa diversité</p>	 <p>4 L'atmosphère est devenue respirable et la couche d'ozone protège la Terre des radiations du soleil</p>
 <p>3 Les continents se forment et les bactéries commencent à rejeter de l'oxygène dans l'atmosphère</p>	

Le parcours des temps géologiques (2/2)

L'histoire de la Terre est si longue qu'il est très difficile pour nous de même l'imaginer. En rapportant cette histoire à une distance de 100 mètres, le parcours des temps géologiques du souterroscope essaie de nous y aider. On s'aperçoit que la vie évoluée s'est développée tardivement. Par exemple les organismes que nous connaissons sont apparus sur Terre au cours du dernier dixième de son histoire.

- Réponds par vrai ou par faux à ces affirmations

V

Les plus anciens êtres vivants sont tellement petits qu'on ne peut pas les voir à l'œil nu

F

Les dinosaures sont apparus dès que les continents ont émergé

V

Si l'histoire de la Terre représente 100 mètres, notre espèce humaine homo sapiens représente 1 millimètre.

V

Ce sont les bactéries qui ont produit l'oxygène de l'atmosphère

F

Au début, la vie est apparue sur les continents

La vie terrestre telle que nous la voyons a été permise par la présence d'oxygène dans l'atmosphère. Celui-ci a été produit par les bactéries qui ont inventé la photosynthèse.

- Peux-tu citer les 3 éléments de l'environnement qu'elles ont utilisé pour cela ?

Dioxyde de carbone, eau et énergie solaire

- Quelle grande famille d'organismes vivants utilisent la photosynthèse ?

