

Abbaye de Châteauroux-Déols (36)

Introduction

Intérêt général / précautions de départ :

L'objet d'étude n'est pas un affleurement naturel mais un bâtiment de construction caractérisé par son histoire (différentes phases de construction, de destruction et de remise en valeur) et représentatif de l'utilisation des roches et matériaux par l'homme.

Il faut être conscient que les roches qui composent un tel édifice peuvent être variées et ne proviennent pas nécessairement toutes du sous-sol géologique du site.

Néanmoins, ces roches permettent l'étude de la géologie du département de l'Indre et de l'exploitation des roches par l'homme au cours des siècles.

Intérêt de la sortie :

En partenariat avec le musée du site clunisien de Déols, une sortie de terrain peut être organisée afin d'enquêter sur l'histoire des roches utilisées dans la construction de l'abbaye de Déols.

Cette sortie est transposable à plusieurs niveaux de classe (en adéquation avec différents points du programme des SVT) et est susceptible d'intégrer divers outils numériques.

I. Localisation du site :

● La situation géographique :

L'abbaye Notre-Dame de Déols, Rue de l'abbaye
36130 Déols (Indre)

Coordonnées GPS 46°49'31.5"N 1°42'04.1"E / 46.8254167, 1.7011388888888888

● La situation géologique :

Deux cartes référencées par le BRGM (plusieurs sites de provenance pour les roches) :

Carte n°544 CHATEAUROUX

Carte n°572 ARDENTES

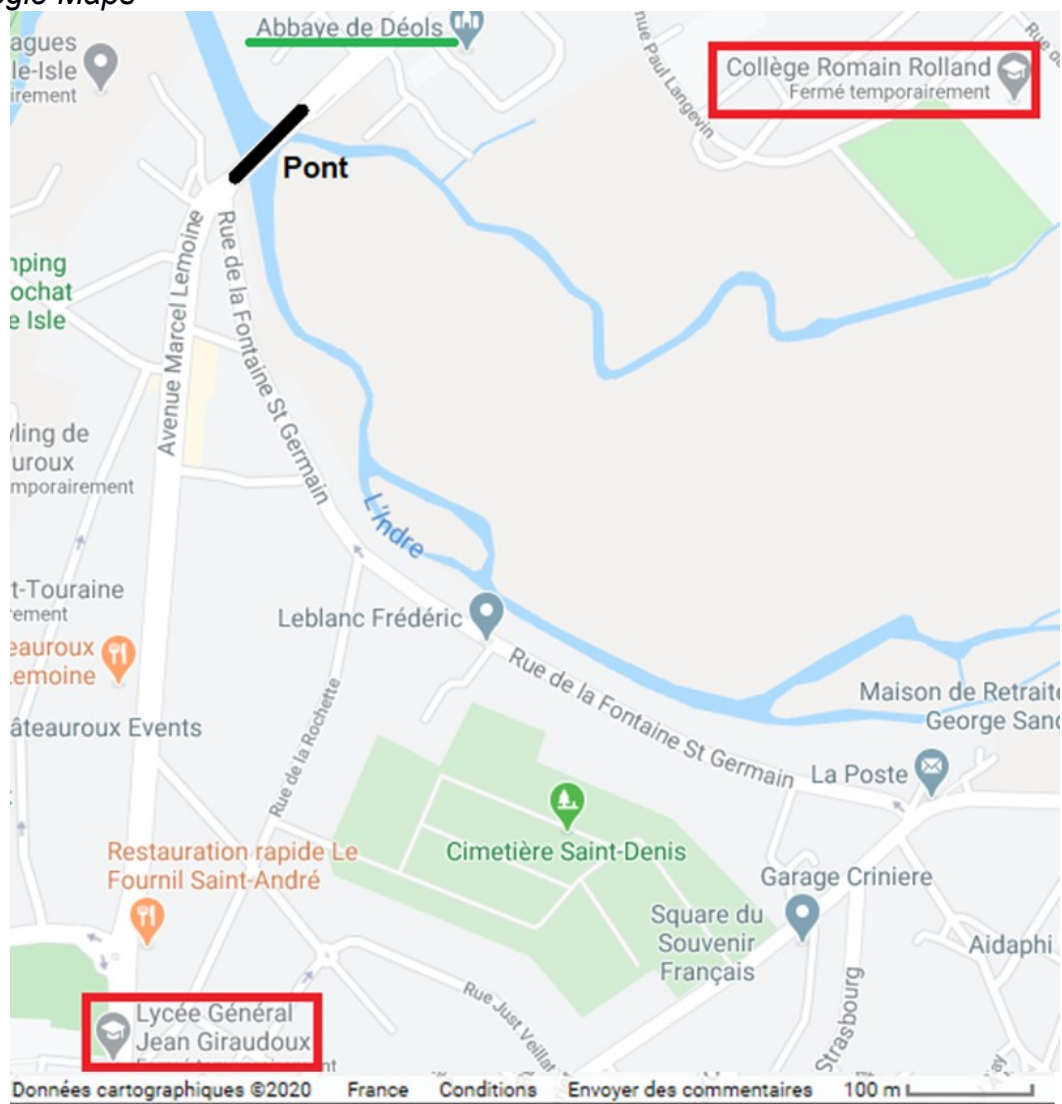
● Accès :

