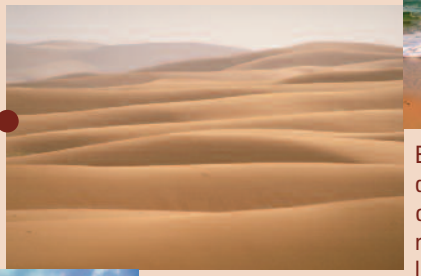
I VOUS AVEZ DIT "GÉOLOGIE DU MONT D'OR" ?

Le sous-sol du Mont d'Or raconte des paysages et des êtres vivants oubliés, véritables merveilles insoupçonnées d'une histoire géologique aussi longue qu'extraordinaire !

Il vous reste peut-être quelques vagues notions de vos leçons de géologie.
C'est un fait que, pour la plupart d'entre nous, notre mémoire n'a pas enregistré grand chose de cette science. C'est vrai, à quoi bon chercher à savoir et à retenir des histoires de « cailloux », des notions qui, de prime abord, paraissent peu attrayantes et très éloignées de nos centres d'intérêt ou de nos préoccupations quotidiennes.

La montagne, le désert, la mer et ses plages… des visages perdus du Mont d'Or inscrits dans sa géologie.

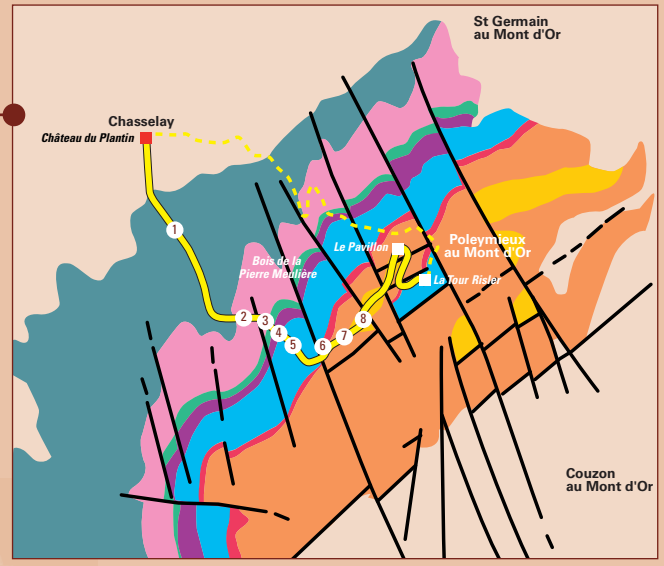


Et pourtant, il y a sous nos pieds des merveilles et une remarquable mémoire figée et secrète. Ces pierres, si anodines quand nous les foulons, recèlent en fait une histoire passionnante, d'autant plus émouvante que c'est un peu la nôtre. En effet, la géologie, bien au-delà de l'observation du simple caillou, c'est aussi et surtout l'évocation de l'histoire de notre terre. Une histoire qui requiert notre imagination, car formée de paysages incroyablement différents de ceux que nous voyons aujourd'hui autour de nous, une histoire qui renvoie aussi à des époques étonnamment longues que nous avons de la peine à appréhender !

Et bien, le Mont d'Or, c'est beaucoup de tout cela ! C'est en effet une succession de paysages révolus (montagnes rocailleuses, fonds marins habités par la vie, déserts plats battus par les vents, rivages marins paradisiaques) qui s'échelonnent sur près de 500 millions d'années, une immensité de temps qui laisse quelque peu songeur.
Le Mont d'Or, c'est cette richesse-là, sous nos pieds, qui mérite bien qu'on s'y attarde !
Alors, partons en quête de ces mondes et de ces époques perdus, à la découverte de cette histoire géologique du Mont d'Or qui saura sans aucun doute susciter émotion et respect, tellement ce qu'elle révèle est empreint d'authenticité et d'émerveillement.

II LE "SENTIER GÉOLOGIQUE", PORTE OUVERTE SUR LA GÉOLOGIE DU MONT D'OR !

La carte du sentier géologique du Mont d'Or.



8 Témoin de mer et du temps, le **BAJOCIEN.**

7 Au grès des courants, l'**AALÉNIEN.**

6 Archives de la vie passée, le **TOARCIEN.**

5 Dans les profondeurs de la mer, le **PLIENSBACHIEN.**

4 Dans l'agitation des vagues, le **SINÉMURIEN.**

3 Une côte sous les tropiques, l'**HETTANGIEN.**

2 Une plage au soleil, le **TRIAS.**

1 C'était il y a si longtemps, à l'**ÈRE PRIMAIRE.**

Pour guider notre voyage dans l'histoire géologique du Mont d'Or, nous en suivrons donc son "sentier géologique".