Les plantes

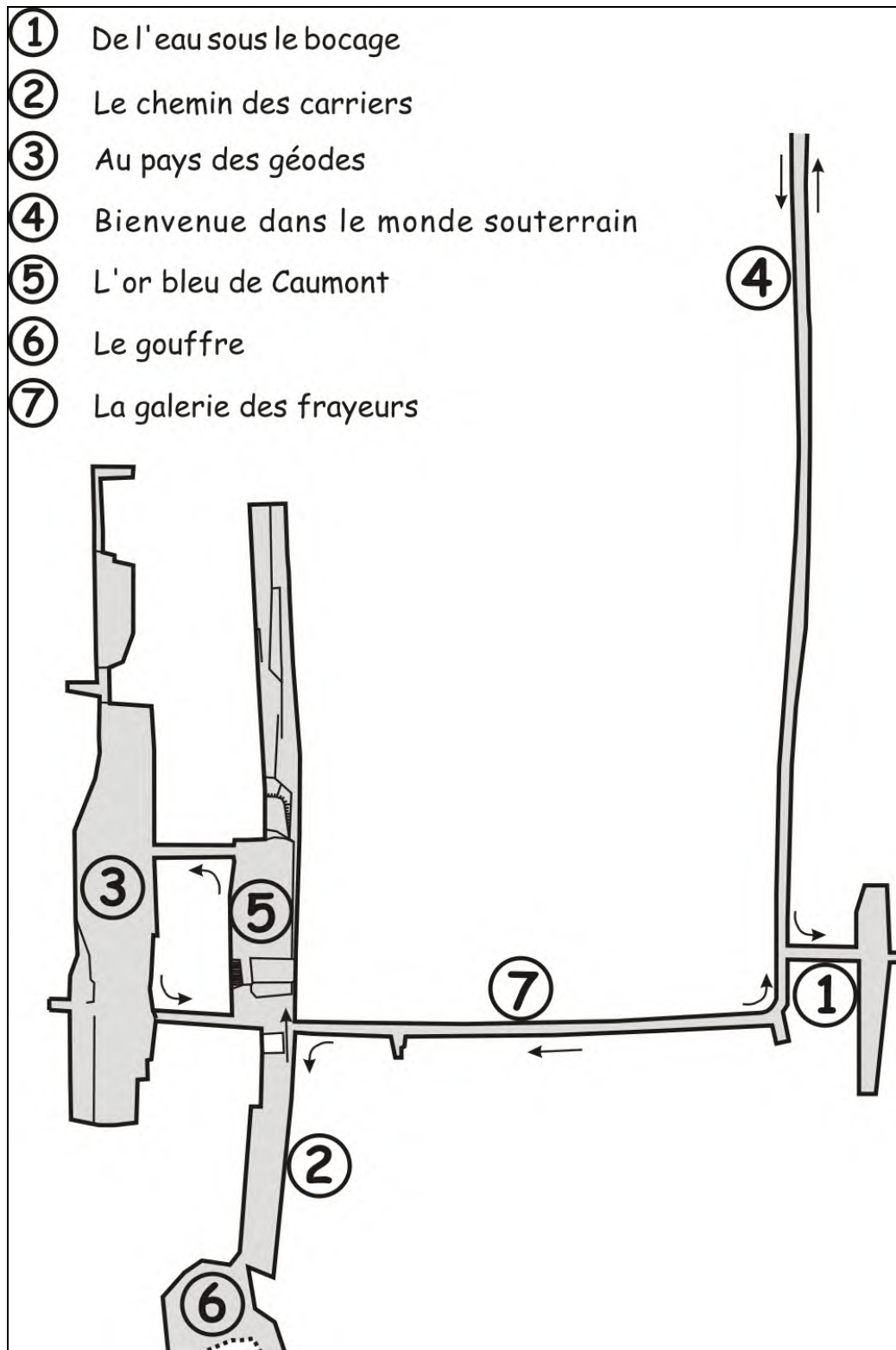
Suggestion

Mettre en perspective la disparité des échelles de temps entre l'histoire de la Terre et l'histoire de l'homme. Peuvent être exploitées par exemple les valeurs données dans le parcours des temps géologiques (longueur totale 100 m) :

- *les dinosaures apparaissent à 5 mètres cinquante et disparaissent à 1 mètre quarante du pont ;*
- *les plantes à fleurs apparaissent à 3 mètres soixante dix ;*
- *La célèbre australopithèque Lucy vit à 6 centimètres ;*
- *notre espèce humaine homo sapiens apparaît à seulement 1 millimètre ;*
- *et l'an 0 se situe à 4 centièmes de millimètres.*

Le plan du souterrroscope

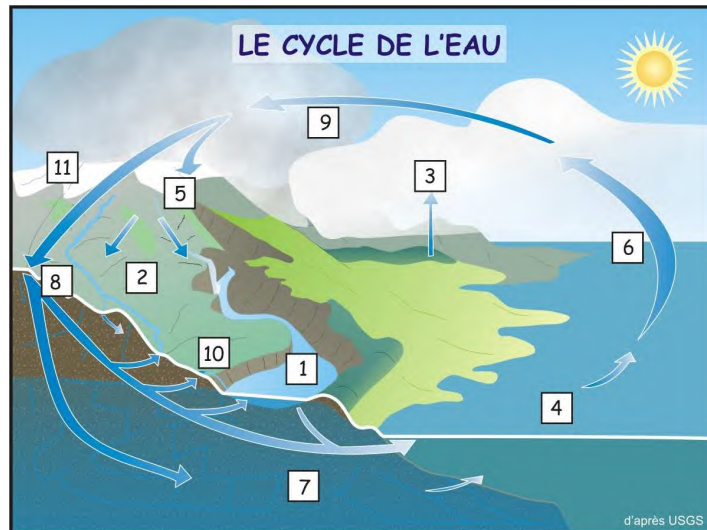
- Repère les différentes étapes de ta visite et note sur le plan les numéros correspondant aux différents sites



Le cycle de l'eau

Sur terre, grâce à l'énergie du soleil, l'eau circule sans cesse selon un cycle. Cela veut dire que la quantité d'eau est globalement toujours la même mais que selon l'endroit où l'on se trouve, elle peut varier.

- Remplace les étapes du cycle de l'eau dans le dessin par leur numéro.



- | | | | | | |
|---|--------------------------|---|-----------------------|----|--------------|
| 1 | Les rivières et les lacs | 5 | Les précipitations | 9 | Les nuages |
| 2 | Ruissellement | 6 | Evaporation | 10 | Source |
| 3 | Evapotranspiration | 7 | Ecoulement souterrain | 11 | Les glaciers |
| 4 | Les océans | 8 | Infiltration | | |

- Remplace dans la phrase ci-dessous les mots suivants : nuages, s'écoule, condense, s'évapore, pluie

Sous l'action du soleil, l'eau des océans s'évapore dans l'atmosphère. En se refroidissant, elle condense pour former les nuages puis retomber sur la Terre sous forme de pluie, de neige ou de grêle. Là, elle s'écoule vers les océans soit par les rivières et les fleuves soit par les sols et les nappes phréatiques.

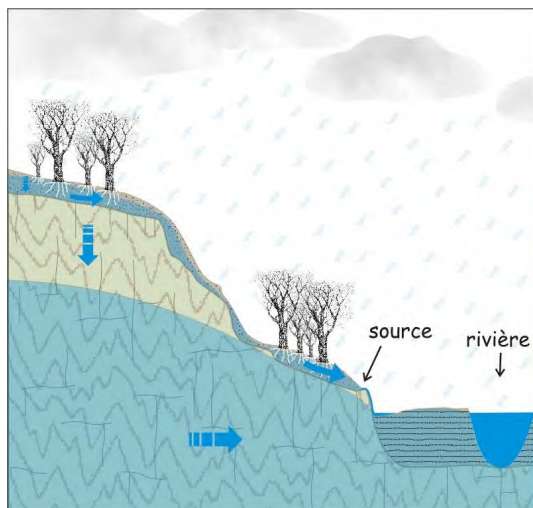
Suggestion

Bien insister sur les grands principes du cycle de l'eau : quantité globale constante, moteur solaire et mouvement perpétuel. Discuter des relations entre réservoirs souterrain et de surface (pertes, résurgences, sources, zones humides...)

