
TABLE DES MATIÈRES

<i>Introduction</i>	7
<i>Qu'est-ce que la géologie?</i>	8
<i>Les débuts de la géologie dans la région de Sainte-Croix</i>	9
<i>Échelle des temps géologiques</i>	10
<i>Trois histoires distinctes</i>	12

HISTOIRE 1

La formation des roches

La fabrication des roches dans la mer	16
<i>Zonation d'un littoral à sédimentation carbonatée</i>	18
<i>Paysage du Jurassique et du Crétacé</i>	19
L'empilement des couches	22
Les traces de vie fossiles	25

HISTOIRE 2

Quand les roches font des vagues

Les plis et les failles	34
<i>Plis de la Haute-Chaîne</i>	35
<i>Les failles</i>	35
<i>Un anticlinal familier</i>	37
Les roches passent de la mer à la montagne	39
<i>La formation des Alpes et du Jura</i>	41

HISTOIRE 3

L'usure du temps

Le rabotage des reliefs	48
<i>Les combes et les cluses</i>	50
<i>L'érosion torrentielle</i>	53
<i>Les instabilités de terrain</i>	53
<i>Le rôle des glaciers</i>	55
<i>Le karst</i>	60

EXPLOITATION DES RESSOURCES

L'influence de l'être humain

Les exploitations 68

Production de chaux et de ciment 68

Les tourbières 73

Production de fer à L'Auberson 77

Ressources en eaux 79

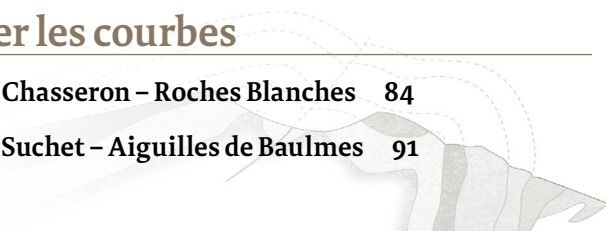


LECTURE DES PAYSAGES

Déchiffrer les courbes

Anticlinal du Chasseron – Roches Blanches 84

Anticlinal du Suchet – Aiguilles de Baulmes 91



EXCURSION

Un voyage dans le temps du Jurassique

Excursion dans les gorges de Covatanne 98

L'itinéraire 104



CONCLUSION 119

ANNEXES

Tableau stratigraphique 120

Catalogue des roches 121

Glossaire 122

Remerciements 125

Bibliographie 127

HISTOIRE 1

La formation des roches

Ce chapitre retrace la naissance des roches qui vont constituer le Jura. C'est la première étape de sa longue histoire, qui a commencé au fond de la mer, avec l'accumulation de couches de sédiments sur plus de 1000 mètres d'épaisseur. Cette histoire s'attache à décrire les conditions environnementales et géographiques de l'époque (paléogéographie), les différentes couches qui se forment (stratigraphie) et le contenu en fossiles de ces roches (paléontologie).

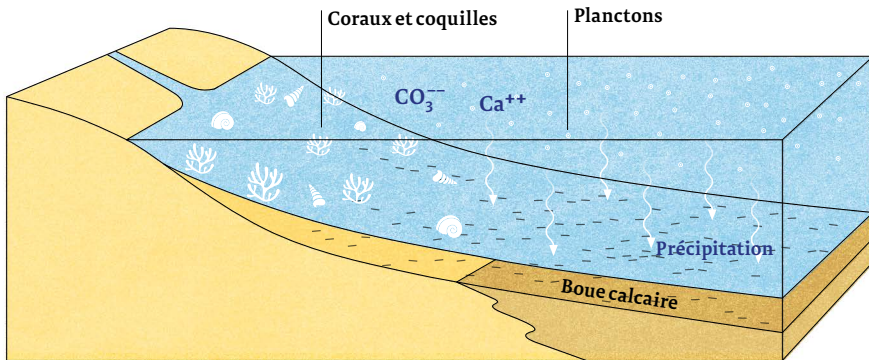
*C'était un petit paradis disparu...
Pendant le Jurassique, les futures roches
du Jura formaient un paysage tropical...*

La fabrication des roches dans la mer

Les roches qui se trouvent dans la région de Sainte-Croix sont principalement des calcaires et des marnes.