Les lycéens partent du lycée Jean Giraudoux à pied et mettent une vingtaine de minutes pour accéder à l'abbaye et au pont de l'Indre reliant les deux communes.


Les collégiens partent du collège Romain Rolland et mettent quinze minutes pour arriver au même site.

Le pont est interdit aux poids lourds supérieurs à 12 tonnes, les professeurs veilleront à ce que les élèves ne descendent pas du pont lors de l'activité de lecture du paysage (zone pouvant être glissante).





II. Observations géologiques :

Photos	Commentaires
 <p data-bbox="226 1960 560 1989">Maquette de l'Abbaye</p>	<p data-bbox="735 1406 1453 1765">Abbaye romane fondée en 917. Site clunisien d'envergure. Plusieurs phases de construction, les ruines qui restent debout proviennent de la troisième phase de construction réalisée au cours du XIIème siècle. L'Abbaye est en partie détruite au cours des guerres de religions au XVIème siècle. Quelques vestiges subsistent dont le clocher, la quatrième travée du collatéral nord, la crypte, le mur sud de la nef, la porte de jonction avec le cloître.</p>



Vue générale

Vue générale sur le clocher, la roche calcaire est de couleur claire, on observe d'importantes variations d'aspect liée à l'altération superficielle des roches soumises aux intempéries et à la pollution urbaine. (L'abbaye est située dans l'agglomération de Châteauroux). Le calcaire est noirci par endroit, cette patine est particulièrement bien observée sur la moitié haute du clocher.

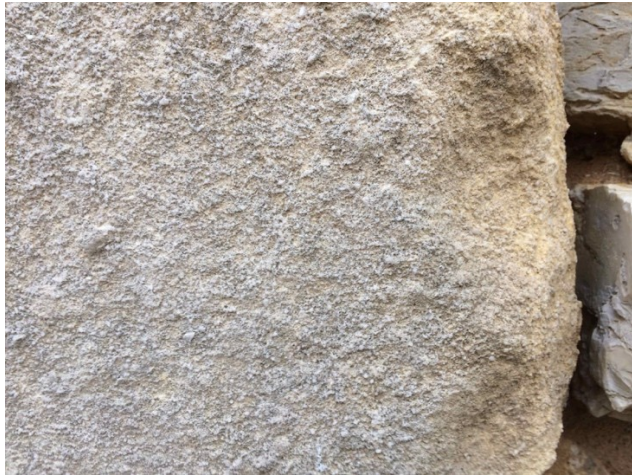


Sol retourné en 2020 à l'occasion de travaux réalisés dans la cour du collège Romain Rolland de Déols situé à 200m du l'ABBAYE, les roches provenant du sous-sol sont des échantillons de calcaire beige, très fin, dont la cassure est lisse. Dans le sous-sol du collège il est possible d'observer la limite sol-sous-sol, on y observe une alternance de bancs calcaires et marneux, sous forme de strates horizontales, de 20 à 30 cm d'épaisseur pour les strates calcaires séparées par des niveaux marneux plus fins.