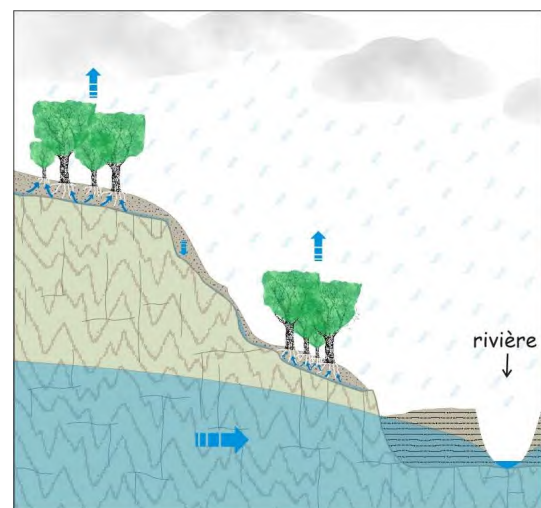
L'eau dans le bocage normand (1/2)

Dans le bocage normand, les roches sont peu perméables. Donc quand il pleut, la quasi totalité de la pluie s'infiltré dans les sols. Puis, lorsque l'eau parvient à la limite entre sols et roches, son infiltration en profondeur est ralentie et une grande partie s'écoule latéralement vers la rivière. Pendant l'été, la végétation joue aussi un rôle très important en captant l'eau qui s'infiltré.

- Dans les schémas ci-dessous, place des flèches montrant la circulation de l'eau.



HIVER



ÉTÉ

Hiver :

- infiltration des pluies dans les sols
- écoulement latéral dans les sols
- infiltration vers les nappes
- écoulement des nappes

Eté :

- infiltration dans les sols
- prélèvements par la végétation
- transpiration de la végétation
- écoulement des nappes

Suggestion

Bien insister sur les connexions entre les cours d'eau de surface et les eaux souterraines.

L'eau dans le bocage normand (2/2)

- **Vrai ou faux**

F

Les nappes phréatiques sont alimentées toute l'année

V

Sur une année, presque 70% de l'eau des rivières provient du ruissellement à l'intérieur des sols

V

L'été, les rivières sont alimentées par les seules nappes phréatiques

F

L'été, la végétation prélève une petite part de l'eau des pluies

- **En te basant sur les informations que tu viens de recueillir, explique ce qui se passerait dans les rivières s'il ne pleuvait pas pendant l'hiver.**

S'il ne pleuvait pas pendant l'hiver, la nappe phréatique ne remonterait pas et donc ne pourrait pas s'écouler vers la rivière l'été suivant. La rivière serait à sec.

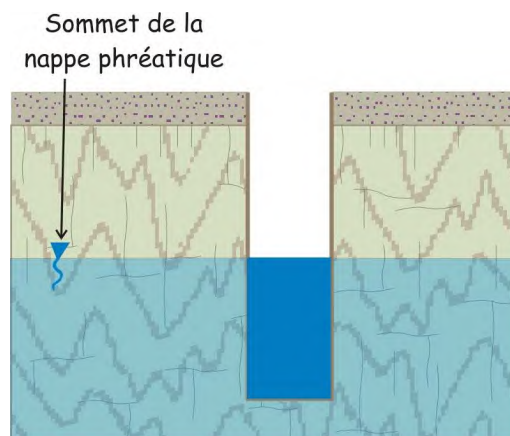
Suggestion

Montrer l'aspect saisonnier du cycle de l'eau dans le bocage avec notamment le rôle de la végétation qui entraîne une période d'alimentation des nappes et une période de vidange. Ainsi, les sécheresses estivales sont elles annoncées dès la fin de l'hiver avec la possibilité de les anticiper avec des restrictions d'eau bien avant le tarissement des cours d'eau.

La nappe phréatique aux ardoisières de Caumont

Comme toutes les industries souterraines, l'extraction des ardoises du bocage s'est heurtée au problème de l'eau souterraine : à partir d'une certaine profondeur, les galeries recoupent le niveau de la nappe phréatique et se remplissent d'eau. Le puits à eau illustre l'utilisation de ce phénomène.

- Sur le schéma ci-dessous, représente le niveau d'eau dans le puits.



- A partir de ce dessin, explique en une phrase pourquoi on trouve des lacs au souterroscope

On trouve des lacs au souterroscope car les galeries recoupent le niveau de la nappe phréatique.

- Les cartes d'altitude de nappe phréatique sont très utiles pour comprendre comment l'eau souterraine circule. De quelles données a-t'on besoin pour les dresser à partir des puits existant en surface ?