Ce sont des roches sédimentaires qui s'accumulent sur le fond marin en niveaux successifs, appelés strates. Dans l'eau de mer, on trouve de nombreux éléments dissous, notamment le calcium (Ca^{2+}) et le carbone sous forme de dioxyde de carbone (CO_2), bicarbonate (HCO_3^-) et carbonate (CO_3^{2-}). Lorsque la concentration en ions calcium et carbonate est suffisante, ils peuvent précipiter sous forme de carbonate de calcium (CaCO_3). Ce minéral, composant majeur des calcaires, cristallise principalement en calcite ou en aragonite. Il s'agit aussi du constituant principal des enveloppes solides des micro-organismes flottant dans l'eau de mer, appelé plancton et de la faune benthique, vivant sur le fond marin (bivalves, coraux).

Les marnes sont des roches sédimentaires composées du mélange de calcaire et d'argile dans des proportions à peu près équivalentes (même si l'argile varie de 35 % à 65 %). Les marnes se forment en milieux marins plus profonds que les calcaires, dans des conditions calmes et peu oxygénées. Les particules argileuses, amenées par l'érosion des continents voisins,



▲ Formation du calcaire et des marnes : un immense stock de CO_2

En milieu marin peu profond, le calcium et l'oxyde de carbone dissous dans l'eau de mer se combinent et précipitent pour former le calcaire des coraux et des coquilles (celles du plancton en particulier). Ces coquilles s'accumulent sur le fond marin en une boue calcaire qui, par cimentation, va former la roche calcaire.

En milieu plus profond, l'argile issue des alluvions se décante et se mélange au calcaire pour former une boue argileuse et calcaire qui, par compaction, devient la marne.

Adapté de V. Bichet et M. Campy, 2009.

s'accumulent par décantation sur le fond marin. La boue argileuse est généralement mélangée à une certaine proportion de boue calcaire, qui par compaction, va donner des marnes.

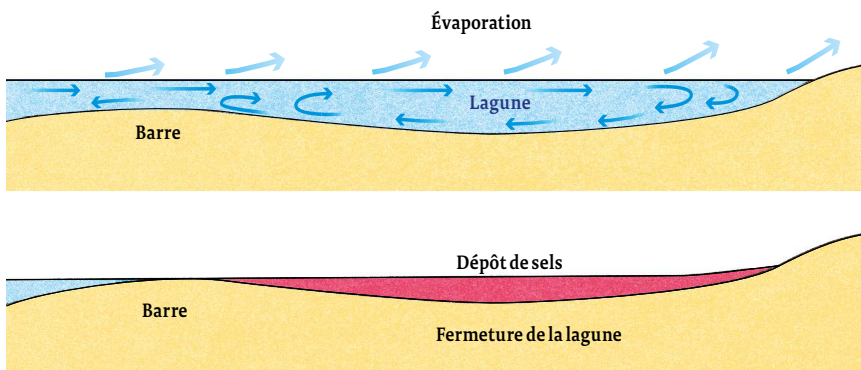
Les marnes sont des roches friables, qui s'érodent facilement et ainsi affleurent plus rarement que les calcaires. Elles créent généralement des dépressions à la surface du terrain, à moins d'être intercalées dans des couches calcaires. Elles sont de couleur grise allant jusqu'au noir. Dans le paysage, les marnes se trouvent fréquemment en fine alternance avec les calcaires. Cet ensemble porte le nom de formation marno-calcaire.

Les évaporites sont des roches sédimentaires formées par la concentration et la précipitation des sels dissous dans l'eau de mer, lors de son évaporation, dans des lagunes fermées. Les évaporites donnent rarement des affleurements importants mais sont souvent intercalées dans des argiles ou des dolomies (roche riche en carbonate de calcium et magnésium), à la base du Trias, dans le Jurassique inférieur.

Les évaporites n'affleurent pas dans la région de Sainte-Croix, mais sont présentes en profondeur. Des gisements de sels importants ont été exploités dans le Jura français, en particulier à Lons-le-Saunier et Salins-les-Bains en Franche-Comté.

Les mines de sel de Bex, toujours en activité, se trouvent également dans les couches du Trias appartenant aux Alpes calcaires.

