

Exposition itinérante

Cinq cent millions d'années et un jour

Livret de l'exposition



GÉOPARC
MONDIAL UNESCO
BEAUJOLAIS



unesco

Global Geopark

B Syndicat mixte du
BEAUJOLAIS

Illustrations par : Syndicat Mixte du Beaujolais et Eléonore Ampuy

« Quarante millions d'années. Ces chiffres ne me coupent plus le souffle comme autrefois, quand j'essayais de construire une échelle du temps sur le sol de ma chambre, une allumette pour mille ans, et que je me rendais compte avec effroi que mes bras écartés ne parvenaient pas à toucher à la fois le présent et la naissance des montagnes. Il aurait fallu pour cela avoir des bras qui allaient jusqu'à la grange. Et bien plus loin encore, jusqu'au verger des pêches pour effleurer un diplodocus ».

Jean-Baptiste Andréa

(Cent millions d'années et un jour, L'Iconoclaste 2019)

Table des matières

1 - Introduction.....	7
2 - Publics.....	8
3 - Validation scientifique.....	8
4 - Fil conducteur.....	9
5 - Récit géologique du Beaujolais.....	13
6 - Bibliographie.....	63
8 - Annexe.....	74



QUARTZ

1 - Introduction

Parler de science revient souvent à énoncer des faits surprenants, à conter des histoires auréolées d'incertitudes, à expliquer le « pourquoi du comment » ainsi qu'à déconstruire des idées. La géologie du Beaujolais se prête particulièrement bien à ces différentes approches. La géologie y est suffisamment méconnue pour être pleine de surprises, assez complexe pour qu'il n'y ait aucune certitude, assez diversifiée pour être un exemple de nombreux phénomènes naturels et, pour finir, on entend aussi des approximations à son sujet.

Devant la répartition des musées sur le territoire et la dotation partielle des géosites en outils de médiation, l'exposition itinérante se propose comme une solution de diffusion des connaissances équitable sur l'ensemble du Beaujolais. La circulation de l'exposition sur le territoire a pour objectif de familiariser les habitants avec, d'une part, le label « Géoparc mondial UNESCO » décerné au Beaujolais en 2018, renouvelé en 2022, et, d'autre part, avec les raisons de cette labellisation, à savoir sa géodiversité importante et les nombreux usages associés aux roches.

L'exposition a pour ambition de porter les messages du Géoparc Beaujolais et ceux du réseau des géoparcs mondiaux. Le discours du premier tient dans la démonstration des richesses géologiques, culturelles et écosystémiques du Beaujolais, celui du second repose sur la sensibilisation aux enjeux environnementaux du XXI^e siècle.

2 - Publics

L'exposition s'adresse au grand public non spécialiste des thématiques abordées, des enfants (à partir de 9 ans) aux adultes. Ce choix d'ouverture de l'exposition implique l'adaptation des contenus à différents profils de visiteurs et, par conséquent, l'usage de différents niveaux de lecture. Les limites entre chaque niveau de lecture sont perméables, un visiteur pouvant aisément passer d'un niveau à l'autre en fonction de son affinité avec le sujet abordé ou les outils de médiation utilisés.

3 - Validation scientifique

Un comité scientifique a été constitué pour le montage du dossier de candidature du Beaujolais au classement « UNESCO Global Geopark ». Sur sollicitation, ce comité scientifique veille à la pertinence des informations transmises par les contenus pédagogiques élaborés par le Géoparc Beaujolais.

4 - Fil conducteur

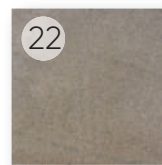
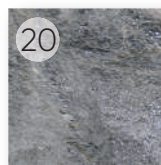
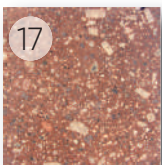
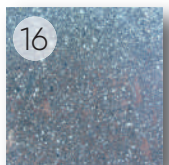
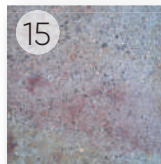
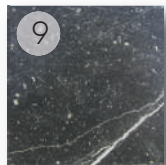
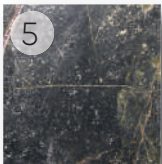
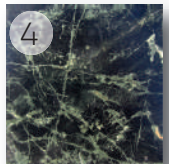
Au regard de la diversité des roches donnant corps au sous-sol beaujolais, la chronologie s'impose comme un axe évident de lecture de la géologie du Géoparc Beaujolais. C'est le fil conducteur choisi pour cette exposition, s'appuyant sur des reliques matérielles (roches, minéraux, fossiles) des grandes étapes du récit géologique régional.

La lecture mise en avant dans les outils de médiation (panneaux, cartels, jeux) est celle de l'observation scientifique, l'exposition invitant les visiteurs à partir des objets géologiques pour construire une image du passé.

La chronologie aboutit à l'époque actuelle, cette dernière essaimant elle aussi des témoignages géologiques. Le final de l'exposition s'attarde ainsi sur ces marques contemporaines, notamment sur l'empreinte globale et locale de l'Homme.

Un deuxième axe de lecture se dégage des objets géologiques sélectionnés, en l'occurrence leurs usages historiques et actuels. La diversité lithologique du Beaujolais amène à un vaste champ d'utilisations du monde minéral. Les fonctions les plus communes sont celles de matériaux de construction, notamment au travers de roches emblématiques telles que la « Pierre Dorée » et le microgranite rouge du Reins. L'autre fonction principale est celle du minéral, essentiellement destiné à la production de cuivre et de plomb en Beaujolais. En ciblant plusieurs usages des matériaux géologiques, l'exposition vise dans ce deuxième axe à sensibiliser à l'importance des géosciences dans le monde quotidien.

- 1 : Gneiss à deux micas – Rivolet
- 2 : Diorite – Saint-Laurent d'Oingt
- 3 : Calcaire à gryphées – région des Pierres Dorées
- 4 : Cornéenne – Mont Brouilly
- 5 : Trachyte métamorphisée – Rivolet
- 6 : Diorite – Vauxrenard
- 7 : Calcaire à entroques « pierre dorée » – région des Pierre Dorées
- 8 : Calcaire oolithique « pierre de Lucenay » – région des Pierres Dorées
- 9 : Calcaire bioclastique carbonifère – Thizy-les-Bourgs
- 10 : Rhyodacite – Saint-Didier-sur-Beaujeu
- 11 : Granite « de Fleurie » - Odenas
- 12 : Microgranite – Saint-Julien
- 13 : Gneiss – Saint-Julien
- 14 : Ignimbrite « tuf Picard » - Grandris
- 15 : Grès arkosique – Avenas
- 16 : Ignimbrite – Amplepuis
- 17 : Microgranite – vallée du Reins
- 18 : Granite, faciès porphyrique – Saint-Étienne-des-Oullières
- 19 : Granite aplitique – Les Ardillats
- 20 : Marne – Oingt
- 21 : Gneiss – Dareizé
- 22 : Grès fin – Châtillon d'Azergues



10 cm

CALCAIRE À OOLITHES
(-165 Ma JURASSIQUE)
Dites "Pierre de Lucenay", c'est la pierre blanche de la cathédrale St-Jean. Composé de billes de calcaires. Apprécié des tailleurs de pierre pour sa finesse et sa clarté.

TUILES
Élaborées à partir d'argile du Jurassique, résultat d'un façonnage complexe et d'une cuisson longue. Leur forme et leur nature assurent étanchéité et résistance.



Lavoir de Lucenay

Un exemple d'usage classique de matériaux géologiques au sein du bâti...

5 – Récit géologique du Beaujolais

La géologie à l'échelle d'un territoire, quelle que soit sa surface, d'une simple parcelle viticole à une région naturelle entière, est indissociable de la géologie à grande échelle. Comprendre la géologie d'un territoire nécessite l'observation des territoires voisins, les roches formant des ensembles débordant largement des cadres climatiques, topographiques, biologiques et administratifs.

Le terme « récit » véhicule une idée de continuité. Or celle-ci s'accorde mal avec la géologie telle qu'elle est exposée par les roches s'offrant à la vue du géologue. Les roches fournissent des informations sur des instants précis, sur l'époque de leur formation et de leurs transformations, si elles en ont subi. Relier ces informations entre elles aboutit à un récit incomplet, où les lacunes sont nombreuses.

Le Beaujolais ne fait pas exception, les roches qu'on y rencontre sont autant de reliques de périodes anciennes qui alimentent un récit géologique partiel, alternant des épisodes très détaillés avec de véritables silences géologiques.

Échelle des temps géologiques



Ma = million d'années

Les roches les plus anciennes du Beaujolais ont un âge avoisinant 500 millions d'années. À notre échelle temporelle d'être humain et même à l'échelle du règne animal, un tel âge peut paraître lointain alors qu'à l'échelle de la planète Terre, 500 millions d'années représentent un âge relativement récent.

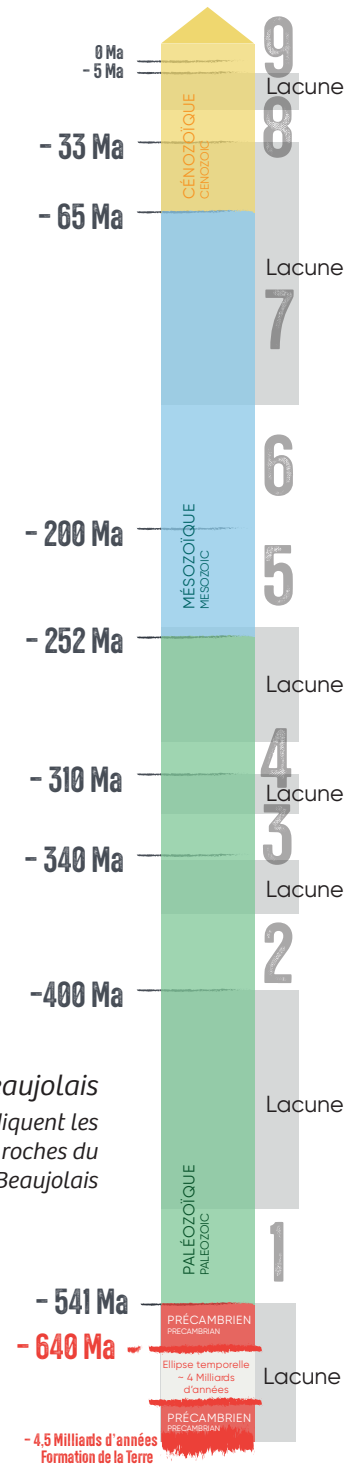
En considérant la géologie du globe terrestre, de toutes les surfaces continentales, le Beaujolais est à classer parmi les terrains jeunes. Le Beaujolais manifeste dans son sous-sol une histoire courte mais très mouvementée. On peut découper cette histoire en neuf grandes étapes, entre lesquelles s'intercalent des vides, des creux chronologiques pleins d'incertitudes.

Les neuf grandes étapes de l'histoire géologique du Beaujolais sont détaillées dans les pages suivantes.

- 1 : Les premiers témoins
- 2 : Mer éphémère
- 3 : De cendres et d'eau
- 4 : Hautes montagnes & plutons
- 5 : Érosion
- 6 : Flot & jusant
- 7 : Silence
- 8 : L'écho des Alpes
- 9 : Quaternaire

Chronologie géologique du Beaujolais

- Les parties grises indiquent les périodes non représentées par les roches du Beaujolais



L'exposition se propose donc de présenter l'histoire géologique du Beaujolais en neuf tableaux. Chacun des tableaux illustre l'une des étapes structurantes de la géologie du territoire. Des objets géologiques, pour l'essentiel des échantillons de roche, apportent un témoignage physique de ces étapes. En parallèle, l'exposition aspire à indiquer les usages anthropiques de quelques-unes des roches exposées, usages indiqués au travers d'objets physiques également. À titre d'exemple, le calcaire à entroques (connu localement sous l'appellation « pierre dorée ») est mis en relation avec les différents produits de son exploitation : sac de ciment, sac de chaux, plastique automobile (plastique enrichi en calcite) et flèches en silex (issues des bancs de silex du calcaire à entroques).

Une place particulière est donnée au neuvième et dernier tableau, consacré au « Quaternaire ». Les objets sélectionnés donnent corps à deux histoires distinctes, d'une part, celle des dernières grandes glaciations quaternaires, d'autre part, celle du « temps présent ». Cette seconde thématique du « temps présent » vise à apporter des éléments de réflexion sur les traces géologiques laissées par l'Homme. Les objets utilisés sont ainsi des objets anthropiques marqueurs de « l'Anthropocène ».

-4,5 Milliards d'années
Formation de la terre

PRÉCAMBRIEN
PRECAMBRIAN

Elisee temporelle
~ 4 Milliards
d'années

PRÉCAMBRIEN
PRECAMBRIAN

-640 Ma

PRÉCAMBRIEN
PRECAMBRIAN

-541 Millions
d'années (Ma)

PALÉOZOÏQUE
PALEOZOIC

-400 Ma

-340 Ma

-310 Ma

-252 Ma

-200 Ma

MÉSOZOÏQUE
MESOZOIC

-65 Ma

-33 Ma

-5 Ma

0 Ma

CÉNOZOÏQUE
CENOZOIC

Cambrien - Les premiers témoins

Orthogneiss de Saint-Julien
Paragneiss de Joux
Gneiss de Scandinavie UGGp
Gneiss imprégné de pyrite
Bouteille des Vignerons des
Pierres Dorées (« Gneiss »)
Mousseline

1

Dévonien - Océan éphémère

Schiste vert
Gabbro
Serpentinite
Diorite (mt Brouilly & Légnay)
Basalte des Açores UGGp
Marbre
Amas sulfuré
Acide sulfurique
Bouteille du domaine Joncy
(cuvée « Le Volcan »)

2

Moscovien - Hautes montagnes

Granite des crus & granite gris
Filon baryto-fluoré
Plomb de pêche
Dentifrice
Contact granite/cornéenne
Granite chinois UGGp
Pyromorphite & galène
Quartz de Beaujeu
Bouteille du domaine Forest
(cuvée « Granitic »)

4

Viséen - De cendres et d'eau

Conglomérat
Galet à cupule
Rhyolite
Tuf pyroclastique & cinérite
Tuf des Açores UGGp
Plantes fossilisées
Bombe volcanique
Charbon UK UGGp
Asphalte

3

Trias - Érosion

Rides de plages
Meule en grès
Empreintes de reptiles
Grès du Canada UGGp

5

Jurassique - Flot & jusant

Calcaire à entroques à banc de silex
Calcaire à gryphées
Marnes
Ammonite à traces de morsure
Tuile
Sculpture en calcaire oolithique
Silex taillés
Ciment Lafarge
Sable oolithique
Papier blanc & plastique automobile

6

Jurassique supérieur & crétacé

Aucune roche

7

Oligocène - L'écho des Alpes

Azurite
Calcite
Romanéchite
Rouleau de cuivre
Porcelaine
Bloc de grès
imprégné d'azurite