Face au clocher de l'Abbaye on peut observer, à la base, un mur coupé dans son épaisseur. On y distingue deux calcaires différents :

- 1 **Un calcaire oolithique (CO)** situé à l'extérieur du mur et utilisé plutôt pour le parement, il est taillé sur chaque face en gros pavés droits, on le trouve sur les parties sculptées ou ouvragées de l'édifice, les angles, les chapiteaux, les arcades du clocher...
- 2 **Un calcaire lithographique (CL)** situé dans l'épaisseur du mur représenté par échantillons plus hétérogènes dans leurs aspects et leurs formes, pas véritablement taillés mais plutôt débités selon les plans de fracture ou plans naturels de faiblesse (débit selon les plans de la stratification horizontale).



1. Le calcaire oolithique :

Un test à l'acide chlorhydrique permet de confirmer la nature calcaire de la roche.

Une observation à plus petite échelle du premier calcaire permet de préciser son identité. De toucher rugueux et d'aspect granuleux, il est composé de grains calcaires (= oolithes) cimentés dans une matrice elle-même calcaire (ce que l'on peut vérifier en réalisant un test à l'acide). *Les oolithes sont des figures de précipitation de forme circulaire, des concrétions carbonatées concentriques formées autour d'un nucleus (grain quelconque, fragment de coquille...)*

Ce calcaire oolithique est caractéristique d'un milieu de sédimentation de type plate-forme carbonatée. Les oolithes (granulations observées) se forment par précipitation chimique en milieu marin très peu profond (1 à 10 m) et suffisamment agité pour soulever régulièrement les oolithes en formation (eau à la limite de la saturation en carbonates dissous), on observe actuellement leur formation à proximité de zones récifale (application du principe d'actualisme).

Pour la construction, ce calcaire réunit des qualités de dureté et de résistance au gel (peu de fractures observées).

Il est à noter qu'on ne trouve pas cette roche dans le log (colonne stratigraphique) et qu'elle ne correspond pas aux roches observées dans le sous-sol. Elle provient très probablement d'une autre formation calcaire située à Ambrault (à 20 km) où on retrouve de nombreuses carrières à calcaires oolithiques dont l'exploitation est ancienne.

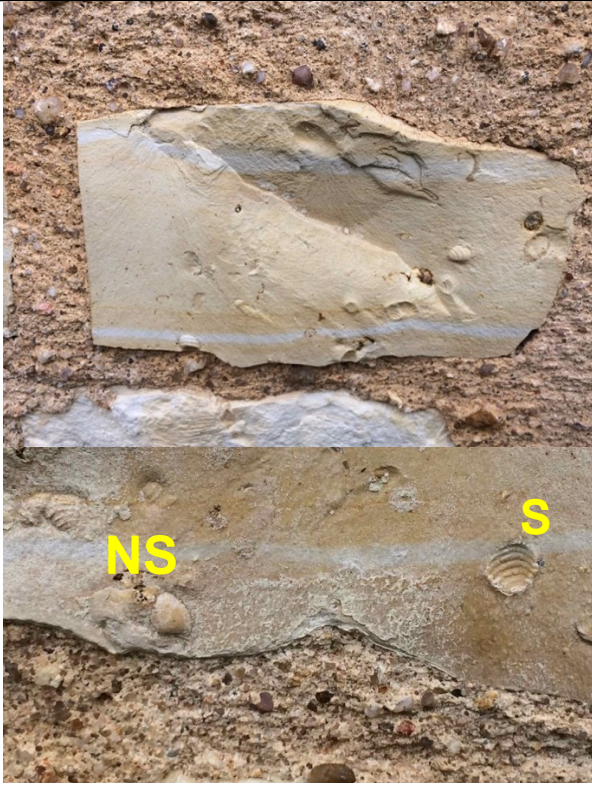


2. Le calcaire micritique (ou lithographique ou pseudolithographique) :

Calcaire beige, de toucher plus lisse et dont la cassure est conchoïdale par endroit. Ce sont également des calcaires de plate-forme carbonatée mais ils se forment par précipitation dans un milieu de sédimentation plus calme.