Les niveaux d'évaporite, comprenant divers sels et le gypse, présentent un comportement plastique singulier lorsqu'ils sont soumis à une pression suffisamment importante, qui favorise le glissement des couches l'une sur l'autre le long de grandes cassures. Pour cette raison, on les appelle des roches « savonnette », qui auront un rôle important à jouer dans la formation des plis du Jura.



▲ Formation des évaporites

Les bassins à évaporites sont des lagunes isolées de la haute mer par un seuil (ou barre). Avec l'évaporation, les sels se concentrent pour donner une saumure. L'augmentation de salinité entraîne les dépôts de différents sels.



▲ **Crinoïde actuel (échinoderme)**

Les crinoïdes actuels vivent principalement entre 200 et 1000 m de profondeur, tandis que les crinoïdes du Jurassique vivaient dans les eaux peu profondes, en bordure des côtes.



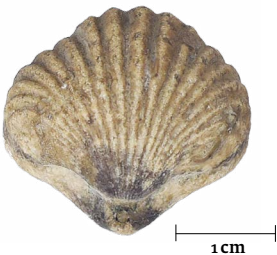
▲ **Rare fossile intact de crinoïde (échinoderme)**

Jurassique inférieur (-199 à -175 Ma), nord de l'Allemagne.



▲ **Fragment de tige de crinoïde fossilisé (entroque)**

bien reconnaissable par sa forme d'étoile à cinq branches. Jurassique moyen (environ -170 Ma), Grange-Neuve.



▲ **Brachiopode**

Eudesia semistriata, Barrémien Crétacé inférieur (environ -127 Ma), L'Auberson.

Naturéum - Muséum cantonal des sciences naturelles, Lausanne

Brachiopodes

Les brachiopodes sont des animaux marins bivalves similaires à des mollusques, généralement fixés sur le fond marin par une tige. Les deux valves sont asymétriques. La valve ventrale, la plus grosse, est pourvue d'un crochet où se fixe la tige.

Apparus dès le Cambrien, ils ont connu un fort développement évolutif au cours du Paléozoïque, pour diminuer brusquement lors de l'extinction majeure marquant le passage au Mésozoïque. Cette extinction est probablement due à un événement catastrophique tel que l'éruption d'un supervolcan, des impacts de météorites, ou une dégradation progressive de l'environnement. Néanmoins, un nombre réduit d'espèces de brachiopodes ont existé pendant et après le Mésozoïque et subsistent encore actuellement.

Lamellibranches

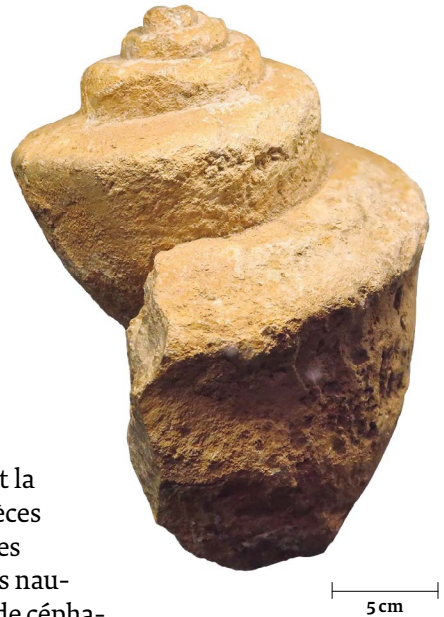
Apparus au début du Cambrien (-252 Ma), les lamellibranches sont des mollusques pourvus d'une coquille bivalve, généralement symétrique. Les lamellibranches comptent parmi les coquillages actuels les plus courants (p. ex. moules, huîtres). Ils vivent enfouis dans les sédiments pour se protéger des prédateurs, sur le fond marin, ou fixés sur des rochers.



▲ **Lamellibranche**
Pholadomia calanicutala
Jurassique supérieur (environ -155 Ma), Baulmes.
Naturéum – Muséum cantonal des sciences naturelles, Lausanne

Gastéropodes

Apparus il y a 600 Ma, vers la fin du Précambrien, les gastéropodes sont des mollusques pourvus d'une coquille univalve spiralée. Ils représentent une forme de vie très ancienne, avec une très grande variété de formes. Les différentes espèces vivent en mer, en eau douce ou sur terre, comme les escargots actuels.