On a besoin de l'altitude à la surface des puits et du niveau de l'eau dans les puits :

Altitude de la nappe en un point = altitude du puits - profondeur de l'eau

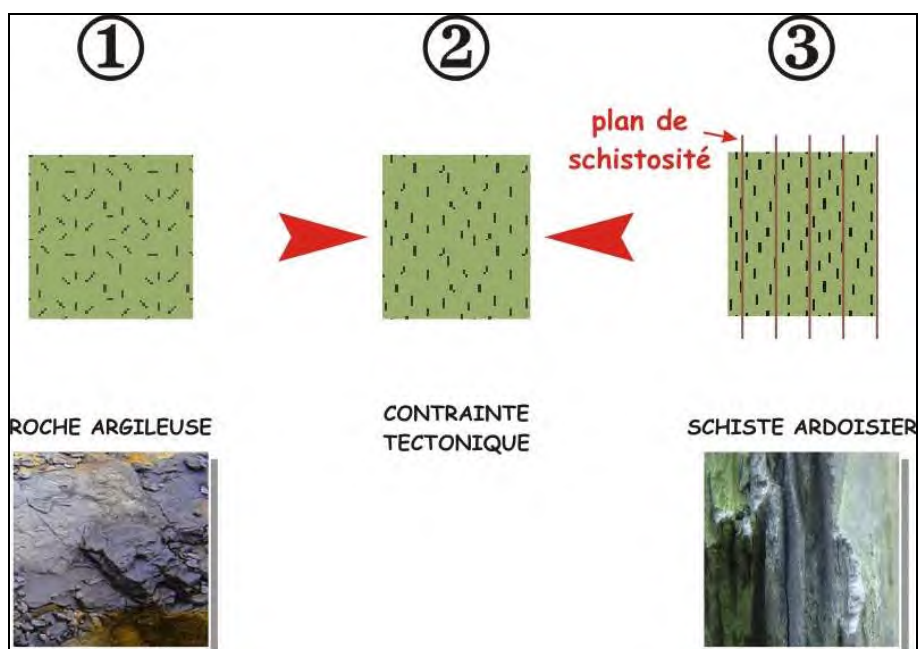
Suggestion

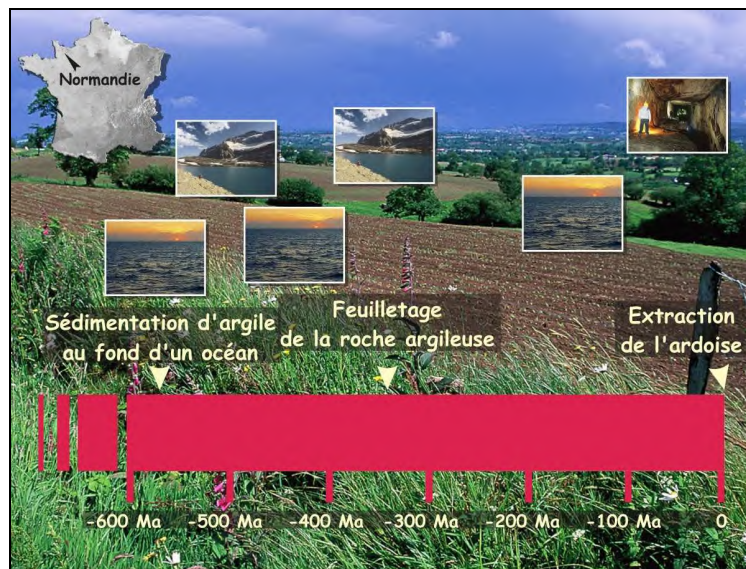
Bien faire la relation avec les observations des plans d'eau du souterroscope où l'on observe la nappe.

La naissance des ardoises de Caumont l'Eventé



Les ardoises sont extraites d'une roche appelée schiste ardoisier dans laquelle tous les petits minéraux sont alignés ce qui explique son aspect feuilleté. A l'origine, il s'agit d'une roche sédimentaire argileuse (formée de l'accumulation de sédiments boueux) qui s'est transformée sous l'effet de contraintes tectoniques. Ces contraintes sont dues au fait que les continents se déplacent à la surface de la Terre : lorsqu'ils s'écartent cela crée un océan et lorsqu'ils rentrent en collision cela crée des montagnes.





- Des paysages variés se sont succédés en Normandie pour qu'on retrouve aujourd'hui des ardoises à Caumont l'Eventé. Replace chaque paysage en face de chaque événement.