Cette roche est celle du sous-sol géologique de Déols, on la retrouve utilisée comme matériau de construction des autres maisons anciennes de la ville.

Le caractère lithographique de la roche peut amener à s'interroger sur une autre utilisation possible de ce type de roches. En effet ces calcaires sont suffisamment durs pour servir à la construction mais en raison de la finesse de leur grain, ils peuvent être aussi utilisés pour la gravure (d'où la désignation « lithographique »).



Quelques rares fossiles :

Les deux calcaires présentés sont peu fossilifères cependant le calcaire lithographique présente, par endroit, des fossiles de brachiopodes ou bivalves, dont quelques exemples sont présentés dans les photographies. On voit notamment les valves des coquilles ou leurs empreintes. Certaines sont striées (**S**) et d'autres non striées (**NS**) ce qui laisse supposer la présence de plusieurs espèces.

La présence de ces fossiles confirme l'identification du paléo environnement contemporain du dépôt de ces calcaires : probablement un milieu de sédimentation marin et peu profond (plateau continental immergé, profondeur comprise entre 0 et 200m).



Des laminations :

D'autres calcaires sont traversés dans leur volume par de fines laminations horizontales ou légèrement courbées qui font alterner des couches de calcaire claires avec des couches plus foncées, ocre à rouille. On constate que certaines séries de laminations peuvent être discordantes entre elles, ceci est bien visible sur la deuxième photographie qui montre une discordance géométrique entre une série de laminations bien rectilignes à droite et une deuxième série à gauche où elles sont plus incurvées.

Si l'altération était à l'origine de ces motifs on devrait les observer essentiellement à la surface des



échantillons, or les lamination affectent tout le volume de la roche. On peut donc exclure l'érosion des facteurs d'apparition de ces figures. Ceci étant dit, l'interprétation peu aisée de ces figures pose question :

- Les lamination se sont-elles formées au cours du dépôt ?
- Se sont-elles formées après le dépôt au cours de la diagénèse ? Après diagenèse ?
- L'alternance de dépôt est-elle simplement due à un apport plus ou moins important d'éléments marneux ou plus riches en oxydes de fer (plus foncés)
- Les figures pourraient-elles être liées à l'activité de d'algues ou de cyanobactéries ce qui en ferait des stries de croissance comparables aux stromatolithes ?



Les joints :

Le caractère irrégulier de la forme des calcaires lithographiques a imposé la réalisation de joints larges. Ces derniers contiennent de nombreux grains de sable de granulométrie variée (millimétrique à centimétrique). Les éléments sableux sont cimentés par un joint à la chaux.

Rien ne permet de dire qu'il s'agit des joints d'origine mais la technique utilisée pour la restauration est restée la même que celle pratiquée au Moyen-âge. **Après l'utilisation comme matériau de construction brut et la lithographie, la chaux** permet d'aborder une troisième utilisation du calcaire dans le département de l'Indre. D'anciens fours à chaux y sont recensés. Cette chaux est ensuite utilisée lors d'un mélange avec du sable et de l'eau pour reformer un joint calcaire. Le sable était facilement disponible étant donné que l'Abbaye se situe en bordure de la vallée alluviale de l'Indre.