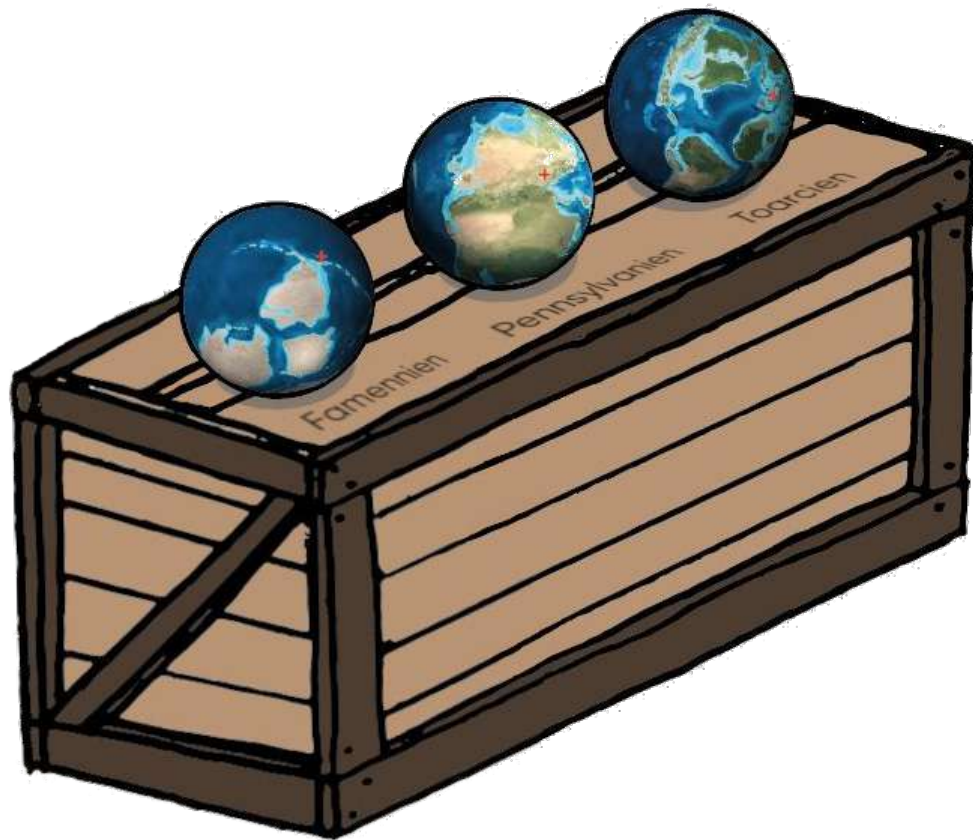
8















Quaternaire - temps glaciaires

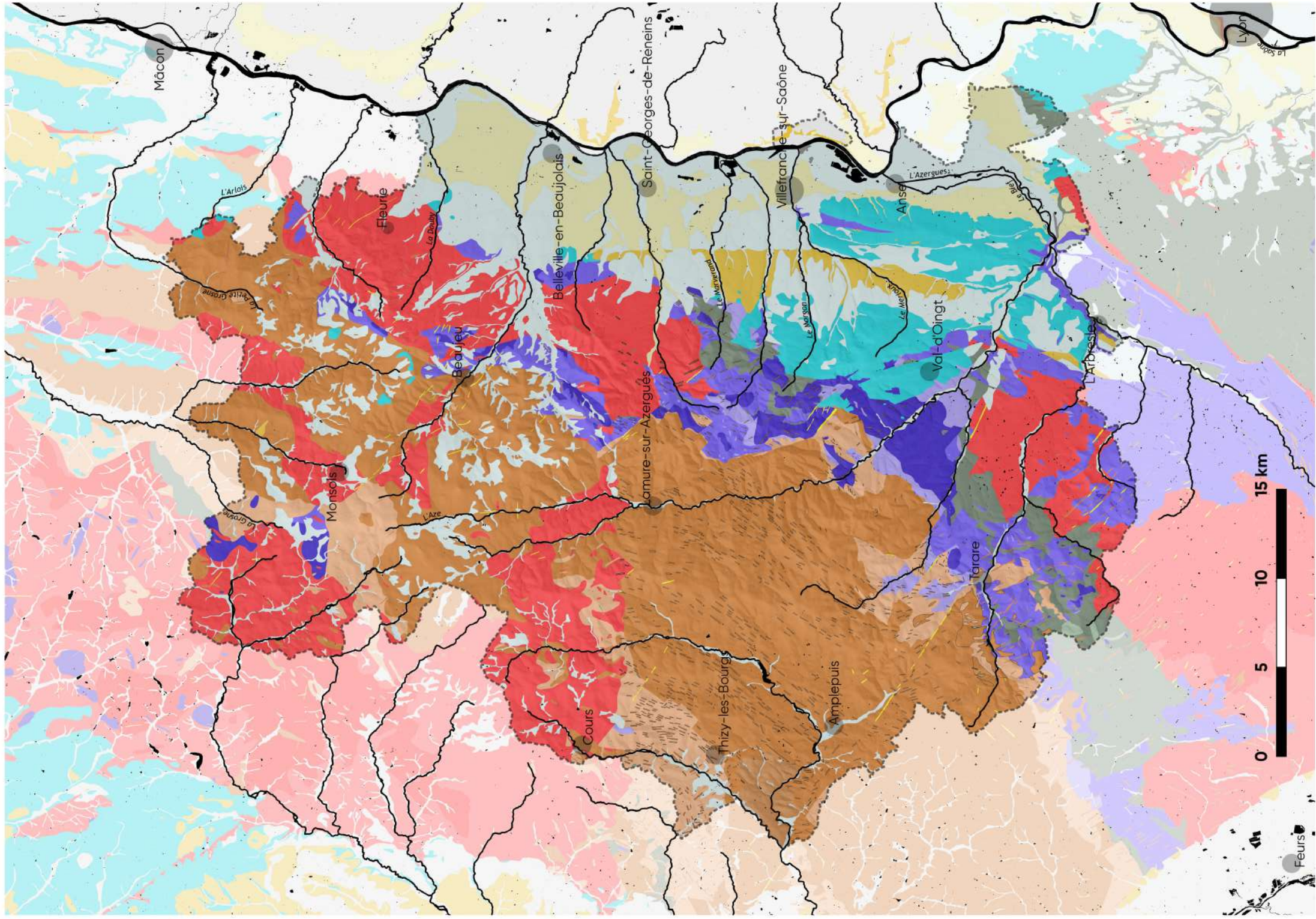
Bloc glaciaire
Alluvions de la Saône
Scorie
Plastiglomérat
Galet de ciment
Boîte de « Cristal
Tupic »

9

Les neuf grands tableaux de l'exposition sont appuyés par des éléments englobant toute la chronologie. C'est le cas d'un des montages souhaités pour l'exposition où est présentée l'évolution de la géographie sur trois globes terrestres. Chaque globe représente la répartition des continents à des moments-clés de l'histoire géologique du Beaujolais. Les trois époques concernées sont le Famennien, le Pennsylvanien et le Toarcien.



-  Alluvions & colluvions anciens et récents
-  Formations glaciaires et périglaciaires du Würm
-  Formations sédimentaires et colluvions tertiaires
-  Formations sédimentaires triassiques et jurassiques
-  Plutons granitiques (Pennsylvanien)
-  Formations sédimentaires viséennes (& Carbonifère supérieur)
-  Dépôts pyroclastiques, laves & filons de microgranite associés au volcanisme de collision du Viséen supérieur
-  Roches volcaniques & complexe ophiolitique du Dévonien
-  Massifs hypovolcaniques du Dévonien
-  Formations sédimentaires du Dévonien
-  Sédiments métamorphisés anté-dévonien
-  Socle métamorphique anté-dévonien
-  Roches filoniennes : quartz
-  Roches filoniennes : Rhyolite



5.1

-500 Ma
Cambrien

Les premiers témoins

Dans le Sud du Beaujolais affleurent des roches à l'aspect très torturé et aux multiples ondulations. L'une d'entre elles se délite en feuillets d'une grande finesse, on l'appelle micaschiste ; une autre se fragmente en grains de sable, il s'agit du gneiss.

Ces roches sont les plus anciennes du Beaujolais, environ 500 millions d'années nous séparent de leur époque de formation. 500 millions d'années représentent une durée favorable à la transformation de ces roches, par exposition à de grandes variations de température et de pression. On parle de métamorphisme.

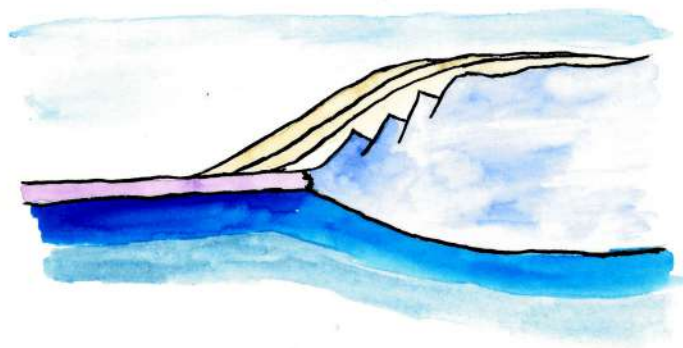
Les roches anciennes du Beaujolais, antérieures à -310 millions d'années, sont toutes métamorphisées. On nomme « protolithe » la roche initiale subissant le métamorphisme. Par analogie, on pourrait désigner une pâte à pain comme le protolithe du pain, qui, une fois cuite, diffère en texture et en structure de la pâte initiale. Dans le cas de la plupart des gneiss observables dans le Sud du Beaujolais (Éveux, Montmelas), le protolithe est un granite. Quant aux micaschistes visibles au voisinage des gneiss, ils ont pour protolithe une roche sédimentaire.

Tous ces indices nous amènent à imaginer le contexte de formation de ces roches, en l'occurrence un lieu réunissant du granite, des roches sédimentaires ainsi qu'un phénomène géologique conduisant à la transformation de ces roches.

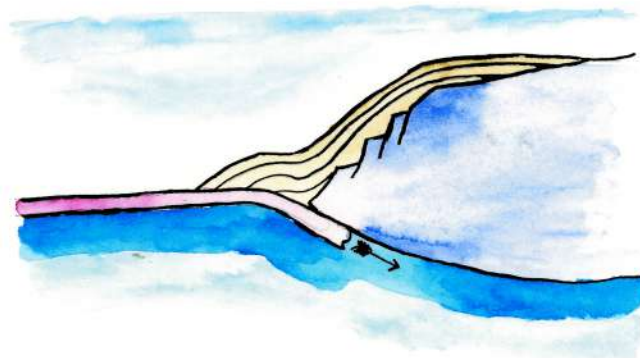
À cette époque (au Cambrien), le Beaujolais primitif se trouve vraisemblablement en limite de plaques tectoniques. Le phénomène de subduction (de glissement d'une plaque tectonique sous une autre) se déroule à hauteur de ces limites, il génère des contraintes propices au métamorphisme. En effet, dans ce type de contexte, certaines roches sont réunies et des contraintes favorables à la formation du gneiss et du micaschiste s'exercent.

La compréhension des mouvements des continents au fil du temps nous permet de modéliser l'emplacement et la morphologie des continents au cours des derniers 600 millions d'années. Les modèles situent le Beaujolais non loin du pôle Sud au Cambrien.

Coupe d'un talus continental



Coupe d'un talus continental en contexte de subduction



Océan



Manteau lithosphérique



Sédiments



Asthénosphère



Croûte continentale

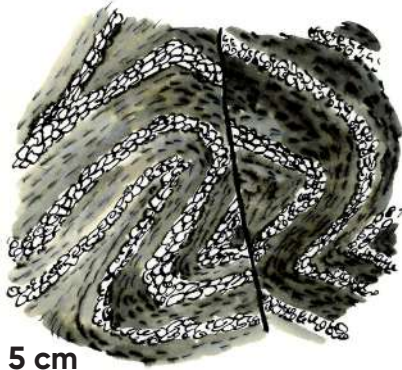


Croûte océanique

Les gneiss et les schistes sont les roches les plus représentatives du Cambrien du Beaujolais. L'exposition inclut un orthogneiss (gneiss de Dareizé) ainsi qu'un paragneiss (gneiss de Joux), l'un illustrant une roche métamorphique d'origine magmatique, l'autre une roche métamorphique de nature sédimentaire. Un autre faciès du gneiss de Joux, imprégné de pyrite, est sélectionné pour ce tableau.

Le gneiss forme, dans la moitié Sud du Beaujolais, l'un des terroirs viticoles. Une bouteille de gamay planté sur du gneiss (cuvée « Pépites » de la coopérative des Vignerons des Pierres Dorées) marque cette relation culturelle et souligne la démarche des viticulteurs de mise en valeur de la géologie locale.

L'industrie du tissu est en partie liée à la géologie, le traitement des textiles exigeant des eaux acides et relativement dépourvues d'éléments dissous. Les eaux du bassin de la Trambouze, de la Turdine, circulant uniquement dans les vieux massifs remplissent cette condition. Un vêtement en mousseline, tissu dont la production est pour la première fois industrialisée à Tarare, apporte un exemple d'impact des sous-sols sur l'implantation des productions industrielles.



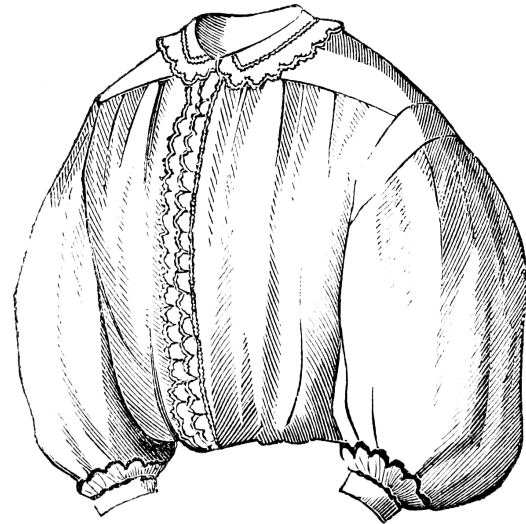
5 cm

Gneiss dit « de Dareizé » - Saint-Loup. Les bandes blanches sont majoritairement composées de quartz et de feldspaths, les bandes sombres contiennent plutôt des minéraux ferro-magnésiens (pyroxènes, amphiboles, micas, etc.)



5 cm

Micaschiste - Montmelas



Gravure d'un habit en mousseline du XIX^e siècle

5.2 -370 Ma
Dévonien

Mer éphémère

150 millions d'années nous séparent déjà de la première étape de notre récit. Durant cette lacune non renseignée par les roches du Beaujolais, on sait d'après l'examen des roches des régions voisines que l'Europe de l'Ouest s'est trouvée au milieu d'une série de collisions entre plusieurs micro-continents. On sait également qu'une subduction est en cours, conduisant elle-même deux continents vers une collision certaine.

Au Dévonien, les terrains qui deviendront le Beaujolais, se localisent en arrière d'une zone de subduction. De manière comparable à l'actuelle Cordillère des Andes, la zone de subduction forme en surface un arc volcanique très actif, dont on trouve aujourd'hui les traces dans les monts du Morvan. Le Beaujolais connaît lui aussi une activité volcanique, mais très différente. Le phénomène de subduction amène à des étirements des continents. À l'instar d'une pâte à pizza trop étirée, les continents se déchirent, dessinant ainsi des micro-océans. On parle de « rift » pour désigner ces mers embryonnaires et de « rift de la Brévenne » dans le cas de la mer du Beaujolais créée par subduction. Le fond de ces mers est un espace où l'activité volcanique est présente. En témoignent les laves en coussins qu'on peut apercevoir sur les routes autour de l'Arbresle. Les coussins de lave ne se mettent en place que par refroidissement d'un magma au contact de l'eau.

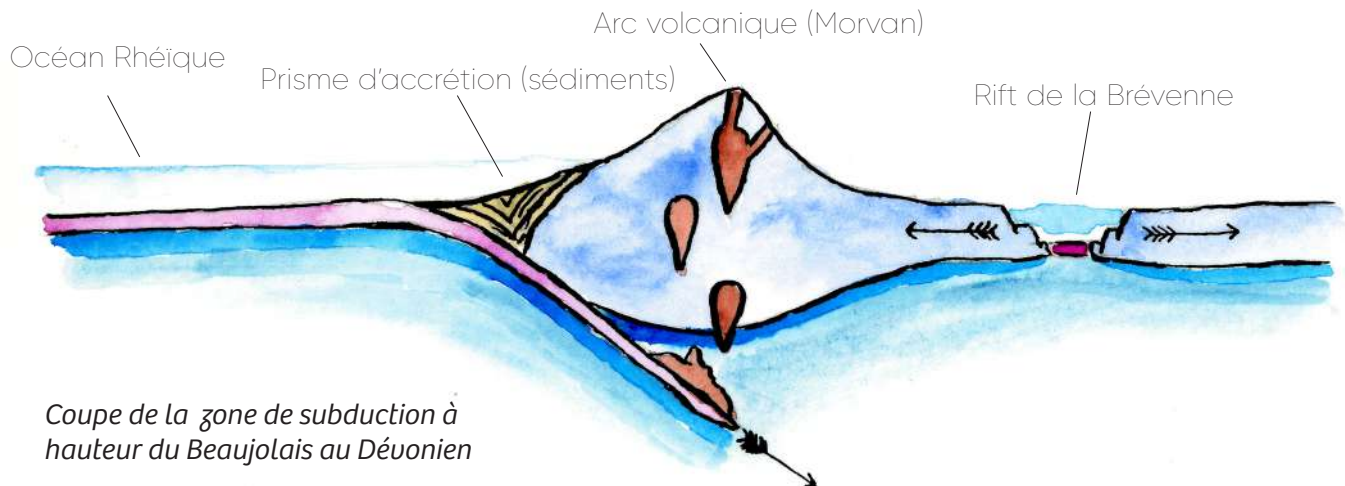
Comme dans tout océan et toute mer, le rift de la Brévenne est un bassin sujet à la sédimentation. Des fleuves débouchent très probablement dans cette mer, apportant leurs bagages de sable et d'argile. On rencontre d'épaisses accumulations de sédiments vers Ternand et Létra sous forme de schistes. Les schistes incluent même des lentilles de calcaire (proches du marbre).