Événement	Paysage
Les boues apportées par les fleuves se déposent au fond de l'eauUn océan.....
Les continents se rapprochent jusqu'à refermer l'océan	Des plages secouées de tremblements de Terre
La roche argileuse est comprimée et se transforme en ardoiseDes montagnes.....
Les montagnes s'usent et l'ardoise se rapproche de la surface	Des torrents et des rivières

Paysages : des montagnes, des plages secouées de tremblements de Terre, des torrents et des rivières, un océan

Suggestion

Une roche raconte une histoire. Ici pour les ardoises, celle d'un océan et de montagnes disparus. Cela illustre la dynamique terrestre qu'il est difficile de percevoir à notre échelle. Seuls les événements catastrophiques le permettent : tremblements de terre, volcans, tsunamis

Les propriétés des ardoises

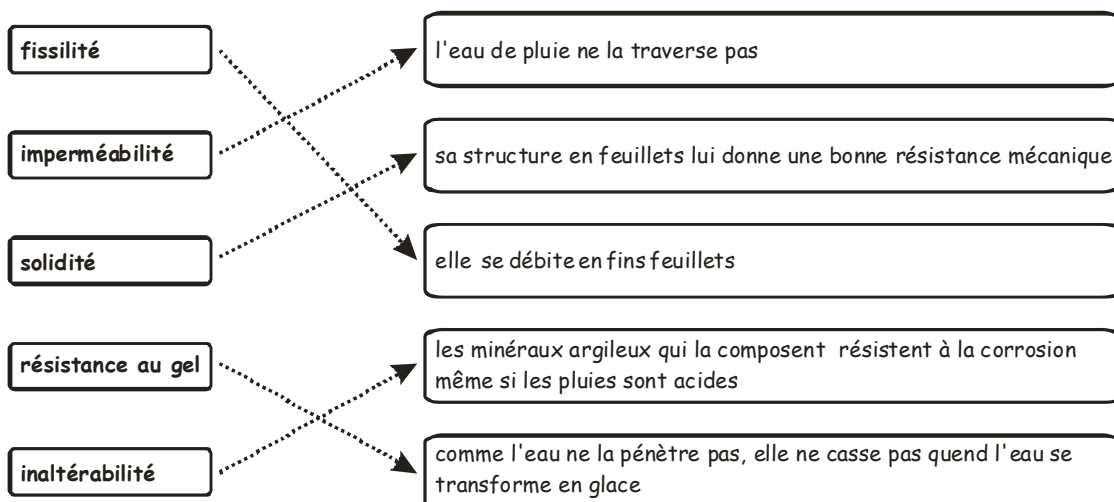
Depuis la préhistoire, les hommes ont utilisé l'ardoise pour ses propriétés remarquables :

- fissilité en plaques fines ;
- résistance ;
- imperméabilité.

En Normandie, l'utilisation en couverture commence au moyen âge (château de Caen par exemple). Au XIX^e siècle, son utilisation pour couvrir les maisons se répand. Elle est aussi utilisée pour l'essentages de murs ou dans la maçonnerie lorsqu'elle est trop épaisse.



- Relie la propriété de l'ardoise à son explication.

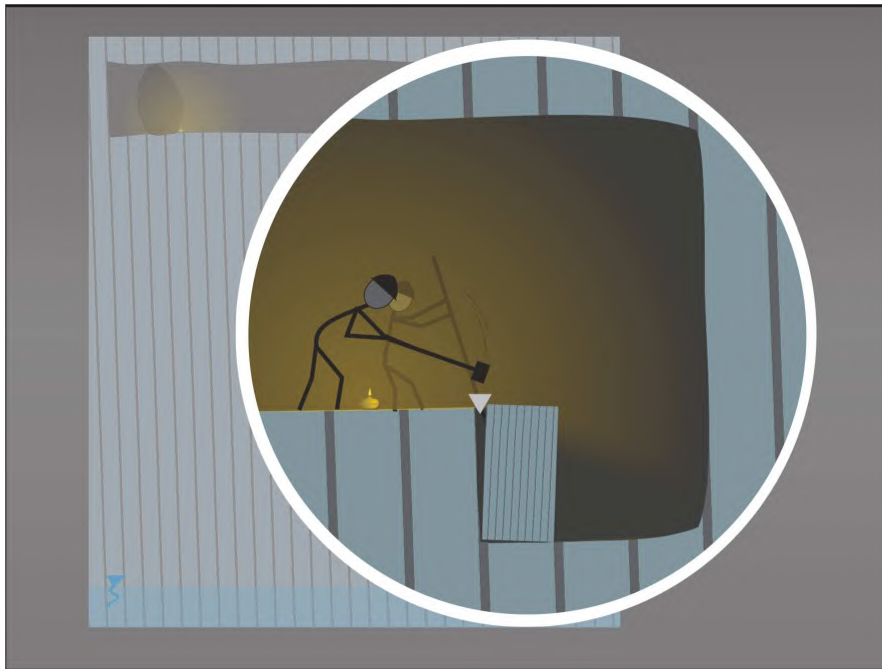


Suggestion

Montrer qu'à l'époque industrielle de Caumont, l'ardoise était localement le meilleur compromis économique pour la couverture des bâtiments. On peut ici aborder la relation entre développement économique et gestion des ressources naturelles.