Installation d'une végétation particulière :

Certains pans de murs se végétalisent progressivement. Les surfaces les moins pentues accueillent des espèces pionnières dont les premières sont les lichens et les mousses. Quand une fine couche d'humus commence à s'accumuler d'autres végétaux peuvent leur succéder. Ces plantes peuvent développer ensuite des systèmes racinaires qui participent à l'érosion, provoquent l'élargissement de fissures préexistantes et favorisent ainsi la pénétration de l'eau et des sels et la fragmentation de la pierre.

Végétaux observés :

- Mousses
- Lichens
- *Cymbalaria muralis* (cymbalaire des murs)



Altération superficielle et noircissement des roches :

Les roches sont recouvertes d'une patine noire sur certaines parties du monument, en particulier aux endroits où l'eau des précipitations circule. On le voit bien grâce à une roche dont le surplomb ménage une zone protégée du ruissellement et ayant conservé la couleur originelle du calcaire. L'eau peut être considérée comme le principal agent de l'altération des pierres, elle s'infiltre dans les maçonneries à partir des surfaces exposées aux pluies, elle migre par capillarité depuis le sol, se condense sur les murs à partir de l'humidité de l'air... L'eau érode, crée des vides de dissolution, mobilise les sels solubles, favorise l'implantation des colonies biologiques. Les altérations biologiques résultent de l'activité des nombreux organismes et microorganismes vivants sur la surface des pierres.

Les voiles de **cyanobactéries** ou d'algues produisent des acides organiques, s'accrochent sur la pierre et lui donne sa coloration noire quand il s'agit de cyanobactéries. Celles-ci préfèrent les environnements propices à une photosynthèse : supports rugueux, humides et bien exposés à la lumière.

La pollution atmosphérique particulaire et gazeuse contribue au noircissement des pierres. La combustion du charbon, des gaz et des dérivés du pétrole produit dans l'atmosphère des microparticules noires à base de carbone, qui se déposent en abondance sur les pierres en milieu urbain et dans les régions industrielles. Ces particules sont à l'origine des croûtes noires visibles sur le monument.

La couleur noire peut aussi provenir (plus simplement) de la décomposition de la matière organique carbonée.

→ commentaires géologiques :

CONTEXTE DE GEOLOGIE REGIONALE*:

Le département de l'Indre est implanté sur un domaine géologique très diversifié (série lithostratigraphique particulièrement complète). La bordure sud est constituée par le socle cristallin du Massif central, sur lequel vers le Nord vont s'empiler les couches sédimentaires du Bassin de Paris.

Le Primaire :

Le Primaire représente le socle de la région Centre. Il est constitué essentiellement de roches métamorphiques (micaschistes, gneiss, amphibolites, migmatites) et de granites intrusifs d'âge primaire. Les orogénèses paléozoïques, et notamment l'épisode hercynien, déforment et métamorphisent ce qui deviendra le socle du département de l'Indre

Le Secondaire :

- Au début du Trias, le socle hercynien mis à nu et plus ou moins pénéplané continue de se comporter comme une vaste surface d'érosion localement affectée par des silicifications.
- Au début du Lias, la mer progresse une plate-forme peu profonde en y déposant des grès, puis des dolomies et des calcaires. Cette sédimentation carbonatée va se poursuivre jusqu'à la fin du Jurassique. C'est à cette période qu'appartiennent les formations calcaires observées dans les localités de Châteauroux et de Déols.
- A la fin du Jurassique, la mer se retire totalement, le Massif Central se soulève et l'érosion continentale décape une partie des dépôts mésozoïques.