Au Dévonien vont également s'agglomérer des roches qui feront la richesse du sous-sol du Beaujolais. Tapissées sur les fonds marins, des cheminées naturelles s'élaborent par l'action de l'eau circulant dans les roches de la croûte océanique.

Sur son trajet, l'eau capte des métaux qu'elle restitue dans ces cheminées après s'être réchauffée. 370 millions d'années plus tard, les Hommes exploiteront ces métaux (le cuivre et le fer notamment) dans les mines du Beaujolais.



« Fumeurs noirs » (cheminées sous-marines), les variations de couleurs s'expliquent par des concentrations fluctuantes en soufre, en minéraux ferro-magnésiens, en métaux non ferreux, etc. L'ensemble mesure deux à trois mètres de hauteur



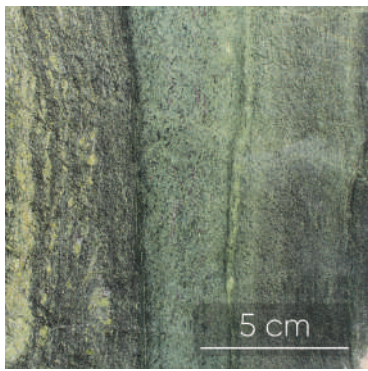
Le Dévonien est la période laissant les vestiges les plus complexes du Beaujolais. Il inclut des faciès volcaniques, des faciès plutoniques et enfin des horizons sédimentaires. L'ensemble des unités géologiques du Dévonien du Beaujolais est métamorphisé, compliquant davantage un résumé succinct de cette étape géologique. L'exposition présente les reliques de quelques faits géologiques du Dévonien.

La sous-unité dévonienne dite de la « Brévenne » est détaillée au travers de quatre roches : le schiste vert (l'Arbresle), le gabbro (Rivolet), la serpentinite (Légny) et pour finir l'amas sulfuré (Saint-Pierre-la-Palud). Les trois premières forment un cortège ophiolitique, un échantillon de croûte océanique. La dernière, l'amas sulfuré, est une particularité liée à ce même cortège. L'amas sulfuré, majoritairement composé de pyrite, a trouvé un usage industriel dans la fabrication d'acide sulfurique (une bouteille d'acide est également présentée).

En comparaison, le schiste vert (métabasalte) de l'Arbresle est présenté en parallèle d'un basalte contemporain du Géoparc des Açores.

Le Dévonien livre en Beaujolais de nombreuses roches plutoniques, en particulier d'importants massifs dioritiques (souvent métamorphisés). Les viticulteurs nomment ces diorites « Pierres Bleues », et relaient largement ce passé magmatique dans certains crus du Beaujolais, notamment le cru de « Côte de Brouilly ». Un bloc de métadiorite du mont Brouilly est, dans ce cadre, mis à côté d'une bouteille « Le Volcan » (domaine de Joncy). Est soulignée la nature essentiellement plutonique/hypovolcanique des roches du mont Brouilly.

Une dernière roche vient compléter le tableau dévonien, le « marbre de Ternand » (calcaire quartzitique), marqueur d'une activité sédimentaire.



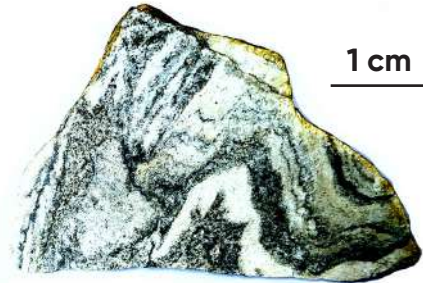
Schiste vert (métabasalte)



Basalte actuel des Açores



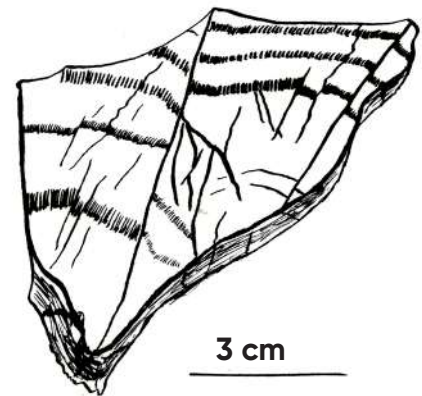
Gabbro - Rivolet



Échantillon d'amas sulfuré - Chessy



Serpentinite - Légny



« Marbre de Ternand » (calcaire siliceux) - carrière du mont Jonc

5.3 -335 Ma Carbonifère inférieur

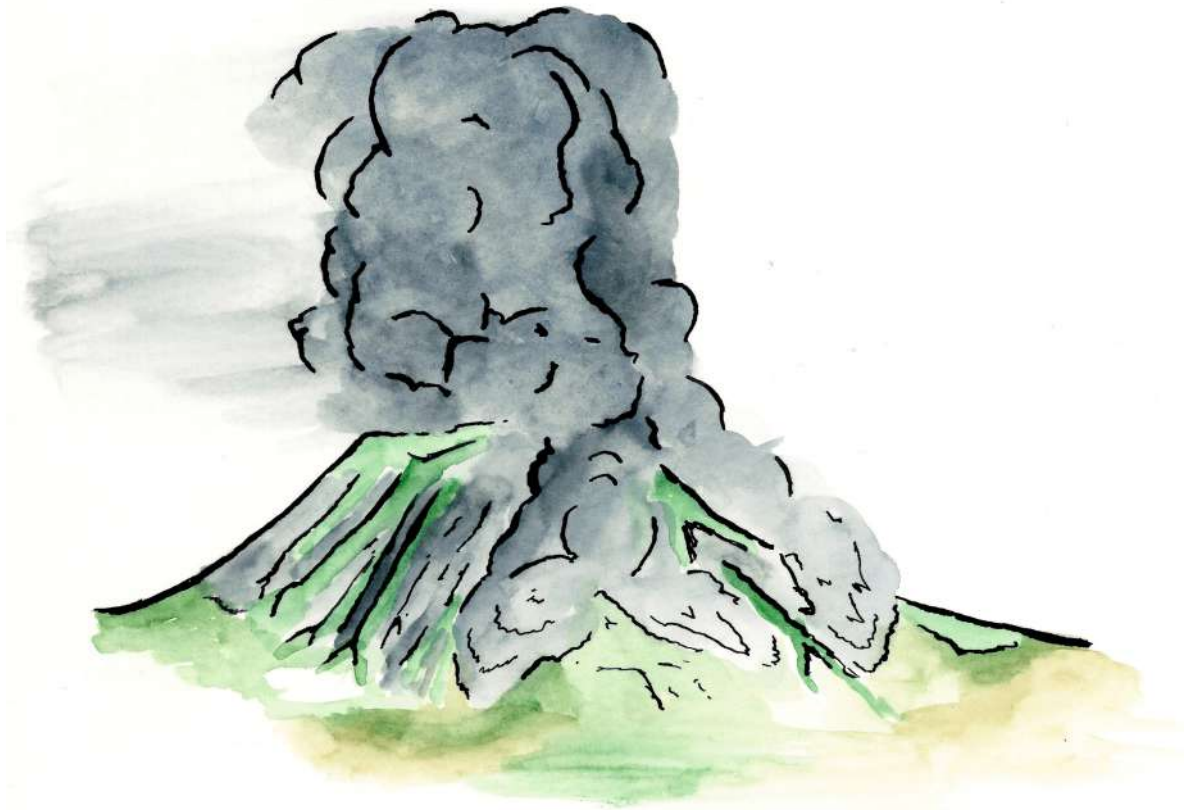
De cendres et d'eau

Au Carbonifère, période s'étalant de -346 Ma à -300 Ma, la subduction s'achève sur une rencontre entre deux continents, clôturant une série de collisions continentales qui façonne l'Europe primitive. Cette rencontre entre les deux continents a pour conséquence la fermeture de la mer de la Brévenne, la formation d'une chaîne de montagnes, nommée « chaîne hercynienne » ou « chaîne varisque » et l'amorce d'un volcanisme typique des zones de collision.

Le paysage du Beaujolais au début du Carbonifère s'apparente à des rivages de grands lacs (ou de mers intérieures) bordés de volcans. Ces lacs ou ces mers intérieures, comme tout bassin naturel, se remplissent de sédiments. Le Nord et l'Ouest du Beaujolais reposent en partie sur des accumulations de sables et de limons déposées dans ce contexte (entre-temps consolidées en roches). Quelques couches livrent même des traces du paysage végétal de l'époque, au travers de quelques veines de charbon.

Les sédiments du Carbonifère sont omniprésents sur une part importante du Beaujolais. Ils sont toutefois occultés en surface par une couverture de roches volcaniques.

Le volcanisme de collision implique des magmas très acides (acide signifiant riche en quartz) et ainsi très visqueux. Les volcans actuels libérant ce type de magma nous permettent d'imaginer, au Carbonifère, des éruptions violentes. Les éruptions sont déclenchées par une augmentation de pression dans la chambre magmatique jusqu'à un certain seuil où l'édifice volcanique finit par exploser. Il projette alors de très importantes quantités de cendres et d'autres particules incandescentes dans l'atmosphère. Lorsqu'ils retombent, ces débris « pyroclastiques » (cendres, bombes volcaniques, lapilis, etc.) peuvent se souder selon leur chaleur résiduelle. Les retombées issues des volcans du Beaujolais se sont entassées durant plusieurs centaines de milliers voire plusieurs millions d'années, constituant des dépôts dépassant les 300 m d'épaisseur. On parle de « tufs pyroclastiques » pour désigner ces dépôts.



Coupe de la zone de collision à hauteur du Beaujolais au Carbonifère inférieur

Le Carbonifère et plus précisément le Viséen (-340 Ma) est la période géologique marquant le plus la géologie du Beaujolais. Deux tiers de la surface du Beaujolais reposent sur des roches viséennes.

En termes chronologiques, le Viséen s'amorce par d'importants dépôts sédimentaires. Une roche rend compte de cet épisode, un poudingue comportant de gros galets de calcaire. Un galet à cupule est aussi présenté, celui-ci portant les stigmates des perturbations tectoniques du Carbonifère. Des échantillons de plantes fossilisées (fougères, calamites et prêles) viennent souligner l'aspect sédimentaire des premières formations du Viséen.

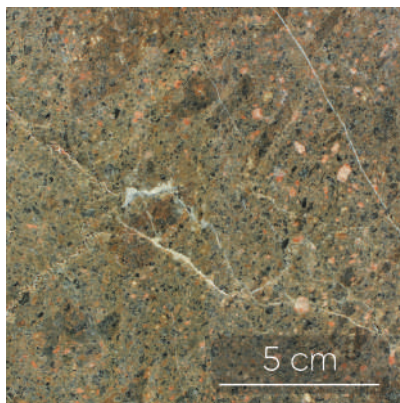
La plus grande part des formations viséennes est volcanique. Trois objets l'illustrent : un bloc de tuf pyroclastique fiammé, un bloc de rhyolite ainsi qu'une bombe volcanique. Les tufs étant relativement métamorphisés, un bloc de tuf fiammé actuel (du Géoparc des Açores) est exposé.

Sur le plan des usages faits des roches viséennes par l'Homme, le tableau Carbonifère évoque la production de granulats. Les tufs et les rhyodacites sont effectivement utilisés en granulats dans les travaux routiers (à ce titre, un bloc d'asphalte est exposé).

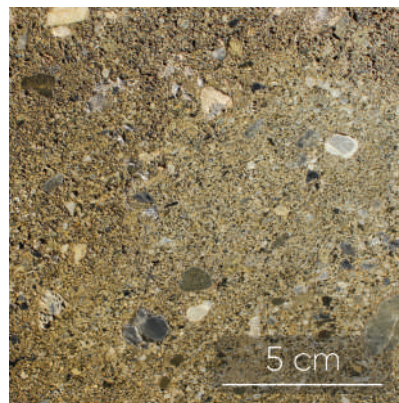
4 cm



Tuf actuel des Açores



Tuf du Viséen du Beaujolais



Microconglomérat du Viséen du Beaujolais

3 cm



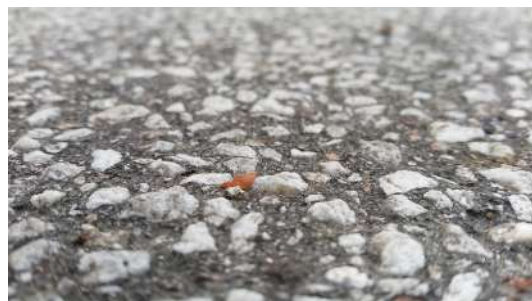
Rhyolite (lave acide) du Carbonifère - Tarare



Bombe volcanique du Viséen du Beaujolais



Feuille fossilisée - hameau de Glaizé, commune de Sainte-Paule



Asphalte incorporant des granulats en tuf volcanique



Bloc d'anthracite du Royaume-Uni

5.4 ^{-310 Ma} Carbonifère supérieur

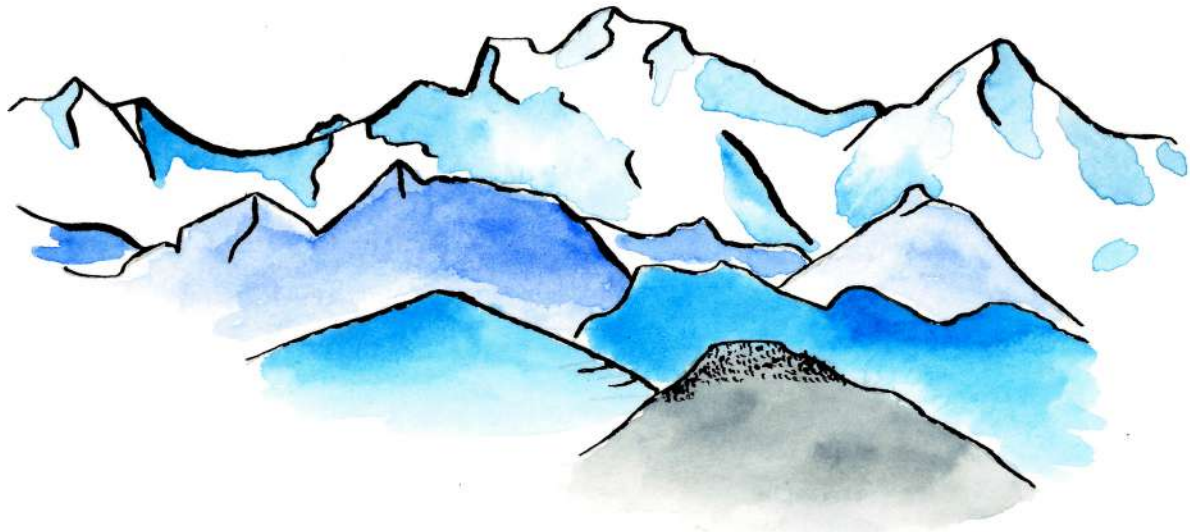
Hautes montagnes & plutons

Au cours du Carbonifère, le rapprochement entre les continents se poursuit et le volcanisme s'estompe. La pression s'accumule toujours entre les continents, il en résulte un fort épaissement des montagnes. La chaîne hercynienne s'impose alors comme une vaste chaîne de montagnes comparable à l'Himalaya actuel.