L'extraction des ardoises à Caumont l'Eventé

Au XIX^e siècle, avec l'essor des couvertures en ardoises qui remplacent le chaume, les sites de Normandie où l'ardoise est la meilleure connaissent une véritable industrialisation. Entre la qualité de l'ardoise qui s'améliore avec la profondeur et les difficultés liées à l'eau omniprésente dès qu'on dépasse les 30 m sous la surface (niveau de la nappe phréatique), le meilleur compromis est d'exploiter les gisements juste au dessus de l'eau. C'est à cette époque que les exploitations deviennent souterraines. La technique employée est descendante : les carriers dégagent une galerie puis décollent les blocs de schistes sous leurs pieds. Petit à petit sont creusées les immenses salles souterraines que l'on visite aujourd'hui au souterroscope. Les contraintes du milieu souterrain et les moyens techniques de l'époque font que cette industrie reste assez manuelle.

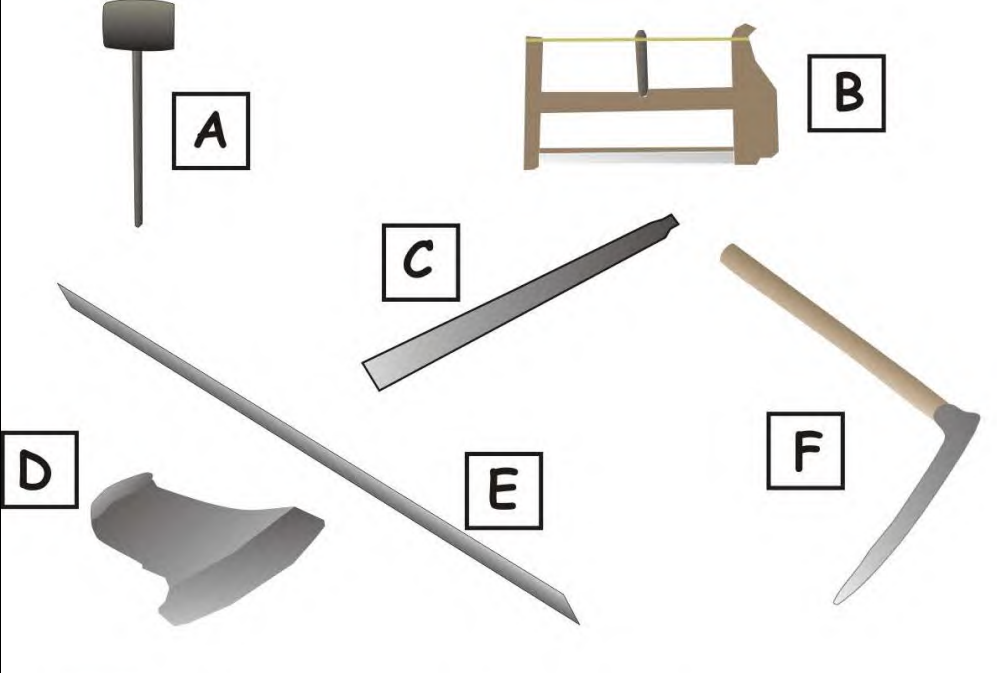


- Remplace dans la phrase ci-dessous les mots suivants :

leviers, plaques, saignée, gradins, pics

Les carriers arrivent par le haut et creusent à l'aide de grandes barres métalliques, de pics, et d'explosif une première galerie qui leur permet de reconnaître la qualité de l'ardoise. Ensuite, après le creusement d'une saignée, les plaques d'ardoise sont décollées avec des pinces, des leviers ou des coins métalliques et progressivement, plusieurs gradins, sont creusés.

- Retrouve les noms des outils des ardoisiers ci-dessous en replaçant la bonne lettre en face de sa définition.



A Le maillet de fendeur - Utilisé en surface, ce maillet en bois associé au burin servait à séparer les fendis (ardoises les plus fines)

D Le rabattoir - En le frappant avec une masse, ce burin monobloc pouvait être utilisé comme coin pour abattre les blocs de schiste

C La douge - utilisé en surface, ce long burin servait à décoller les fendis sans les casser.

F Le pic d'ardoisier - il était utilisé pour l'extraction des dalles d'ardoise.

E L'aiguille : cette longue barre d'acier acérée aux deux bouts était utilisée pour creuser le massif de schiste

B La scie à ardoises - utilisée en surface pour le quernage (débitage des dalles en petits blocs)

Suggestion

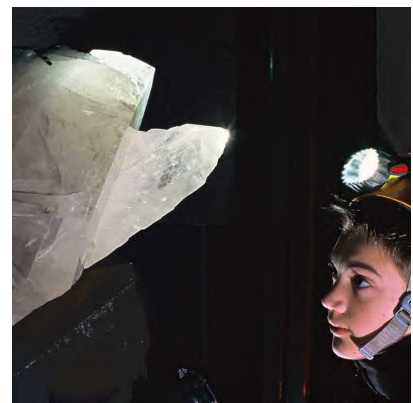
Insister sur la démesure entre les volumes souterrains observés au souterroscope et la force des hommes qui les ont creusés à une époque où les seules machines étaient à vapeur (inutilisables dans le milieu souterrain).