Le Tertiaire et Quaternaire :

Au Tertiaire, le département est émergé et des zones de lacs et marais s'installent dans les dépressions en particulier en Brenne. Au plio-Quaternaire les vallées se creusent et des dépôts alluviaux s'y accumulent. La vallée de l'Indre en bordure de laquelle se trouve l'Abbaye en est un exemple

**Données du BRGM Inventaire départemental des cavités souterraines hors mines de l'Indre Avril 2009*

GEOLOGIE DU SOUS- SOL DE L'ABBAYE

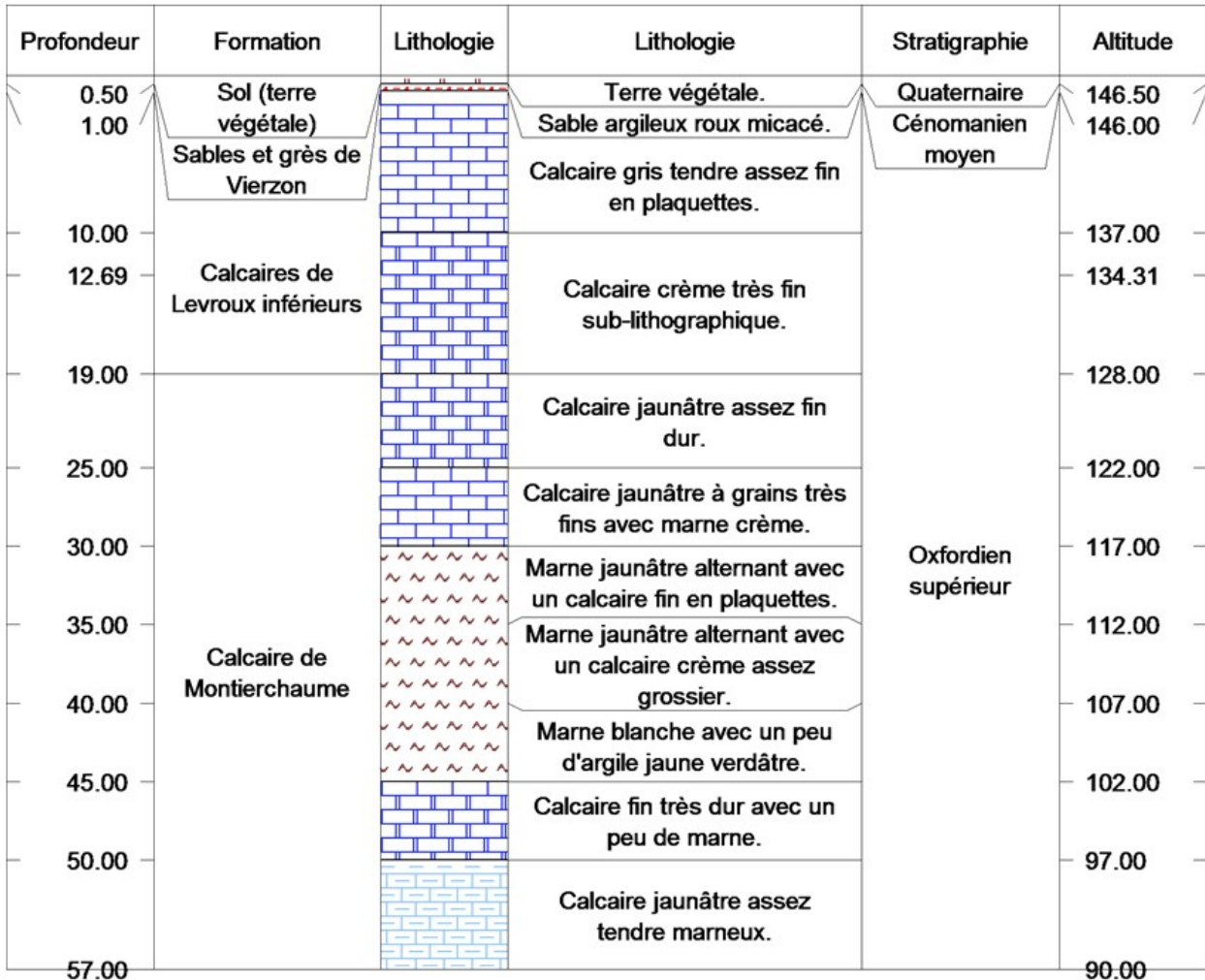


▲ Emplacement de l'abbaye

■ Emplacement du log

Capture d'écran site INFOTERRE-BRGM

- Le site de l'Abbaye est situé sur des unités géologiques référencées J6-J7 (bleu) :** Calcaire de Levroux (Kimméridgien inférieur et Oxfordien supérieur), calcaire de Montierchaume (Oxfordien supérieur), calcaire de Von et calcaire de la Martinerie (Oxfordien supérieur) qui correspondent à des formations calcaires déposées pendant le Jurassique supérieur. Les calcaires se sont déposés sur le fond d'une mer épicontinentale qui recouvrait l'ensemble du Bassin Parisien. A proximité de l'Abbaye plusieurs Log validés sont consultables sur le site **Infoterre** du BRGM dont celui localisé sur la carte. Même si le log n'a pas été réalisé directement sur place il permet de donner un aperçu de la succession des formations.



- Dans la proximité directe de l'Abbaye** on trouve aussi des formations notées **Fx1 bleu hachuré blanc** (alluvions anciennes sur substratum reconnu) et **Fy-z en blanc sur la carte** (Alluvions anciennes, subactuelles à actuelles, de l'Indre et de la Ringuire) qui correspondent aux dépôts de rivière accumulés par l'Indre dont le tracé géographique a varié au cours du **quaternaire**. Dépôts qui se poursuivent dans le lit actuel de la rivière.

III. Pistes d'exploitation pédagogique et liens avec les programmes.

→ Pistes d'exploitations, activités réalisables sur site par les élèves, liens avec les programmes :

Cette sortie sur le terrain est l'occasion de mettre en œuvre des démarches scientifiques dont la **démarche d'investigation** au service des élèves.