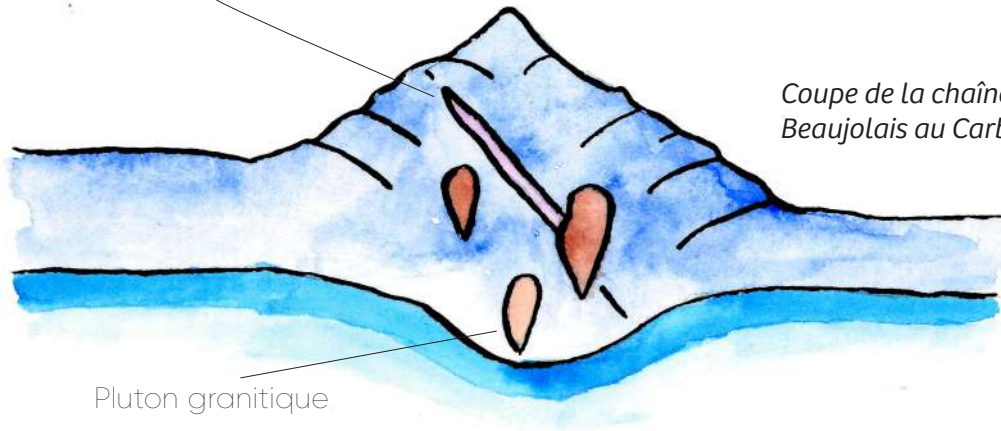
En profondeur, des masses de magma se figent très lentement. Les géologues appellent « plutons » ces grandes poches de magma piégées dans la croûte terrestre. Plusieurs centaines de milliers, voire quelques millions d'années, sont nécessaires au refroidissement complet des plutons. Le granite est la roche formée dans ces plutons. Pendant cette longue phase de refroidissement, les plutons affectent les roches qu'ils recoupent. Avec des températures avoisinant les 1 000 °C, une auréole de chaleur se dégage autour d'eux, cuisant les roches rencontrées. On parle de métamorphisme de contact. De telles températures peuvent restructurer les roches et créer de nouveaux minéraux. Le grenat est l'un de ces minéraux formés par exposition de certaines roches à la chaleur.

Les roches incluses dans la chaîne hercynienne, en particulier les roches enfouies à plusieurs kilomètres de profondeur, subissent des transformations en réponse aux très hautes pressions générées par la collision continentale. L'essentiel des roches anciennes du Beaujolais (antérieures au Carbonifère) acquiert son caractère métamorphique pendant l'orogénèse hercynienne (le terme « orogénèse » désigne la genèse des montagnes).

En agissant comme de véritables réacteurs, les plutons mettent en mouvement des fluides « hydrothermaux » (littéralement des eaux chaudes). Ces fluides composés d'eau et de quartz, en circulant au sein des plutons et des roches avoisinantes, se chargent d'éléments chimiques. Les fluides empruntent le réseau dense de fissures mis en place par les plutons et l'orogénèse, qu'ils tapissent sur leur passage de dépôts de quartz. Toutes ces fissures finissent par se combler de quartz et d'autres minéraux, tels que la barytine et la fluorine, constituant des filons que les mineurs du Beaujolais exploiteront dès l'Antiquité.

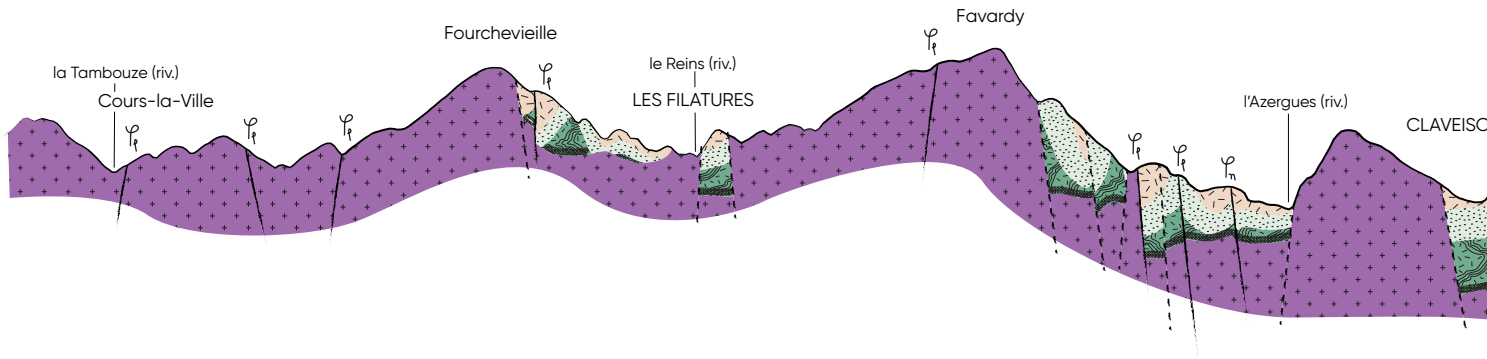










Ophiolite (morceau de croûte océanique)



Coupe de la chaîne hercynienne à hauteur du Beaujolais au Carbonifère supérieur

OUEST



-  Formations alluvionnaires de la Saône
-  Colluvions tertiaires
-  Niveaux sédimentaires du Trias au Jurassique moyen
-  Ignimbrites du Viséen supérieur
-  Série détritique du Viséen inférieur & moyen
-  Leucogranite aplitique du Moscovien
-  Granite porphyroïde à biotite du Moscovien
-  Formation volcanique du Dévonien

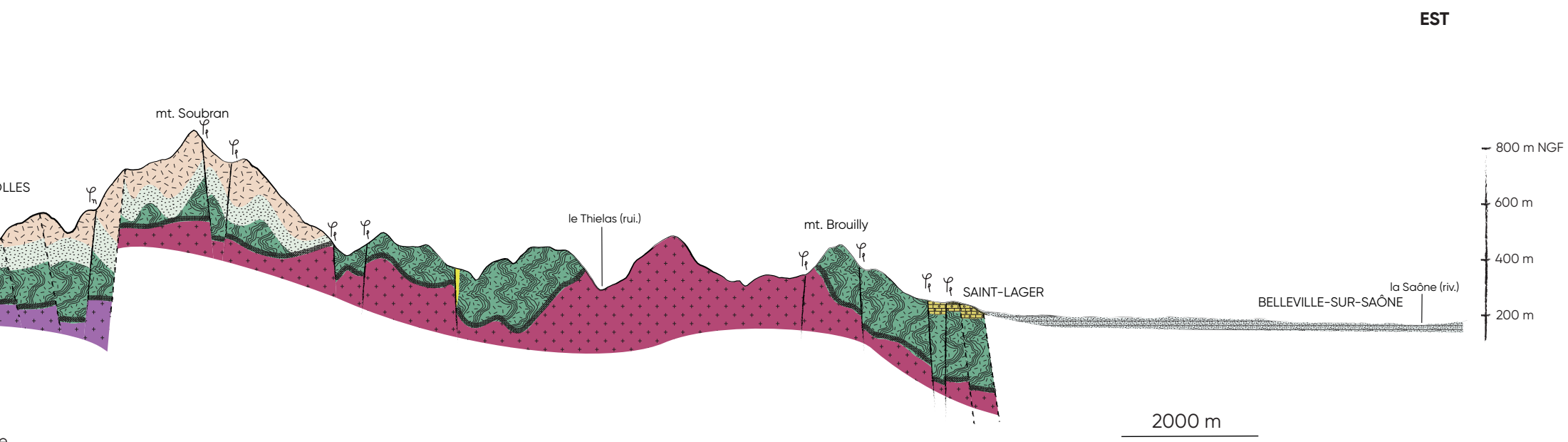


Filon de quartz

Ψ_f Failles associées à l'orogénèse alpine

Ψ_m Failles associées à l'orogénèse hercynienne

 Auréole de métamorphisme de contact

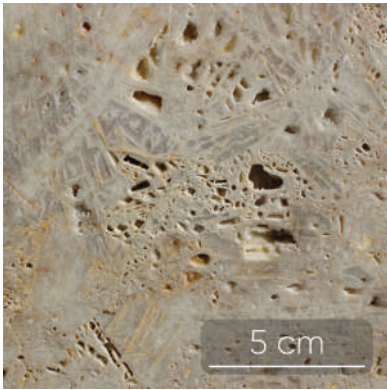


Coupe géologique du Beaujolais à hauteur de Claveisolles

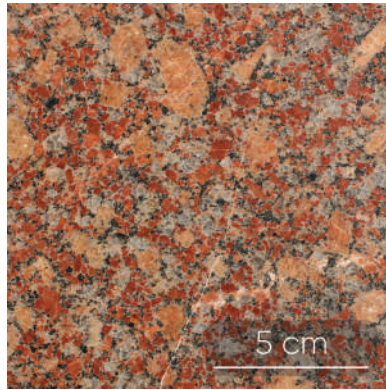
La vaste chaîne hercynienne façonne le Beaujolais encore une fois au Carbonifère. Dans la seconde moitié de cette période, des plutons granitiques s'immiscent dans la croûte terrestre et affectent profondément le substrat. La roche emblématique du Carbonifère supérieur du Beaujolais est le granite. Deux granites sont très répandus en Beaujolais, à la fois dans son sous-sol et dans son bâti ancien. Le granite rouge dit « d'Odenas-Fleurie » ainsi que le granite gris dit « de Saint-Étienne-des-Oullières » sont exposés. Une bouteille de « Granitic » du domaine Fabien Forest illustre un terroir sur granite, le granite étant la roche la plus présente sur le vignoble des crus du Beaujolais.

Les plutons granitiques entraînent dans leur formation la mise en place de nombreux filons de quartz minéralisés et non minéralisés. L'exposition incorpore deux blocs issus de filons du Nord beaujolais, l'un purement quartzitique, l'autre baryto-fluoré. Un échantillon minéralogique de galène représente l'autre type de filon (type BPGC) typique de cette période.

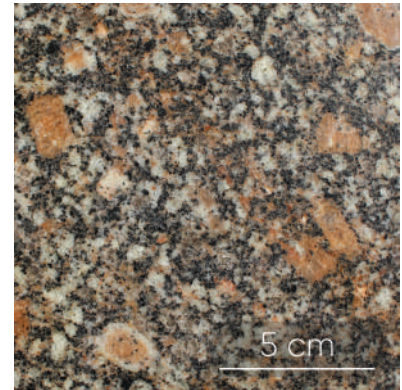
Les minéraux extraits dans ces filons trouvent de nombreux usages. Pour l'exposition, des parallèles sont établis entre, d'un côté, le filon baryto-fluoré et le dentrifrice (riche en fluor), d'un autre côté, la pyromorphite/galène et un plomb de pêche.



Quartz hydrothermal



Granite « d'Odenas/Fleurie »



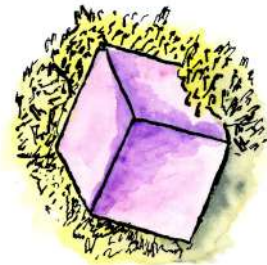
Granite « de Saint-Étienne »



Galène



Barytine



Cube de fluorine - Lantignié



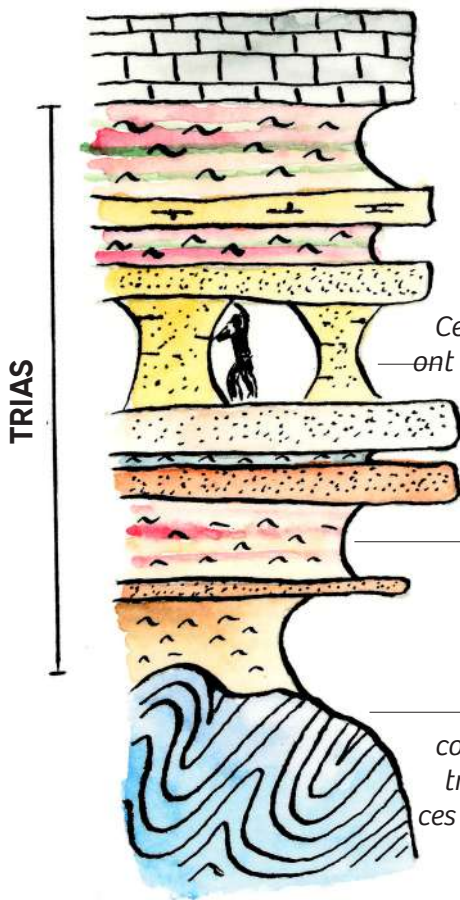
5.5 -250 à 201 Ma
Trias

Érosion

Cette étape du récit géologique du Beaujolais nous amène 70 millions d'années après la sur-rection du grand massif hercynien, 70 millions d'années au cours desquelles les agents de l'érosion (la pluie, le vent, le gel) ont démantelé les montagnes. En Beaujolais, d'épais niveaux de sables indurés, les grès, rappellent qu'il ne faut que quelques dizaines de millions d'années pour réduire l'une des plus vastes montagnes qu'aït connue la Terre en poussière.

Les grès, dont l'épaisseur peut dépasser les vingt mètres, consistent en une roche sédimentaire composée de grains cimentés entre eux. On rencontre en Beaujolais une grande diversité de grès, différents selon leur granulométrie (taille des grains) et selon la composition de leur ciment (calcaire, siliceux, argileux, etc.). Quel que soit le type de grès, il s'est déposé en milieu côtier ou estuarien (peut-être un delta). Les grès grossiers (à gros grains) témoignent d'un hydrodynamisme fort (zone de courant, de déferlement des vagues), tandis que les grains fins indiquent un contexte de dépôt plus tranquille. C'est sur ces grès fins qu'on peut croiser des empreintes de protodinosaurés, empreintes préservées grâce au recouvrement par une autre couche de sable.

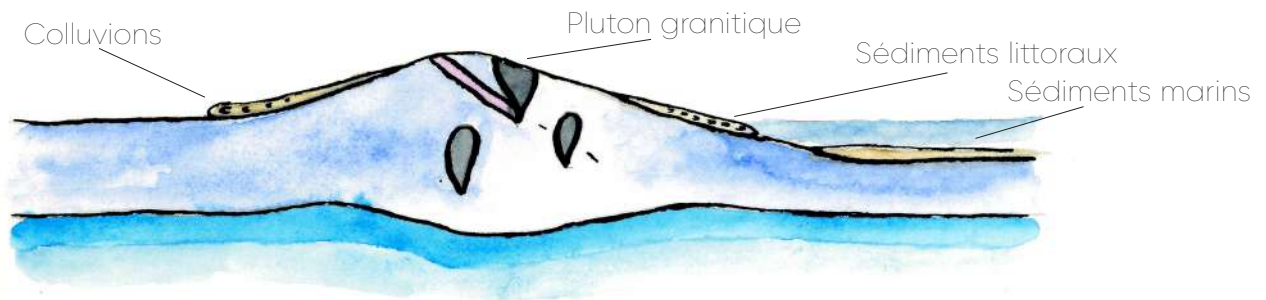
La localisation de la zone de dépôt sur le littoral est confirmée par l'observation récurrente de « fantômes » de sel. Lors de l'évaporation des flaques d'eau sur le sable, des cristaux de sel (hydroxyde de sodium) se forment. Avec le temps, ces cristaux sont substitués par du calcaire, de la silice ou d'autres éléments, laissant toutefois un négatif de cristal de sel visible.



Certains niveaux de grès sont très peu consolidés, se délitant aisément. Les Hommes ont exploité ces grès dans des exploitations souterraines (les « morguières »), afin d'en tirer du sable destiné à être mélangé à la chaux pour obtenir du mortier.

On compte parmi les roches du Trias les argiles bariolées (très colorées). Elles marquent un contexte d'hydrodynamisme très faible (lagune côtière).

— SoCLE cristallin. Les dépôts du Trias reposent sur le socle ancien du Beaujolais. Le contact entre le socle et les premiers sédiments triasiques présente une morphologie très irrégulière, synonyme d'une période d'érosion entre la formation du socle et de ces sédiments (les termes « surface d'érosion » et « discordance stratigraphique » sont utilisés pour désigner ce type de surface).

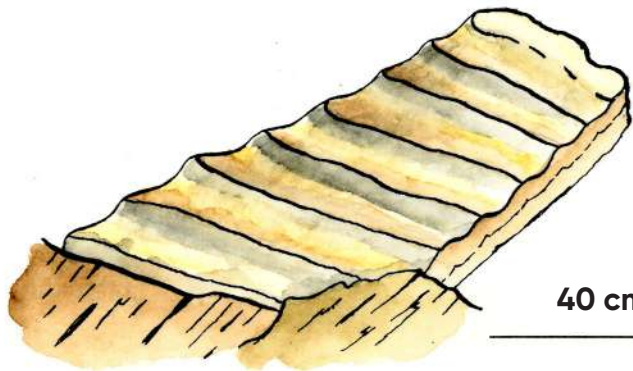


Coupe de la chaîne hercynienne en cours d'érosion, à hauteur du Beaujolais

Le Trias marque la fin de l'épisode hercynien en Beaujolais. Les massifs montagneux subissent une intense érosion, amorcée dès le Carbonifère. Le Trias en Beaujolais est essentiellement visible au travers des grès et des argiles bariolées.