Le monde souterrain et les spéléologues



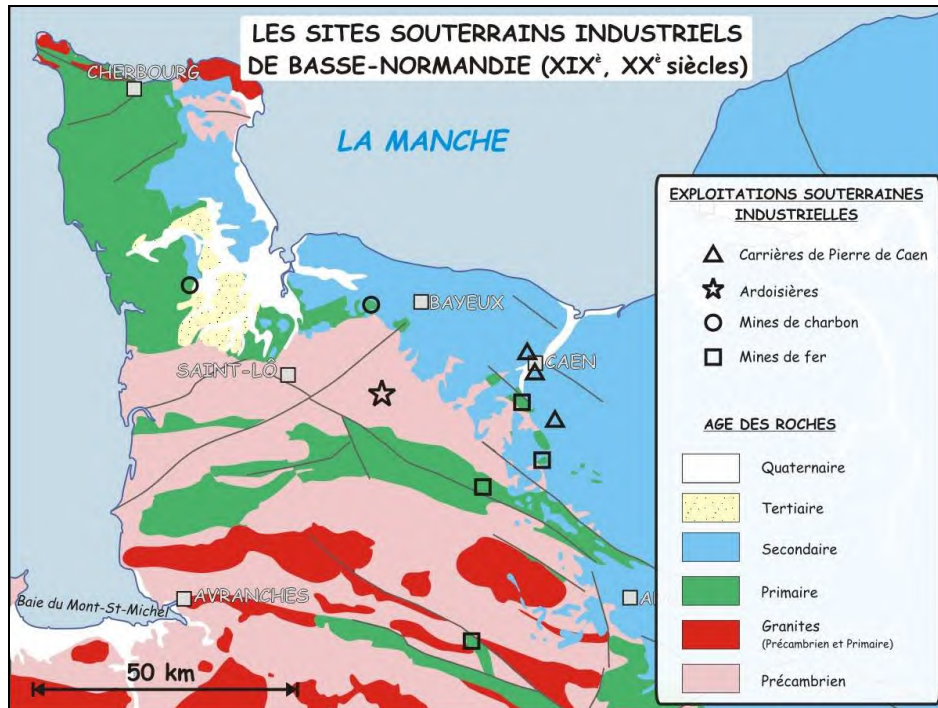
Le froid, l'humidité, l'obscurité sont des caractéristiques physiques connues du monde souterrain : un monde minéral et hostile pour la plupart des êtres vivants. Si effectivement l'obscurité est absolue dès qu'on s'éloigne de l'entrée, il ne fait pas si froid. En réalité la température sous terre est la même toute l'année : c'est la température moyenne de la surface. A Caumont l'Éventé, il fait un peu moins de 12° ce qui en plein cœur de l'hiver semble plutôt chaud. Bien sûr c'est un peu plus frais que dans les grottes du sud de la France où il fait 14 à 15° mais beaucoup plus chaud que dans les grottes de haute montagne, où l'on mesure en permanence 2 ou 3°.

Le monde souterrain c'est aussi le monde des grottes, mines et carrières, des mystères et des passages secrets, des cristaux et des concrétions, des lacs limpides, de l'aventure, de l'exploration : le monde des spéléologues. Contrairement à ce qu'on peut penser, cette activité est accessible à tout tous et peut être pratiquée en Normandie où le patrimoine souterrain est très riche.



Tous les renseignements sur le monde souterrains et la pratique de la spéléologie sont disponibles sur le site de la fédération française de spéléologie (<http://ffspeleo.fr>)

L'industrie souterraine en Basse-Normandie



- Retrouve dans la carte ci-dessus l'âge des roches dans lesquelles sont extraites les ressources naturelles suivantes :

ressource naturelle	âge des roches
Pierre de taillesecondaire.....
Minerai de ferprimaire.....
Charbonprimaire.....
Ardoisesprécambrien.....

- A partir de ces réponses, trouve une explication à la diversité des ressources exploitées par le passé en Basse-Normandie

La diversité des ressources est due à la diversité des roches : toutes les ères géologiques sont représentées en Basse-Normandie.

Suggestion

Deux thèmes peuvent être abordés ici :

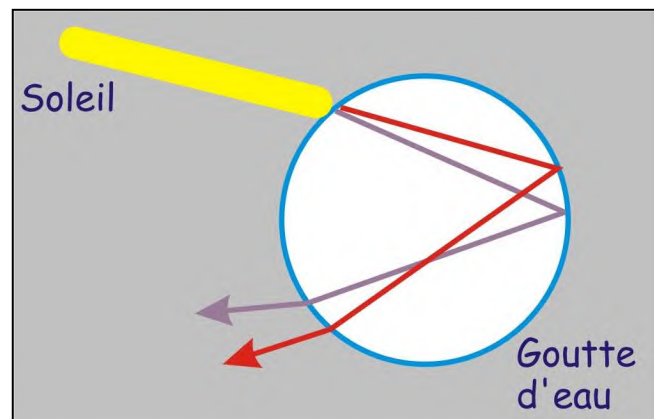
- *l'exceptionnelle richesse de la géologie normande à la limite entre les calcaires du Bassin parisien et le socle schisto-gréseux du Massif armoricain ;*
- *la relation historique étroite entre les ressources et l'activité économique d'une région. Bien sûr, c'est aujourd'hui moins le cas...*