Une **enquête**, sous formes d'énigmes à résoudre lors d'un travail collaboratif associant collégiens et lycéens, peut être envisagée comme **modalité pédagogique** de la sortie.

Situation déclenchante / Problème	<i>L'Abbaye de Déols</i> Avec quelles pierres l'Abbaye a-t-elle été construite ? D'où viennent-elles ? Comment se sont-elles formées ?
Hypothèse(s)	<i>Les roches proviennent...du sous-sol existant sur place ? ... d'un autre site distant ? (carrière ?) A vérifier !</i>

Progression de la démarche	Activités proposées	Capacités mises en œuvre	Matériel
AVANT LA SORTIE	<p>Support : Photo/ gravure de l'Abbaye de Déols</p> <p>1. Mise en place de la situation déclenchante : Questionnement des élèves sur sa construction, les matériaux utilisés et leur provenance. Formulation des hypothèses</p> <p>2. Mise en place de la stratégie de résolution : Recherches à mener pour répondre au problème :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Identifier les roches de l'Abbaye (sur place !) - Identifier les roches du sous-sol disponibles à Châteauroux et Déols. - Comparer <p>3. Commencer l'investigation avec les cartes géologiques et ressources numériques. Identification du terrain géologique sur lequel se trouve l'Abbaye (âge + nom de la roche)</p>	Extraire des données issues de l'observation d'un paysage local, indirecte imagerie satellitaire, données du sous-sol.	Site Géoportail Carte Géologique au 1/50000
PENDANT LA SORTIE	<p style="color: blue;">Chaque partie étudiée est présentée sous la forme d'une énigme</p> <p>1. Lecture et croquis d'un paysage : Repérer les différents éléments d'un paysage urbain, zone construite, zone non construite, emplacement de l'Indre, la végétation. Repérer les bâtiments anciens, le mode de construction (mur en pierre calcaire, joints à la chaux</p>	→ Décrire la composante géologique d'un paysage local avec ses reliefs, ses pentes et ruptures de pente, et proposer des hypothèses sur leurs origines.	Livret élève sortie Numérique : Appareils photos Appli Infoterre Appli Plantnet