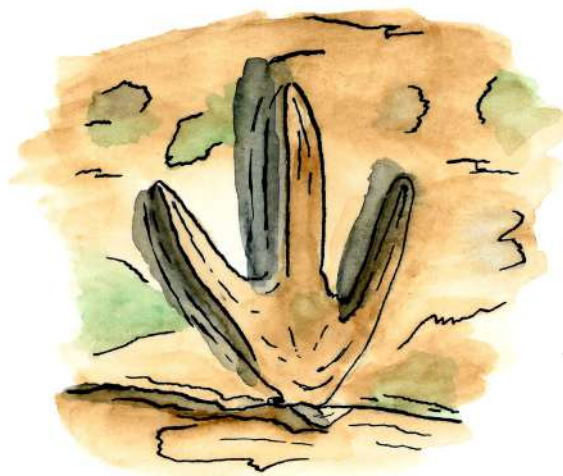
L'exposition présente de cette période un bloc de grès à rides de plages, un faciès de grès plus argileux ainsi qu'un moulage d'empreinte de reptile (empreinte moulée dans les grès d'Avenas au nord du Beaujolais).

Les grès sont utilisés en construction, ils servent également grâce à leur caractère abrasif. Un morceau de meule d'affutage incarne cette caractéristique des grès.



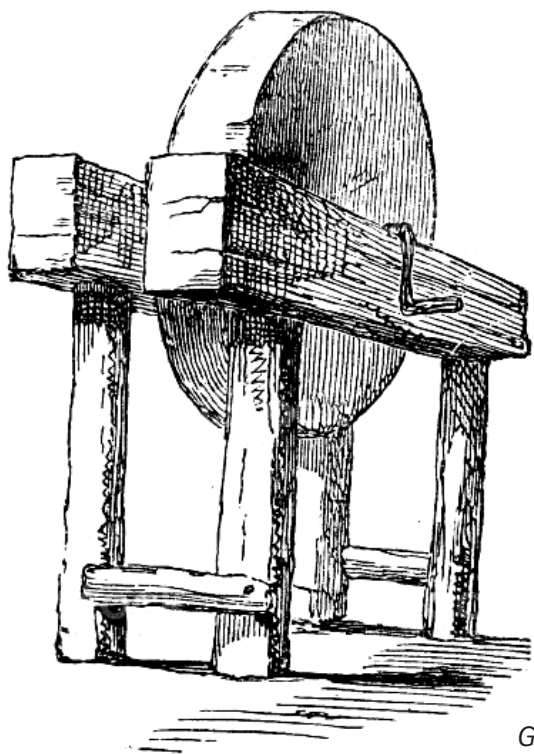
*Rides de courant sur dalle de grès - Chasselay.
Certaines dalles de grès présentent des rides de courant, rappelant les figures observables sur les plages actuelles.*

40 cm



2 cm

Empreinte de reptile tridactyle - Avenas



Gravure d'une machine à affutage incorporant une meule en grès

5.6 -201 à 160 Ma
Jurassique

Flot & jusant

À partir du Trias inférieur et jusqu'au Jurassique moyen, le niveau marin évolue, certaines époques connaissant des transgressions (élévation du niveau marin), d'autres des régressions (baisse du niveau). Les variations du niveau eustatique (terme synonyme de niveau marin) ont deux origines possibles : climatique et géodynamique.

À court terme, celui de quelques millions d'années, l'origine climatique est la plus manifeste. Les glaces terrestres, en fondant, augmentent le volume des océans, élevant logiquement le niveau marin global. Ces variations sont de l'ordre d'une centaine de mètres au maximum. Ce phénomène de transgression induit par la fonte des glaces est accentué par la dilatation des océans (en période chaude, les océans gonflent légèrement).

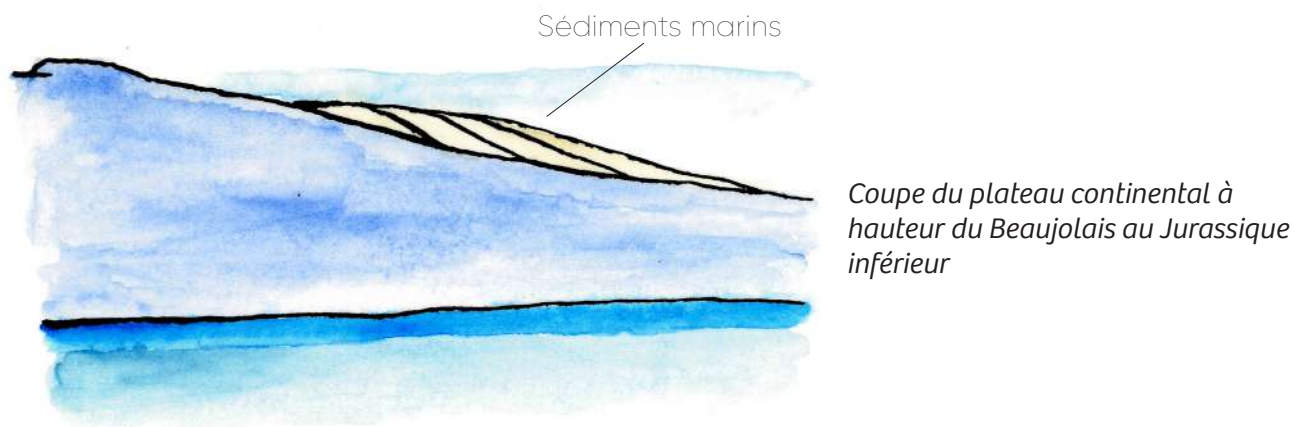
À long terme, celui de plusieurs dizaines de millions d'années, c'est la cause géodynamique qui prédomine avec des variations du niveau marin atteignant 300 mètres. Des variations aussi importantes sont permises par le modelé des fonds marins. Les océans sont parcourus de dorsales, de chaînes montagneuses dynamiques où la croûte océanique est fabriquée. Ces chaînes de montagnes sont responsables de l'ouverture et de l'élargissement des océans. Une dorsale dite « rapide », impliquant qu'un océan s'ouvre plus vite, représente un massif montagneux beaucoup plus volumineux qu'une dorsale « lente ». Ces différences de volume et donc de vitesse d'ouverture des océans jouent sur le niveau marin global.

Au Jurassique inférieur, l'océan Atlantique Nord s'ouvre rapidement, provoquant une augmentation du niveau des océans. Les roches du Jurassique du Beaujolais enregistrent les variations au travers de divers horizons sédimentaires, tels que les calcaires oolithiques caractéristiques des zones peu profondes, ou bien encore des marnes typiques des zones profondes.

Au Trias, le Beaujolais se trouve en milieu littoral. Le Jurassique, succédant au Trias, marque le passage à un milieu marin plus franc en livrant notamment des calcaires très divers et des niveaux marneux.

Au Sinémurien (-195 Ma), l'un des premiers âges du Jurassique, s'accumule sur une partie du Beaujolais et des monts d'Or une boue calcaire très riche en coquilles de gryphées (parentes des huîtres). La structure très boursouflée du calcaire indique des turbulences provoquées par l'action des vagues. On peut, d'après ces marques, estimer une profondeur de dépôt comprise entre 5 mètres et quelques dizaines de mètres.

Avec le temps, la boue se consolide, accouchant d'un calcaire solide (c'est la diagenèse, la transition d'un sédiment vers une roche sédimentaire). La tendance du calcaire à gryphées à se débiter en dalles ainsi que sa grande résistance à l'usure en font un matériau de choix pour les paliers de portes et les marches d'escaliers des bâtiments anciens.

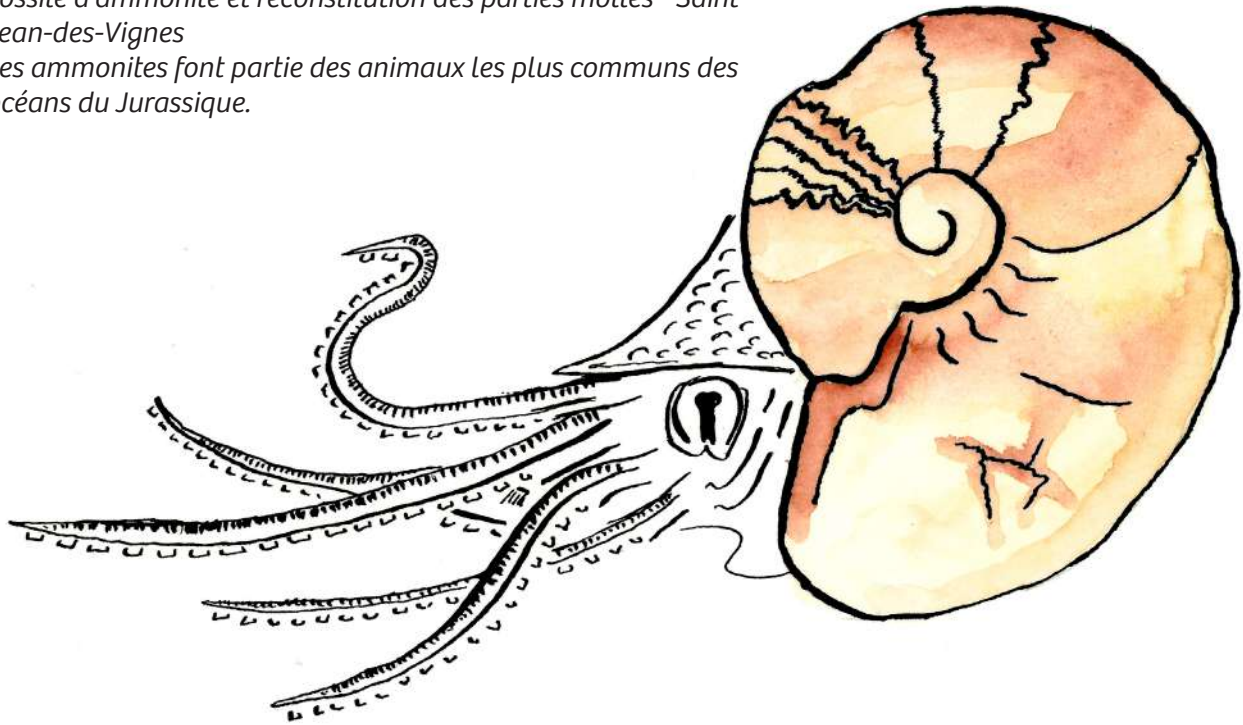


Les roches de l'étage suivant, principalement des marnes, symbolisent une transgression marine forte. Le Pliensbachien (-186 Ma) laisse en effet une soixantaine de mètres de marnes grises. La finesse du sédiment aboutissant aux marnes (mélange de calcaire et d'argile) n'est permis qu'en contexte de dépôt très calme, ni soumis aux vagues, ni aux courants. Seuls les milieux profonds réunissent ces conditions de sédimentation, on peut ainsi avancer une profondeur comprise entre 100 et 200 mètres.

Des périodes géologiques connaissent des transgressions tandis que d'autres témoignent d'un retour à un contexte plus côtier. C'est le cas de l'Aalénien (-174 Ma), étage géologique au cours duquel se forme la célèbre « pierre dorée ».

Il s'agit d'un calcaire composé en grande majorité d'entroques, des débris d'animaux (de forme étoilée ou circulaire). On parle de « calcaire à entroques ». La prédominance de bioclastes (débris d'organismes) indique une sédimentation en milieu très turbulent, ayant tendance à briser les coquilles. Les stratifications visibles dans ce calcaire témoignent d'ailleurs d'importants courants. Les stratifications sont très fréquemment obliques, elles-mêmes tronquées et couvertes par d'autres niveaux à strates obliques. Ces strates sont caractéristiques des dunes sous-marines modelées par les courants.

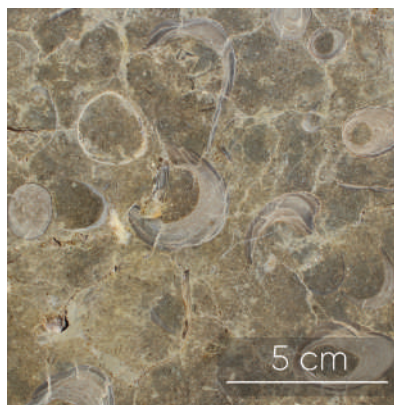
*Fossile d'ammonite et reconstitution des parties molles - Saint-Jean-des-Vignes
Les ammonites font partie des animaux les plus communs des océans du Jurassique.*



Les roches du Jurassique gardent en mémoire un passé littoral et marin. Ces roches, selon leur composition, leur structure et la faune fossile qu'elles renferment, nous renseignent sur l'évolution du milieu côtier en Beaujolais. L'exposition inclut quatre roches du Jurassique beaujolais : le calcaire à gryphées, la marne, le calcaire oolithique ainsi que le calcaire à entroques.

Chacune de ces roches est associée à un ou plusieurs usages. Le calcaire oolithique blanc (dit « de Lucenay ») est mis en avant pour ses qualités ornementales aux côtés d'une sculpture. La marne est associée à une tuile traditionnelle en terre cuite d'Oingt. Le calcaire à entroques se voit relié à plusieurs usages : sac de ciment, ramette de papier et plastique automobile (ou la calcite est employée comme adjuvant) et enfin silex taillés paléolithiques (les bancs de silex du calcaire fournissent en effet un matériau propre à la confection d'outils).

L'exposition dispose également de fossiles représentatifs de la faune jurassique du Beaujolais.



Calcaire à gryphées

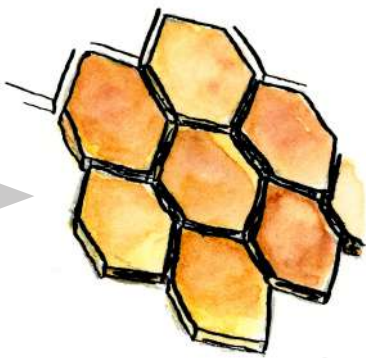


Fragment d'amonite du Toarcien portant les marques d'une morsure



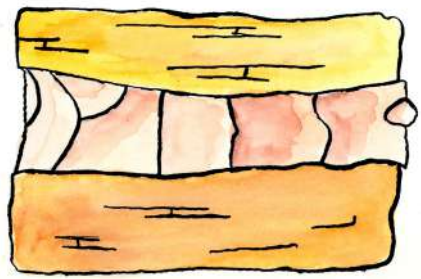
Calcaire oolithique

Marnière de Proсны - Oingt



Tomettes de terre cuite

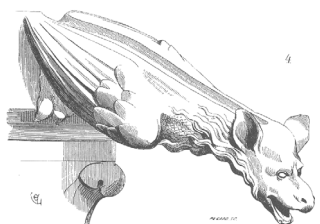
Calcaire à entroques et banc de silex



10 cm



Silex taillé



5.7

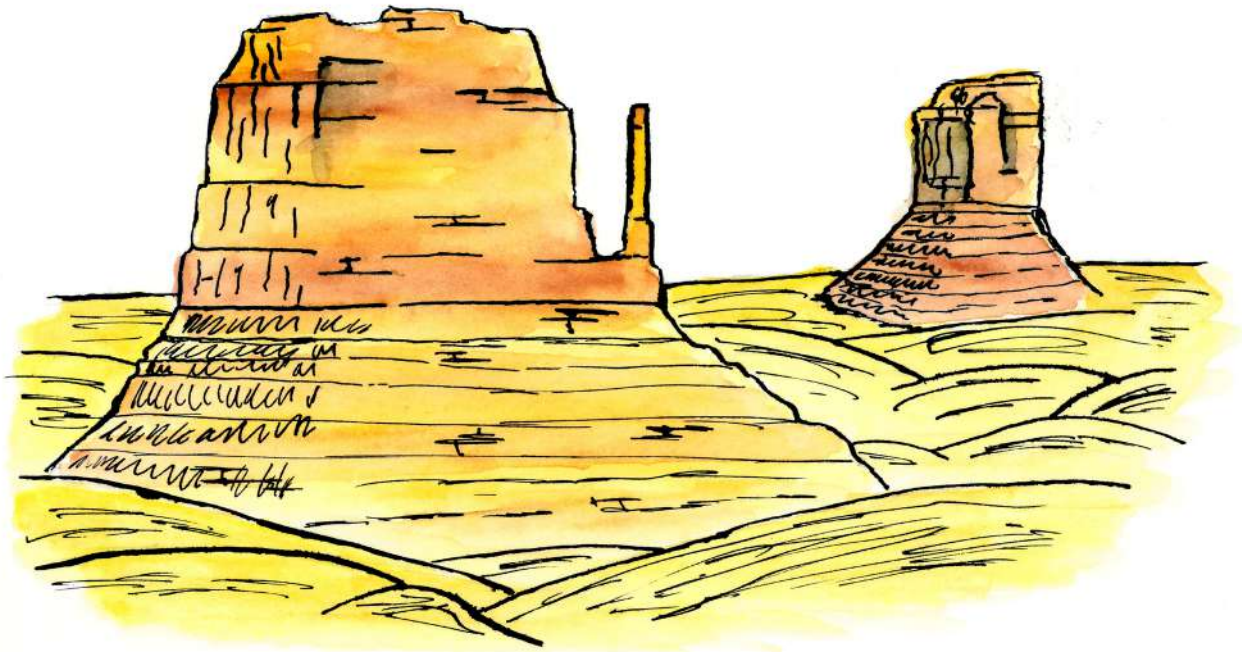
-157 à -33 Ma
Jurassique sup. & Crétacé

Silence

La géologie du Beaujolais alterne entre des témoins d'époques passées et des silences stratigraphiques. Une lacune de 120 millions d'années succède aux plus récentes roches du Jurassique, 120 millions d'années n'ayant livré aucune roche pour témoigner des paysages du Beaujolais. Deux hypothèses se présentent : soit le territoire est durant cette période en dehors de l'eau (et par conséquent aucun sédiment ne s'y dépose), soit le territoire est sous l'eau mais les sédiments ont disparu par la suite.