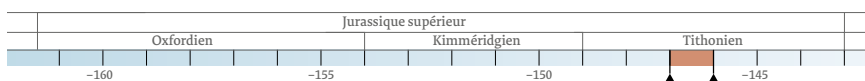


▲ **Gastéropode**
Natica leviathan,
Crétacé inférieur,
(environ -136 Ma),
Six-Fontaines.
Musée des arts et des sciences, Sainte-Croix

Céphalopodes

Apparus à la fin du Cambrien (-485 Ma), il s'agit de mollusques dont la tête est munie de tentacules. Les espèces actuelles comprennent notamment les pieuvres, les calmars, les seiches et les nautilus. Toutefois, le plus grand groupe de céphalopodes à coquilles était les ammonites. Très important au cours du Paléozoïque et du Mésozoïque, ce groupe a presque complètement disparu à la fin du Crétacé, lors de la grande extinction marquant le passage du Mésozoïque au Cénozoïque.

Ces organismes possèdent des coquilles enroulées en spirale, avec des lignes de suture complexes entre les différentes loges. En effet, si on coupe une ammonite, on découvre les loges successives que l'animal habite tour à tour et quitte tout au long de sa vie, au fur et à mesure que sa coquille grandit. L'ammonite habite toujours dans la dernière loge, ouverte pour permettre aux tentacules de sortir.



Un affleurement de roches du Tithonien se trouve au parking de Vuitebœuf, à l'entrée des gorges.

Les calcaires du Tithonien sont des roches sédimentaires de couleur blanc crème ou beige. Ils sont principalement composés de calcaire et de dolomie. On observe une structure en fines couches bien visibles. L'épaisseur totale de ces dépôts est de 100 à 120 m.

Les roches du Tithonien sont d'anciennes plages de sable fin constituées de débris de coquilles et de squelettes d'organismes marins. Les débris se sont accumulés dans un environnement côtier

marqué par l'influence des marées, avec une zone intertidale (alternativement recouverte et découverte par la mer) et une zone supratidale.

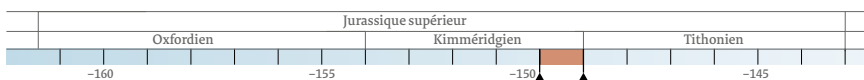
Cet environnement était propice au développement de mangroves, ces forêts littorales typiques des côtes tropicales. Les galets noirs visibles dans l'affleurement témoignent de ce passé : ils proviennent vraisemblablement de niveaux riches en matière organique, caractéristiques d'un milieu de mangrove où les débris végétaux s'accumulent.



◀ Face rocheuse au parking de Vuitebœuf, à l'entrée des gorges.

▼ Les galets noirs observés dans l'affleurement attestent d'un environnement à forte teneur organique, probablement un ancien milieu de mangrove propice à l'accumulation de détritus végétaux.





À environ 75 m de l'entrée des gorges, le sentier franchit une barre rocheuse appartenant à l'étage Kimméridgien.

Ces calcaires sont à grain très fin, de teinte blanchâtre à beige. Ils ont une épaisseur totale de 170 à 200 m, structurés de bancs de 30 à 50 cm d'épaisseur.

Ces roches se sont formées dans un lagon (ou plateforme interne), isolé du large par une barrière corallienne. C'est un milieu protégé des vagues, peu profond, comprenant une zone de battement des marées (zone intertidale) et la zone située sous le battement des marées (zone subtidale).

► Une cassure fraîche du Kimméridgien, formé de calcaires à pâte très fine, de couleur blanchâtre à beige.

▼ La deuxième barre rocheuse traversée par le sentier depuis l'entrée des gorges se trouve aussi dans le Kimméridgien.

Dans la zone intertidale (déjà évoquée pour le Tithonien), les dépôts de plage consistaient en sables carbonatés composés de débris de squelettes et de coquilles. Les chenaux de marée y concentraient des débris plus grossiers et des oolithes.

La zone subtidale favorise le dépôt de sédiments fins et laminés. Ce sont ces calcaires fins qui constituent l'essentiel des roches du Kimméridgien.