L'arc en Terre - l'arc en ciel



Même s'ils ont toujours existés, les arcs-en-ciel ne sont expliqués que depuis la fin des années 1660, suite à une expérience de Newton qui a déduit que la lumière blanche était en fait une combinaison de toutes les couleurs du spectre visible. (Il avait fait passer un rayon de lumière à travers un prisme en verre et ce rayon avait été réfracté et décomposé en un spectre de couleurs).

L'arc-en-ciel est dû à la réfraction et à la réflexion des rayons solaires (vers l'observateur) par les gouttes d'eau de pluie. Chacune d'elle se comporte comme un minuscule prisme. L'arc-en-ciel se présente sous la forme d'une bande continue, parce que les gouttes se ressemblent beaucoup.



- L'affirmation suivante est-elle vraie ou fausse (entourer la bonne réponse)

En Normandie, les pluies arrivent souvent de l'ouest donc quand on voit un arc en ciel le matin c'est qu'il va bientôt pleuvoir et quand on le voit l'après midi c'est qu'il a déjà plu.

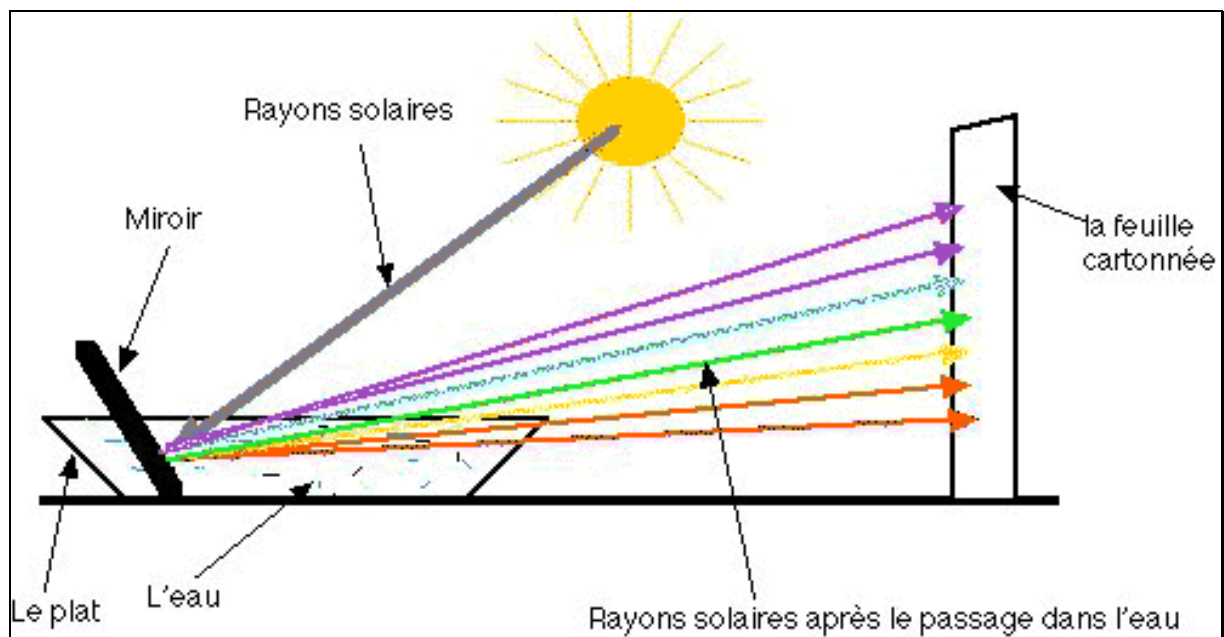
- Explique pourquoi

Pour voir un arc en ciel il faut regarder vers l'averse et avoir le soleil dans le dos. Comme le matin le soleil est à l'est, il faut regarder vers l'ouest donc dans la direction d'où arrivent généralement les pluies. L'après-midi c'est le contraire.

- **Imagine en le dessinant une expérience qui permette de reconstituer un arc en ciel**

Éléments

- un plat en verre transparent
- un miroir
- une feuille cartonnée blanche
- de l'eau
- un rayon de soleil



La préparation

- Remplir le plat d'eau
- Déposer le miroir dans le plat

L'expérience

Installer le plat avec le miroir de telle sorte que les rayons du soleil se reflètent dans la partie immergée du miroir, puis disposer la feuille cartonnée face au miroir pour que le reflet du soleil l'atteigne. Incroyable, on voit un superbe arc-en-ciel sur la feuille !!!