Au Crétacé, seconde période de l'ère Secondaire, le niveau marin global s'élève encore. Il connaît des baisses importantes, toutefois sa tendance générale est à l'élévation. Malgré cette transgression marine, impliquant des dépôts sédimentaires, le Beaujolais ne conserve pas la moindre trace de ces sédiments.

L'absence de roches sédimentaires du Crétacé pourrait trouver une explication dans l'érosion. À partir de -65 millions d'années, âge où disparaissent les dinosaures, le niveau marin global s'abaisse. Les sédiments accumulés au cours du Crétacé se retrouvent exposés à l'air libre et deviennent par conséquent sujets à l'érosion. En quelques dizaines de millions d'années, les agents de l'érosion vont détruire l'intégralité des dépôts sédimentaires du Crétacé.



Au Crétacé, le Beaujolais ressemblait probablement à une plaine ponctuée de reliefs épars, vestiges de massifs sédimentaires en cours d'érosion. La Monument Valley aux Etats-Unis fournit un bon exemple de reliefs témoins d'anciens dépôts sédimentaires



Coupe du plateau continental à hauteur du Beaujolais, au Crétacé

5.8 -33 à -3 Ma
Oligocène

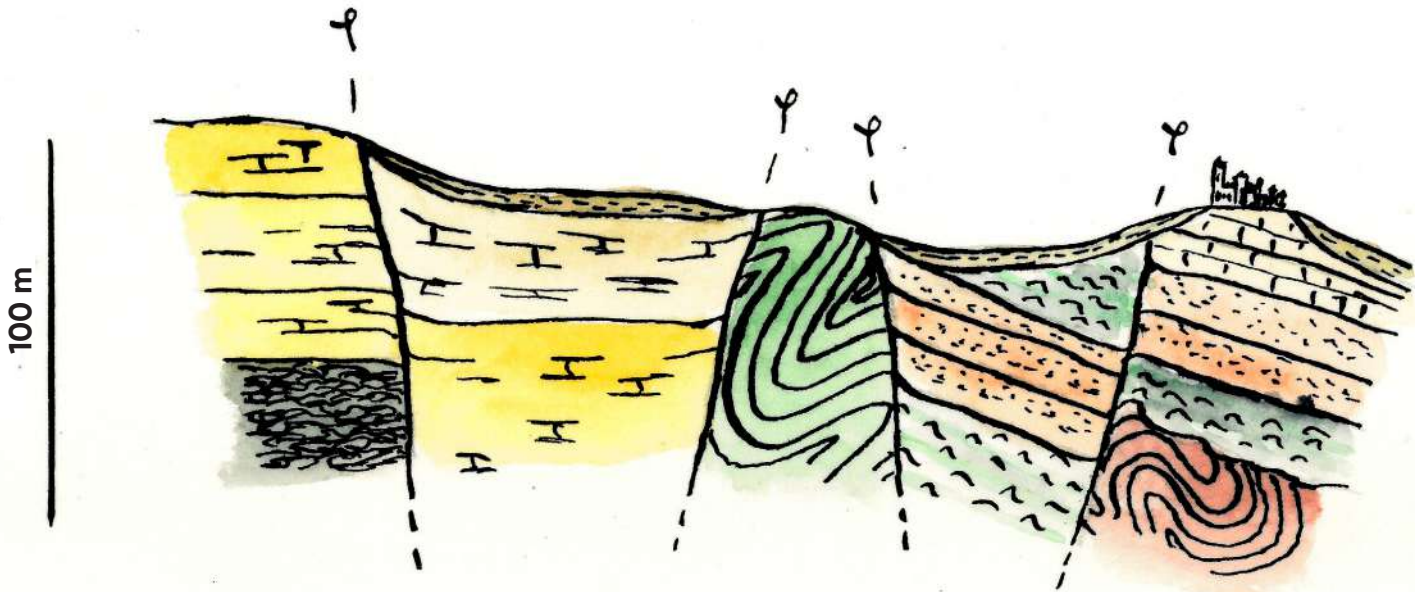
L'écho des Alpes

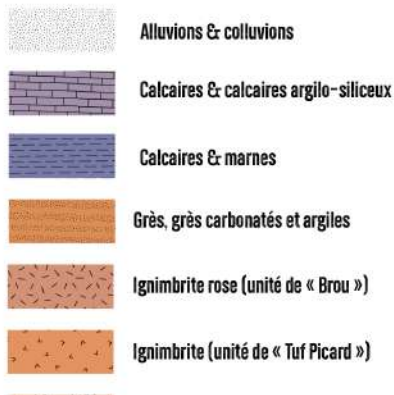
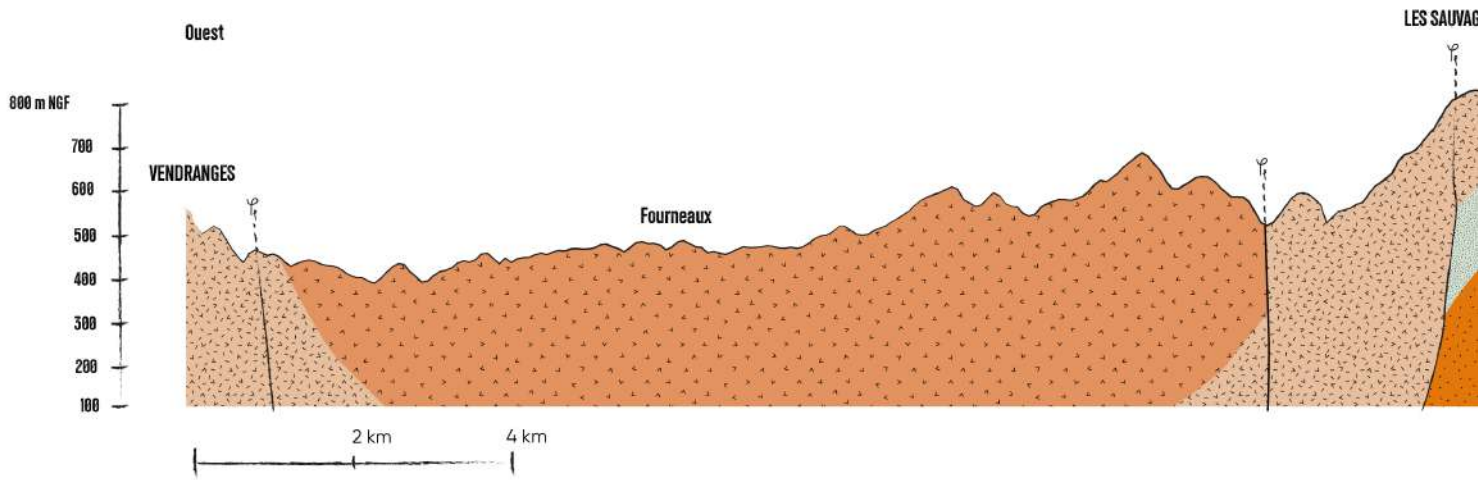
Cette étape est celle qui façonne en grande partie la morphologie actuelle du Beaujolais. De manière quasiment simultanée, les Alpes et les Pyrénées vont s'élever, produisant toute une série de déformations dans les régions alentour.

Le Massif central garde les stigmates de la poussée des Alpes. En effet, lorsque, d'un côté, les Alpes grandissent, de l'autre, des blocs de la taille de régions entières s'affaissent. C'est le cas de la plaine de la Limagne, de la plaine du Forez et de la plaine de la Dombes. Ainsi, on ne peut parler d'une élévation des monts du Beaujolais mais d'un effondrement des régions qui l'entourent.

C'est également au cours de cette période que s'empilent des sédiments riches en galets dans le secteur des Pierres Dorées et de l'Arbresle. On nomme « poudingue » ces roches à galets, elles s'établissent au fond des cours d'eau en milieu agité.

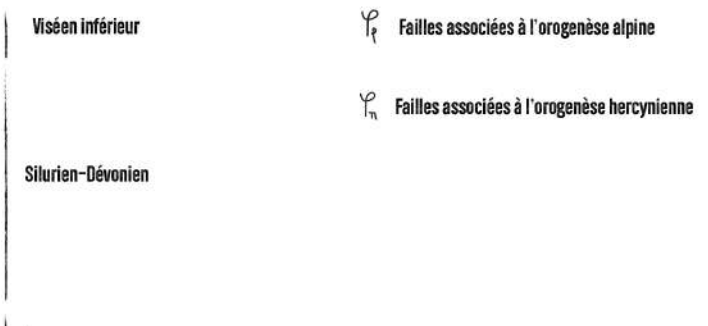
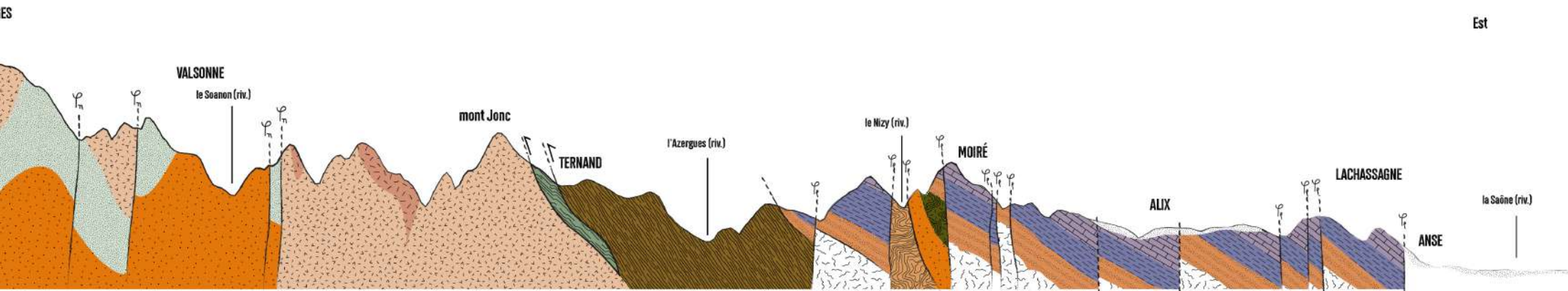
Coupe géologique typique du secteur des Pierres Dorées.
La répétition des bassins d'effondrement génère un vaste réseau de cassures (failles), particulièrement visibles dans le secteur des Pierres Dorées. Le jeu complexe des failles met en contact des roches d'âges différents et participe à la morphologie des paysages.





Quaternaire
 Dogger
 Lias
 Trias
 Viséen supérieur





...
 ...)
 ... (unité de « Ternand-Cruizon »)

Coupe géologique du Beaujolais à hauteur de Anse

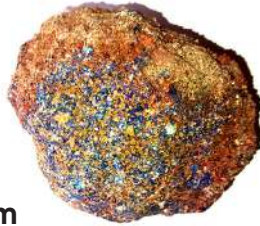
La formation des Alpes s'accompagne de profondes perturbations tectoniques à travers le Massif central. La structure morphologique même du Beaujolais actuel est héritée de l'orogénèse alpine. Cette morphologie peut se résumer à un jeu de failles normales formant un escalier descendant vers l'Est, vers la Saône.

Les failles sont des interfaces privilégiées dans la genèse de certains minéraux. L'eau circulant aisément dans ces failles, permet des échanges entre des roches très diverses. Deux des minéraux emblématiques du Beaujolais se sont élaborés à proximité de ces failles : l'azurite de Chessy (ou chessylite) ainsi que la romanéchite de Romanèche-Thorins. Le premier de ces minéraux servait à la production de cuivre tandis que le second, un oxyde de manganèse, trouvait plusieurs fonctions notamment en aciérie (traitement anti-corrosion), en verrerie (blanchiment du verre) ainsi qu'en céramique (pigmentation des porcelaines).



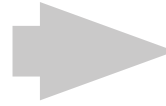
1,5 cm

Azurite - Chessy



3 cm

Grès imprégné d'Azurite - Chessy



Tuyau de cuire



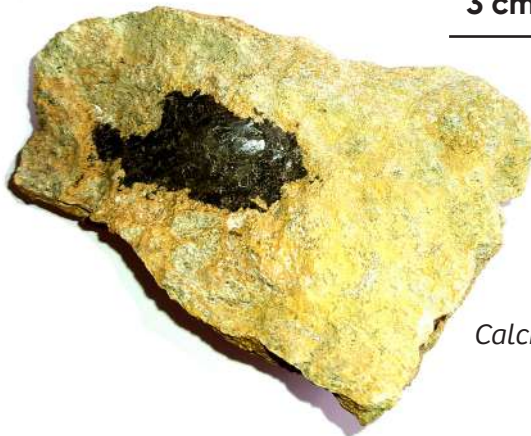
5 cm

Romanéchite



Porcelaine

3 cm



Calcite à manganèse - L'Arbresle

5.9 -3 Ma à -10 000 ans
Quaternaire

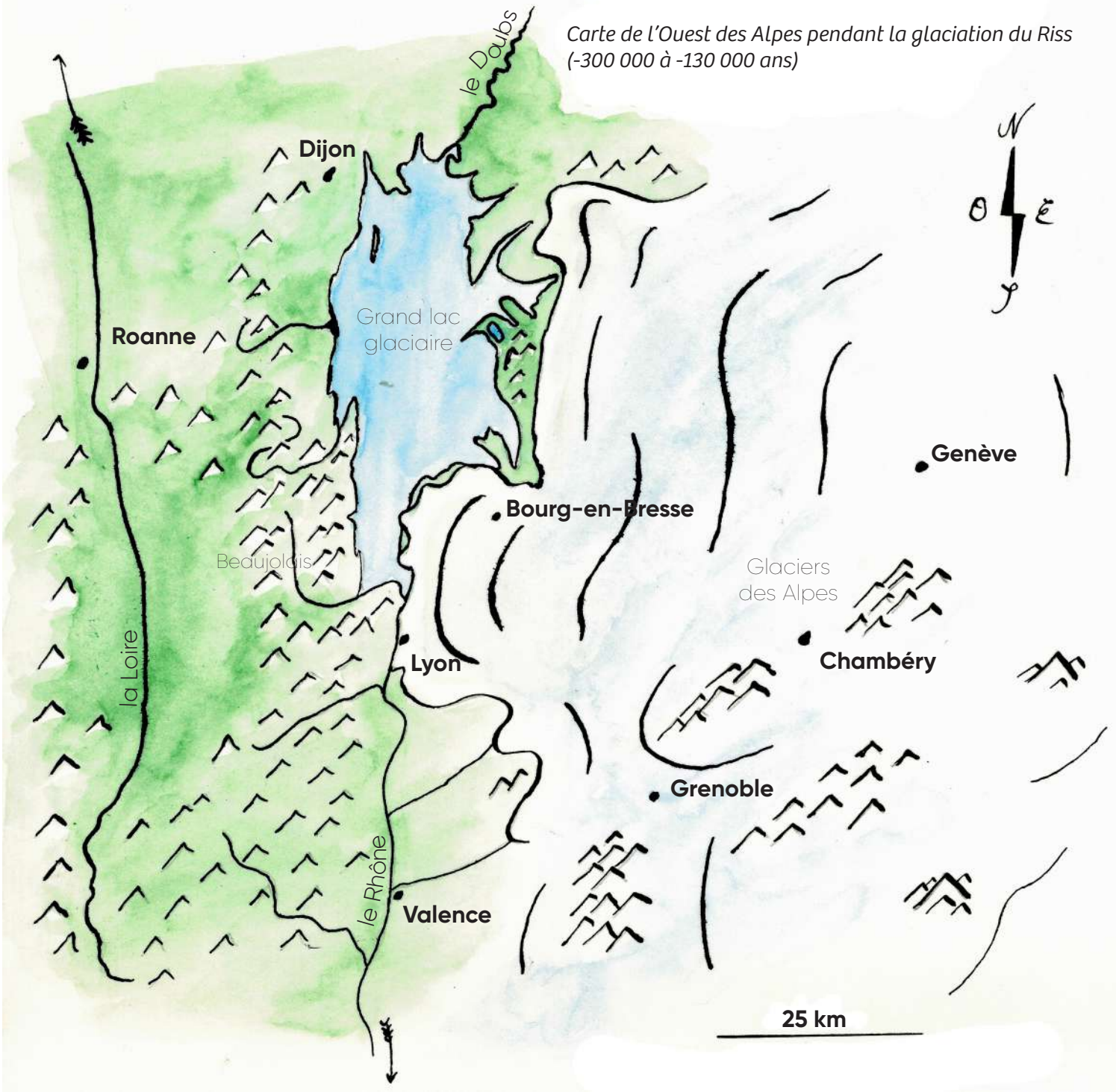
Temps glaciaires

Au Quaternaire, l'Europe connaît une phase d'alternance entre des périodes froides, dites « glaciaires », et des périodes chaudes, dites « interglaciaires ». Au cours des périodes glaciaires, les conditions climatiques sont favorables aux glaciations, en l'occurrence à l'extension des surfaces couvertes de glaces.