<p>2. <u>Présentation du site historique par des professionnels</u> Reconstitution historique du monument, histoire de sa construction + recueil d'indices sur l'origine des pierres. <i>*Lien avec histoire : histoire médiévale, présentations des artisans, du travail de la pierre, des métiers de carrier de tailleur de pierre. Histoire locale de Déols puis Châteauroux.</i></p> <p>3. <u>Observation et identification des roches de l'Abbaye</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Photographies (à différentes échelles) + test HCl et dureté (Ne pas tester directement sur le monument, prévoir à cet effet des échantillons de roches comparables à tester) - 2 calcaires à distinguer (un granuleux= oolithique) l'autre massif (« lithographique » ou micritique) <p>Comparer les 2 calcaires à ceux des maisons environnantes le calcaire oolithique vient d'un autre site</p> <ul style="list-style-type: none"> - Observation des joints et explication (provenance des matériaux, fabrication de la chaux) <p>4. <u>La formation du calcaire</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Recherche d'indices sur le contexte de formation du calcaire - Fossile - Structures répétitives de dépôt - Précipitation des carbonates - Reconstitution partielle de l'environnement ancien (Jurassique supérieur) <p>5. <u>L'altération des roches</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Observer les indices d'altération sur le monument et proposer des explications : facteurs d'érosion à identifier sur le monument. - Distinguer les facteurs physicochimiques (eau + ou moins acide, vent, gravité) des facteurs biologiques (lichens, mousses, végétaux, cyanobactéries...) <p><i>*Lien avec la Physique-Chimie : Dissolution/précipitation/Réactions chimiques</i></p> <p>6. <u>Biodiversité</u> Tout au long de la sortie, possibilité de recenser la biodiversité du lieu, les façades offrent différentes orientations.</p>	<p>→ Extraire des données, issues de l'observation d'un paysage local, de manière directe (observations, relevés)</p> <p>→ Reconstituer un paléo-environnement de sédimentation à partir de l'étude d'une roche sédimentaire, en appliquant le principe d'actualisme.</p> <p>→ Extraire des données, issues de l'observation d'un paysage local, de manière directe (observations, relevés, etc.) → Relier la nature de la roche à sa résistance à l'altération. → Relier l'intensité de l'altération avec les conditions climatiques.</p>	<p>Outils de terrain Marteau Lame d'acier Lame de verre HCl Loupes</p>
--	--	--

<p>APRES LA SORTIE</p>	<p>➤ <u>TRAVAIL final</u></p> <p>Consigne : <i>A partir des solutions aux énigmes remettre dans un ordre chronologique tous les évènements qui constituent l'histoire de la pierre de l'abbaye Notre Dame de Déols.</i></p> <p>> Votre présentation prendra la forme d'un panneau et tiendra compte de l'échelle des temps (depuis sa formation au Jurassique, jusqu'à son évolution actuelle sur le monument, en passant par la construction de l'abbaye au moyen âge) ;</p> <p>> Une frise chronologique illustrée par vos travaux lors de la sortie (photos, tests, croquis...), construite en groupe, vous sera demandée.</p> <p>> Un concours pourra permettre de déterminer la production qui sera exposée au musée de l'abbaye de Déols</p> <p><u>Nouveaux questionnements :</u></p> <p>L'étude a permis de montrer qu'un des calcaires venait non de Déols mais plutôt d'Ambrault</p> <ul style="list-style-type: none"> - Où se situent les carrières ? - Quelle est l'identité géologique précise de cette roche ? - Peut-on en apprendre plus sur sa formation ? <p>Préparation d'une 2^{ème} sortie sur le site d'AMBRAULT</p> <p><u>Prolongements possibles :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Recherche du site d'AMBRAULT sur la carte géologique et/ ou avec le site Infoterre - Étude expérimentale de la précipitation et dissolution des calcaires (érosion-pluie acide) - Observation microscopique d'un calcaire oolithique 	<p>→ Reconstituer l'histoire géologique d'une région, appréhender les échelles de temps. Communiquer sur ses démarches, résultats en argumentant. Communiquer des données scientifiques.</p>	
-------------------------------	--	--	--

*Notions pluridisciplinaires