Lorsque l'Homme de Néandertal fréquente la région du Beaujolais, entre -300 000 et -130 000 ans, il déambule dans un paysage épisodiquement englacé et bordé d'un grand lac. Des monts d'Or jusque dans la région dijonnaise, un vaste lac s'étale sur plusieurs milliers de km². Une telle surface inondée est permise par un barrage naturel, celui d'un glacier descendant des Alpes et obstruant la Saône à hauteur des monts d'Or.

En Beaujolais, les sols gardent la mémoire de cet épisode glaciaire. Dans certains villages de la plaine de Saône, le sous-sol laisse apparaître de fines couches de sédiments (déposées au fond du lac). Sur d'autres communes, cette fois plus en altitude, le sol renferme d'imposants blocs de roches, de grès notamment, déplacés sur plusieurs kilomètres depuis les hauteurs du Beaujolais. Leur présence loin de leur milieu d'origine semble indiquer le passage de glaciers.

Carte de l'Ouest des Alpes pendant la glaciation du Riss (-300 000 à -130 000 ans)



La tableaue « Quaternaire » s'intéresse en premier lieu aux grandes glaciations. Celles-ci ont laissé en Beaujolais de nombreuses reliques telles que les grands blocs de grès arrondis. Sur toute la partie orientale du Beaujolais, on rencontre des blocs de grès triassiques lisses. Beaucoup d'entre eux portent des marques de broutage glaciaire. L'exposition incorpore un de ces blocs marqués.

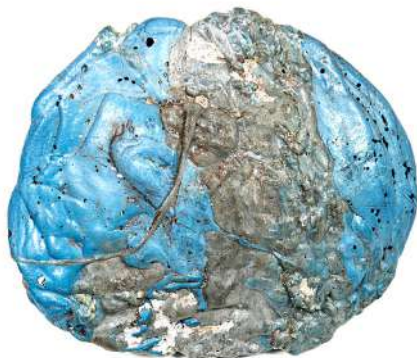
En second lieu, le tableau « Quaternaire » aborde la thématique de l'Anthropocène. On entend régulièrement ce néologisme pour désigner l'âge des Hommes, le suffixe -cène étant habituellement réservé aux noms des époques géologiques. Selon cette définition, « d'âge des Hommes », il serait un étage d'envergure géologique, signifiant que dans 500 millions d'années et davantage, la Terre conservera des traces encore lisibles de l'activité anthropique.

La notion d'Anthropocène est fréquemment parodiée par l'expression « poubellien », pointant du doigt le marqueur le plus visuel de l'activité humaine : les déchets. Ils inondent les plages à chaque nouvelle marée, ils couvrent une partie du fond des océans (en témoignent les images rapportées de missions sous-marines découvrant des bouteilles plastiques par 2 000 m de fond). Ils abondent dans nos sols, donnant aux archéologues une matière très riche d'enseignements sur les populations passées.

L'exposition présente quelques « déchets minéraux » de l'activité humaine : des scories ainsi que des galets de béton récoltés dans l'Azergues, du sable de terre cuite et du plastiglomérat d'Hawaii.

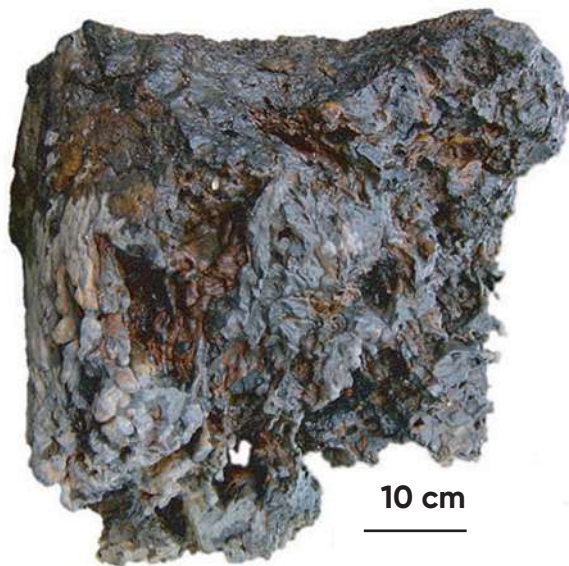


La tour Bourdon - Régnié-Durette



3 cm

Plastiglomérat



10 cm

Scorie

Si les bouteilles de verre et de plastique sont abondantes partout aujourd'hui, leur constitution ne permet pas une conservation sur le très long terme (plusieurs millions d'années). Il faut chercher ailleurs les marques pérennes de l'Anthropocène ! Pour le distinguer des autres étages géologiques, des chimistes proposent deux marqueurs : le plomb et les POP's.

Depuis l'antiquité, l'Homme émet au travers de la métallurgie du plomb dans l'atmosphère, lequel se retrouve dans les « archives naturelles » (glaces & sédiments notamment). Ainsi, l'époque des Hommes est marquée par un enrichissement des sédiments en plomb. Néanmoins, l'enrichissement est local.

Or, le découpage des temps géologiques exige des marqueurs mesurables sur l'ensemble du globe. Les POP's deviennent alors un bon candidat. Il s'agit des Polluants Organiques Persistants, comme le PCB et le lindane. Ils sont partout sur le globe, ils se dégradent difficilement et sont strictement inféodés à l'activité anthropique.

L'exposition compte sur le tableau « Quaternaire » une ancienne boîte d'insecticide « Tupic ». Cet insecticide contient du lindane, un des POP's classé parmi les « douze vilains » (les polluants organiques les plus répandus sur Terre).



Étiquette d'insecticide au lindane

6 – Bibliographie

Écologie

Chico-Sarro, Pierre, et Chantal Pouchoy. « 30 ans de comptage hivernal des chauves-souris dans la mine du Bout du Monde », Groupe Chiroptère du Rhône, 2012.

Hugonnot, Vincent, et al. « Les tourbières à sphaignes dans le département du Rhône (France) : inventaire et avenir », Journal Botanique de la Société Botanique de France, n° 70, 2015, p. 21.

Munoz, François, et Gilles Dutartre. « Contribution à l'étude de la flore beaujolaise. Partie 1 : principaux groupements végétaux du Haut-Beaujolais », Bulletin de la Société Linnéenne de Lyon, n° 3, 2007, p. 17.

Munoz, François, et Gilles Dutartre. « Contribution à l'étude de la flore beaujolaise. Partie 2 : Catalogue floristique », Bulletin de la Société Linnéenne de Lyon, n° 8, 2007, p. 25.

Renault, Pierre. « La planification territoriale à l'épreuve de l'écologie : une opportunité pour requalifier l'urbanisme intercommunal », Agrocampus Ouest Angers, 2013.

Royer, Pascal, et Bernard Delobel. « Plantes du massif du Saint Rigaud (Haut Beaujolais, Rhône) : fragiles redécouvertes », 2006, p. 7.

Géographie

Bergeron, Robert. « Tourisme et patrimoine dans les campagnes lyonnaises », Revue Géographique de Lyon, vol. 67, n° 1, 1992, p. 11.

CAUE, Rhône. « Carnet de territoire : Le Beaujolais », CAUE Rhône Métropole, 2016.

Cholley, André. « Notes de géographie Beaujolaise », Annales de Géographie, vol. 38, n° 211, 1929, p. 20.

Gallois, Lucien. « Mâconnais, Charolais, Beaujolais, Lyonnais : le Beaujolais et le Lyonnais », Annales de Géographie, vol. 4, n° 16, 1895, p. 22.

Journaux, André. « Les plaines de la Saône et leurs bordures montagneuses, Beaujolais, Mâconnais, Côte-d'Or, Plateaux de la Haute-Saône, Jura occidental. Étude morphologique », Norois, vol. 16, n° 1, 1957, p. 2.

Privat-Deschanel, Paul. « Le relief du Beaujolais », Annales de Géographie, vol. 10, n° 52, 1901, p. 11.

--- « Les plaines de la Saône et leurs bordures montagneuses. Étude morphologique », 1956.

Géologie cénozoïque & quaternaire

Béroud, J. M. « Âge de la terrasse quaternaire de Villefranche-sur-Saône », Compte-rendu de l'Association Française des Avancées Scientifiques, 1906, p. 6.

Bourdier, F., et H. Gauthier. « La très basse terrasse de Villefranchesur-Saône : faune, industrie et position géologique », Annales de l'Université de Lyon, 1953, p. 19.

Bravard, Jean-Paul. « Observations nouvelles sur la dynamique fluviale et l'alluvionnement de la Saône à l'Holocène, entre Villefranche et Anse (Rhône) », Revue Géographique de l'Est, vol. 30, n° 1, 1990.

Delafond, F. « Formes topographiques dues à la nivation dans les monts du Beaujolais et du Lyonnais », Compte-rendu de l'Association Française des Avancées Scientifiques, p. 2.

Goguel, J. « Constitution géologique des dépressions périalpines de la Saône et du Rhône d'après la prospection géophysique », International Geological Congress, 1948, p. 8.

Mazenot, Georges. « Recherches sur les Mollusques du loess wurmien dans la vallée de la Saône (rive droite) entre Lyon et Mâcon », Bulletin de la Société Linnéenne de Lyon, 1954, p. 10.

Monjuvent, G. « Les formations pliocènes et quaternaires des environs de Villefranche-sur-Saône (Rhône) », Revue de géogr. phys. géol. dyn., vol. 10, 1954, p. 20.

Perrin, Arnaud. « Recherches sur la formation de l'Azergues en Beaujolais », Bulletin de l'Association de géographes français, vol. 124, 1939, p. 6.

Roman, F. « Observations sur le Tertiaire de la rive droite de la Saône entre la vallée de l'Azergues et Mâcon », Bulletin de la Société Géologique de France, n° 5, 1931, p. 9.

Russo, Philippe. « Contribution à l'histoire de la haute terrasse de la Saône et du Rhône », Revue Géographique de Lyon, vol. 28, n° 1, 1953, p. 9.

Saint Martin, M. « Inventaire départemental des cavités du Rhône (hors mine) », BRGM/RP-52977-FR, BRGM, 2004.

--- « Notes géologiques sur les sables de Trévoux, la vallée de la Saône et le plateau des Dombes », Bulletin La Ségusia, n° 20-22-23-24, 1910 1909.

--- « Notes sur les alluvions anciennes de la Bresse et des Dombes », Bulletin de la Société Géologique de France, vol. 3, n° 15, 1887, p. 15.

--- « Les terrasses de la Brévenne, de la Turdine et de l'Azergues », Les Études rhodaniennes, vol. 20, n° 1-2, 1945, p. 9.

Géologie générale monts du Lyonnais & Beaujolais

Arigno, Daniel, et Marcel Meyssonier. « Spéléologie : dossier hors série, Inventaire préliminaire des cavités naturelles & artificielles du département du Rhône », Comité Départemental de Spéléologie du Rhône, 1985, p. 2.

Drian, André. « Minéralogie et pétrologie des environs de Lyon », 1849.

Ebray. « Note sur la constitution géologique du Mont d'Or et de ses dépendances », Bulletin de la Société Géologique de France, 1860.

Falsan, Albert. « Monographie géologique du Mont-d'Or lyonnais et de ses dépendances », Savy, 1865.

Rousselle, Bruno. « Géologie du Mâconnais : du socle primaire au célèbre calcaire à polypiers bajocien », Bulletin de la Société Linnéenne de Lyon, n° 6, 2002, p. 2.

Rousselle, Bruno, et Louis Rulleau. « Le Mont d'Or... une longue histoire inscrite dans la pierre », Espace Pierres Folles & Société Linnéenne de Lyon, 2005.

Géologie mésozoïque

Courel, L. « Modalités de la transgression mésozoïque : Trias et Rhétien de la bordure nord et est du Massif central français », Mémoires de la Société Géologique de France, vol. 118, 1973, p. 152.

David, L., et S. Elmi. « Une précision sur la stratigraphie du « calcaire à entroques » du Jurassique moyen du Mont d'Or lyonnais (Rhône) », Compte-rendu de la Société Géologique de France, n° 8, p. 1961.

Dumortier, E. « Études paléontologiques sur les dépôts jurassiques du Bassin du Rhône », Savy, 1874.

Elmi, S., et Louis Rulleau. « Le Jurassique du Beaujolais méridional, bordure orientale du Massif Central, France », Geobios, n° 15, 1993, p. 16.

Elmi, S., et F. Vitry. « L'Hettangien inférieur du Beaujolais et du Mont d'Or Lyonnais (France Sud-Est) : un système lagune-barrière progradant », Congrès de l'Association des Sédimentologues français, 1987, p. 2.

Mouterde, R. « Étude sur le Lias et le Bajocien des bordures Nord et Nord-Est du Massif central français », Lyon, 1953.

Mouterde, R., et S. Elmi. « Le Jurassique des carrières Lafarge à Belmont », Livret-guide de l'excursion du 1er Colloque du C.I.E.L. 1984.

Raffin, J. « Contribution à l'étude des terrains jurassiques de la vallée de la Saône entre Villefranche et Mâcon », Lyon, 1929.

Rousselle, Bruno. « Géologie de la « Pierre Dorée » des Monts d'Or et du Beaujolais (Rhône, France) », Bulletin de la Société Linnéenne de Lyon, n° 3, 2001, p. 15.

Suan, Guillaume, et al. « Palaeoenvironmental significance of Toarcian black shales and event deposits from southern Beaujolais, France »

Vitry, F. « La bordure orientale du Massif central au Lias inférieur dans le Mont d'Or lyonnais et le Bas-Beaujolais », Lyon, 1982.

--- « Trias. Bordure lyonnaise du Massif Central », Mémoires du BRGM, 1984, p. 2.

--- « Trias et Rhétien de la bordure nord et est du Massif central français », Dijon, 1977.

--- « Le Toarcien des carrières Lafarge (Bas-Beaujolais, France) : cadre biostratigraphique de référence pour la région lyonnaise », Geobios, vol. 24, n° 3, 1991, p. 16.

--- « Terrains secondaires des environs de Saint-Jean-des-Vignes. (Beaujolais méridional). », Bulletin de la Carte géologique de France, vol. 237, n° 10, 1952, p. 7.

--- « Partition stratigraphique des faciès et des volumes de dépôt en domaine de plate-forme carbonatée. Exemple dans l'Aalénien du Sud-Est de la France », Lyon, 1997.

--- « Sédimentation détritique et tempestites au Sinémurien inférieur (zone à Rotiforme) dans le Mont d'Or lyonnais et le Bas-Beaujolais (Rhône) », Géologie de la France, n° 2, 1986, p. 11.

Géologie socle paléozoïque

Bébien, J., et al. « La place du volcanisme dévono-dinantien dans l'évolution magmatique et structurale de l'Europe moyenne varisque au Paléozoïque », CGI, 1981, p. 13.

Bertaux, J. « Origine métamorphique des grenats des volcanites acides d'âge viséen supérieur dans le Nord-Est du Massif central français », Bulletin de la Société Française de Minéralogie, vol. 105, 1982, p. 10.

Beurrier, M., et al. « Gisement, pétrographie et géochimie des plagiogranites dévono-dinantiens des Monts de Tarare et du Beaujolais méridional (M.C.F.) », Compte-rendu de l'Académie Sel, 1981, p. 3.

Chassy, J. « Géosite des trois roches : Roche d'Ajoux, Roche Corneille, Roche à Branche »

Gagny, C., J. M. Leistel, et al. « Le skarn à scheelite de Cherves : un exemple d'indice contrôlé par la tectonique tangentielle sudète dans le Beaujolais (NE du Massif central français) », Chroniques de la Recherche Minière, vol. 471, 1983, p. 7.

Gagny, C., H. Sider, et al. « Mise en évidence d'une tectonique tangentielle Sudète dans les formations paléozoïques du Beaujolais méridional (N.E. du Massif central français) », Compte-rendu de l'Académie des Sciences, vol. 293, 1981, p. 3.

Gagny, C., J. C. Icart, et al. « Tectonique tangentielle en tant que métallotecte dans les formations paléozoïques du Beaujolais méridional (NE du Massif central français) », Compte-rendu de l'Académie Sel, vol. 294, n° 2, 1982, p. 3.

Godinot, A. « Étude des formations anté-Viséen supérieur du Beaujolais méridional. Carte Amp-lepuis 1/50000 », Nancy, 1980.

Lacroix, P. « Géologie du groupe de Violay (Rhône) : contribution à l'étude des granités sodiques et des formations éruptives et volcano-sédimentaires associées », Lyon, 1980.

Lardeaux, J. M., et al. « The Variscan French Massif Central - a new addition to the ultra-high pressure metamorphic «club» : exhumation processes and geodynamic consequences », Tectonophysics, vol. 332, p. 24.

Lauzac, F. « Étude géologique des granites des Monts de Tarare », Clermont-Ferrand, 1960.

Leistel, J. M., et C. Gagny. « Mise en évidence d'une fosse volcanotectonique au Viséen supérieur dans le Nord-Est du Massif central français », Revue de géogr. phys. géol. dyn., vol. 25, n° 1, 1984, p. 13.

Leloix, Christèle. « Arguments pour une évolution polycyclique de la chaîne hercynienne structure des unités devono-dinantiennes du nord-est du Massif Central (Brévenne-Bourbonnais-Morvan) », Orléans, 1998.

Michel-Lévy, Albert. « Éléments du socle cristallophyllien remaniés en galets dans le conglomérat de base du Viséen près de Letra (Vallée de l'Azergues, Rhône) », Compte-rendu de l'Académie des Sciences, n° 202, 1937.

--- « Formations dinantiennes et substratum granitique des Monts du Beaujolais », Compte-rendu de l'Académie des Sciences, vol. 8, n° 1-2, 1938, p. 21.

--- « L'âge limite du granité dans les monts du Mâconnais et du Beaujolais », Compte-rendu de l'Académie des Sciences, n° 157, 1913, p. 2.

--- « Observations sur les formations dinantiennes et leur substratum gneissique dans les monts du Beaujolais importance du métamorphisme par les granites post-viséens », Bulletin de la Société Géologique, n° 8, 1938, p. 11.

Michel-Lévy, M. « Sur les roches éruptives basiques, cambriennes du Mâconnais et du Beaujolais », Bulletin de la Société Géologique, vol. 11, 1883.

Peterlongo, Jean-Marc. « Les terrains cristallins des Monts du Lyonnais (Massif Central Français) », Clermont-Ferrand, 1958.

Peyrel, J. Y. « Pétrologie des granites rouges du NE du Massif central français », Clermont-Ferrand, 1981.

Pomaraïs, Paul. « Étude sur la Chessylite », Bulletin de la Société Linnéenne de Lyon, n° 7, 1966, p. 2.

Rigaud, Jean-Pierre. « Étude des formations devono-dinantiennes du Beaujolais méridional (secteur de Rivolet-St Cyr Le Châtoux) : magmatisme et minéralisations associés à l'ouverture d'un proto-rift ensialique », Grenoble, 1985.

Roux, Claudius. « Études géologiques sur les monts du lyonnais », Bulletin de la Société Linnéenne de Lyon, n° 42, 1895, p. 38.

Sider, H. « Évolution d'un segment de la chaîne hercynienne dans le Nord-Est du Massif central français. L'enchaînement géologique : d'une déchirure continentale à un fossé volcano-tectonique. Région du Beaujolais, carte géologique de la feuille d'Amplepuis à 1/50000 », Nancy, 1985.

--- « Réflexion sur l'évolution géodynamique de la chaîne hercynienne au Paléozoïque dans le Nord-Est du Massif central français », Bulletin de la Société Géologique de France, vol. 8, n° 4, 1986, p. 7.

Géologie socle paléozoïque

Ascencao Guedes (de), R. « Les minéraux et les minéralogistes de Chessy-les-Mines », Le Règne Minéral, n° 9, 2003, p. 39.

Asselborn, E. « Les anciennes mines de Montchonay et Monsols », Minéraux et Fossiles, vol. 74, 1981, p. 5.

Bardin, D. « Les amas pyriteux de Sain-Bel (Rhône) liés au groupe spilites-kératophyres de la Brévenne », Bulletin du BRGM, 1971, p. 24.

Béhier, Jean, et M. L.-André Villeneuve. « Minéraux rares du Beaujolais », Bulletin de la Société Française de Minéralogie, vol. 66, 1943, p. 23.

Besombes, Charlotte. « La démarche Géoparc en Beaujolais, un projet pour le territoire », Revue Espaces, vol. 315, 2013, p. 6.

Besombes, Charlotte, et Clément Cazé. « Le Geopark Beaujolais : émergence d'un nouvel objet dans la recomposition territoriale », 2016, p. 4.

Blin, Emma. « BEAUJOLAIS, UNESCO GLOBAL GEOPARK. Un label au service des conceptions contemporaines de la « ruralité » ? », Lyon 2, 2019.

Paget, Paul. « De la reconnaissance à la valorisation du patrimoine géologique : réalisation de fiches descriptives des géosites au sein d'un Géoparc Mondial UNESCO, le Géoparc Beaujolais », Clermont-Ferrand, 2020.

Birais, A., et al. « Résultats de la prospection géochimique stratégique pour Cu, Pb, Zn, Co des environs de Chessy et de Sain-Bel », 68 SGL 018 GIT, BRGM.

Cabrol, B. « Chessy (Rhône) - Copper/zinc », 87 DAM 028 PM, BRGM, 1987, p. 117.

Carrie, R. « Les amas sulfurés du Beaujolais et leur environnement géologique régional », Lyon, 1963.

Chermette, Alexis. « Minéraux, mines et minéralogistes lyonnais au XIX^e siècle », Édition lyonnaise d'art et d'histoire, 1993.

Chiron, J., et E. Rondote. « Étude géologique et prospection minière de la région des Ardillats », Lyon, 1958.

Collectif. « Mines et Minéraux de Chessy (Rhône) », Le Règne Minéral, p. 2003.

Designolle, J. L. « Du nouveau à Lantignié (Rhône) », Le Cahier des Micromonteurs, n° 92, 2006, p. 2.

Favreau, G., et al. « La Verrière (Rhône): Histoire et Minéralogie », Le Cahier des Micromonteurs, n° 53, 1996, p. 25.

Friedel. « Rapport, recherches du Bout du Monde », Rapport de prospection, Service des Mines de Lyon, 1908.

Gastineau, J. « Le gisement de fluorite et barytine de Lantignié, Rhône, France », Le Règne Minéral, n° 26, 1999, p. 21.

GEODERIS. « Étude des aléas miniers mouvements de terrain exploitation de manganèse commune de Romanèche-Thorins (71) », E2011/044DE, GEODERIS, 2011.

Gueniveau. « Sur le traitement métallurgique du cuivre pyriteux, en usage aux mines de Chessy et Sainbel », Journal des Mines, n° 118, 1806.

Icart, J. C., et al. « Altération et minéralisation de type Porphyry à Sibert (Rhône) », 1980.

Joannès, C. « Chalcopyrite from Creuzeval Quarry, Saint-Didier-sur-Beaujeu », Orléans, 1981.

Joannès, Christian. « Le district filonien de Beaujeu (Rhône) », Orléans, 1981.

Mazenot, Georges. « Les ressources minérales de la région lyonnaise », Les Etudes rhodaniennes, vol. 12, n° 2, 1936, p. 135.

Poujade, Arnaud. « La Mine du Bout du Monde – Commune du Pérréon (69) Massif du Beaujolais », CREPS de Vallon Pont d'Arc, 2012, p. 50.

Poulain, P. « Chessy-les-Mines (69) », International Association of Collectors of Slag Minerals, n° 9, 1997, p. 2.

Raby. « Notice sur le gisement des divers minerais de cuivre de Sain Bel et de Chessy (Rhône) », Annales des Mines, vol. 4, 1833.

Recoing. « Fiche de gîte et d'indice, Le Bout du monde », BRGM, 1981.

Vuagnat, P. « L'amas sulfuré de Chessy (Beaujolais méridional). Étude cartographique, pétrographique et géochimique des formations dévono-dinantiennes de son enveloppe volcano-sédimentaire », Lyon, 1984.

Zanga, B. B. « Les imprégnations sulfurées du Haut Beaujolais », Lyon, 1972.

--- « La démarche Geopark, un outil territorial de développement et de cohésion ? », IAE Saint-Étienne, Science-Po Lyon, Université Jean Monnet, 2013.

--- « Du caillou au paysage : le Beaujolais Vert raconté de la science à l'émotion », Étude ethnologique d'un territoire géo-patrimonialisé. Lyon 2, 2020.

8 - Annexe

Inventaire de la collection d'exposition


La collection est amenée à évoluer.

OBJETS DE L'EXPOSITION ITINERANTE DU GEOPARC BEAUJOLAIS

Objet	Position dans l'exposition	Propriétaire	Lieu d'origine
Gneiss d'Affoux	1 - Cambrien	SMB	Le Valletier, Joux
Gneiss de Saint-Julien	1 - Cambrien	SMB	Champey, Rivolet
Gneiss imprégné de pyrite	1 - Cambrien	Tanguy Leblanc	Le Valletier, Joux
Bouteille "Gneiss"	1 - Cambrien	SMB	Vignerons des Pierres Dorées
Linge en mousseline	1 - Cambrien	SMB	/
Bouteille "Le Volcan"	2 - Dévonien	SMB	Espace des Crus du Beaujolais
Amas sulfuré	2 - Dévonien	SMB	Carrière Saint-Antoine, Saint-Pierre-la-Palud
Bouteille d'acide sulfurique	2 - Dévonien	SMB	
Marbre	2 - Dévonien	SMB	Mont Jonc, Ternand
Schiste vert	2 - Dévonien	SMB	Saint-Germain-Nuelles
Serpentinite	2 - Dévonien	SMB	La Poyat, Légnv
Gabbro	2 - Dévonien	SMB	La Fouillouse, Rivolet
Basalte des Azores	2 - Dévonien	SMB	São Miguel, Açores
Amphibolite du Mont Brouilly	2 - Dévonien	SMB	Le Pavé, Saint-Lager
Diorite de Saint-Vérand	2 - Dévonien	SMB	La Poyat, Légnv
Enrobé bitumineux	3 - Viséen	SMB	Beaujolais
Fougère fossilisée	3 - Viséen	Tanguy Leblanc	Glaizé, Sainte-Paule
Galet cisailé	3 - Viséen	SMB	Le Bois Vermare, Saint-Marcel-l'Eclairé
Poudingue	3 - Viséen	SMB	Le Serrou, Affoux
Pyroclastite rhyodacitique	3 - Viséen	SMB	La Moissonnière, Les Sauvages
Microgranite	3 - Viséen	SMB	
Rhyolite	3 - Viséen	Tanguy Leblanc	Le Bois Vermare, Saint-Marcel-l'Eclairé
Ignimbrite des Açores	3 - Viséen	SMB	São Miguel, Açores
Pyroclastite à niveau de cinérite	3 - Viséen	Tanguy Leblanc	La Moissonnière, Les Sauvages
Granite des crus	4 - Pennsylvanien	SMB	Carrière du Moulin Favre, Odenas
Bouteille "Granitic"	4 - Pennsylvanien	SMB	Domaine Fabien Forest
Fluorine	4 - Pennsylvanien	Tanguy Leblanc	Les Grandes Terres, Lantignié
Dentifrice	4 - Pennsylvanien	SMB	/
Schiste à grenat	4 - Pennsylvanien	SMB	Montagne de Thion, Beaujeu
Quartz jaspoïde	4 - Pennsylvanien	Tanguy Leblanc	Le Gonty, Beaujeu
Quartz filonien	4 - Pennsylvanien	SMB	Saint-Jean, Beaujeu
Romanéchéite	8 - Oligocène	Musée Marius Audin	Mines de Romanèche
Granite de Saint-Étienne-des-Ouilières	4 - Pennsylvanien	SMB	Pont-Mathivet, Saint-Etienne-des-Ouilières
Plomb de pêche	4 - Pennsylvanien	SMB	/
Galène	4 - Pennsylvanien	SMB	Beaujolais
Quartz phasé	4 - Pennsylvanien	SMB	Les Grandes Terres, Lantignié
Meule en grès	5 - Trias	Tanguy Leblanc	Hameau de Saint-Clair, Ville-sur-Jarnioux
Moulage d'empreinte de proto-dinosaure	5 - Trias	SMB	Carrière de la "Trappe aux Loups", Avenas
Grès à rides de vague	5 - Trias	Tanguy Leblanc	Oingt
Bloc à pseudomorphoses de halite	5 - Trias	Espace Pierres Folles	Cimenterie Lafarge
Tuile de Prosny	6 - Jurassique	SMB	Marnière de Prosny
Marnes	6 - Jurassique	SMB	Marnière de Prosny
Sac de ciment	6 - Jurassique	SMB	/
Ramette de papier	6 - Jurassique	SMB	/
Ammonites du Toarcien	6 - Jurassique	SMB	Pierres Dorées
Calcaire oolithique	6 - Jurassique	SMB	/
Silex taillé	6 - Jurassique	Musée Marius Audin	Beaujeu
Calcaire à entroques à banc de silex	6 - Jurassique	SMB	Les carrières, Chessy
Plastique automobile	6 - Jurassique	SMB	/
Calcaire à gryphées	6 - Jurassique	SMB	Pierre Folle, Saint-Jean-des-Vignes
Rostre de bélemnite	6 - Jurassique	SMB	/
Nautile	6 - Jurassique	SMB	/
Pièce de canalisation en cuivre	8 - Oligocène	SMB	/
Chessylite	8 - Oligocène	SMB	Chessy-les-Mines
Grès imprégné d'azurite	8 - Oligocène	SMB	"Terril de la mine bleue", Chessy-les-Mines
Assiette en porcelaine	8 - Oligocène	SMB	/
Bloc de grès glaciaire	9 - Quaternaire	SMB	Cimetière du Cornu, L'Arbresle
Plastite	9 - Quaternaire	SMB	Hawaii
Scorie	9 - Quaternaire	SMB	Azergues
Alluvions	9 - Quaternaire	SMB	Azergues
Boîte de pesticide	9 - Quaternaire	SMB	Garage
Galet de béton	9 - Quaternaire	SMB	Azergues

*Un grand merci à Tanguy Leblanc pour son implication sans faille
et sans qui cette exposition n'aurait simplement pas vu le jour.*

L'équipe du Géoparc Beaujolais



B Syndicat mixte du
BEAUJOLAIS

Exposition itinérante

**Cinq cent millions d'années
et un jour**