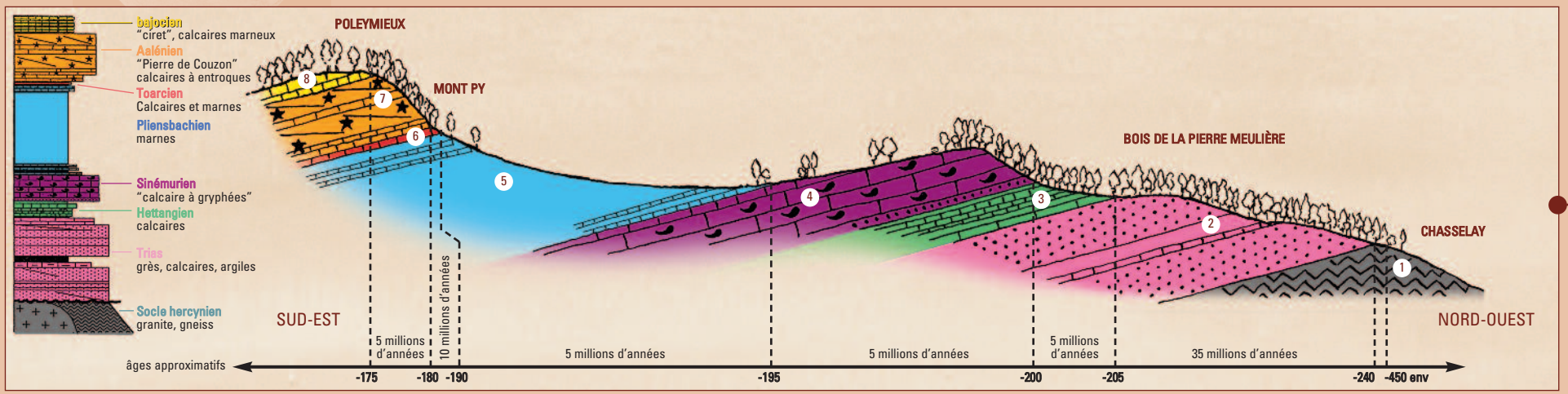
Ce sentier emprunte un chemin de randonnée de 4,5 km entre le village de Chasselay (montée du Plantin) et celui de Poleymieux-au-Mont-d'Or (Tour Risler, quartier de l'ancienne église), en passant par le Mont Py (565 m). Si l'on excepte les formations géologiques les plus récentes, le sentier recoupe pratiquement toute la série géologique du Mont d'Or dont les différentes unités s'empilent les unes sur les autres, à la manière d'une pile de livres, depuis les terrains les plus anciens, affleurant plutôt sur les versants nord et ouest du massif, vers les terrains les plus récents au sud et à l'est.

Pour dérouler notre histoire géologique depuis les époques les plus reculées jusqu'aux temps actuels (une habitude du géologue), nous partirons des terrains les plus anciens, au point de départ nord du sentier, à Chasselay.

Au fur et à mesure de notre progression, nous verrons successivement deux grands ensembles de terrains géologiques : les ***terrains cristallins*[1] *anciens de l'ère primaire***, antérieurs à 250 millions d'années (Ma), sur lesquels reposent les ***terrains sédimentaires*[2] *de l'ère secondaire***, postérieurs à cet âge. Les géologues ont coutume de rassembler les premiers sous le nom *de **socle cristallin primaire*** et les derniers sous celui de ***couverture sédimentaire secondaire***.

1/ intégrant des roches constituées d'un assemblage de cristaux.

2/ intégrant des roches constituées de sédiments.



Le profil du sentier géologique : les contrastes topographiques et naturels du paysage sont calqués sur la géologie du Mont d'Or.

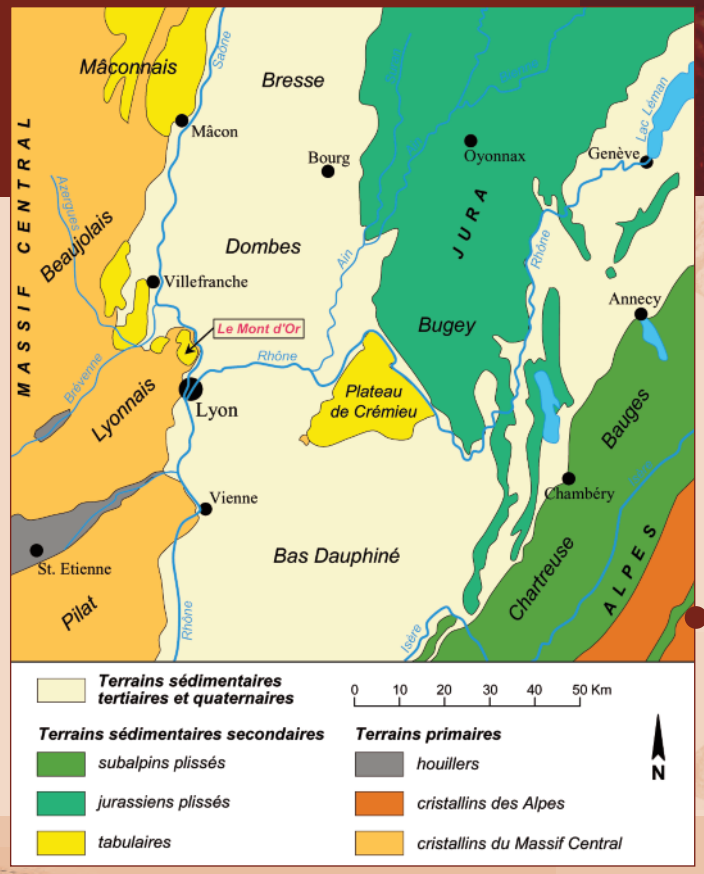
III LE MONT D'OR, TÉMOIN DU PASSÉ GÉOLOGIQUE RÉGIONAL !

Si le Mont d'Or lyonnais possède sa propre histoire géologique, il s'inscrit dans un contexte géologique beaucoup plus large et emprunte pleinement à l'histoire géologique régionale.

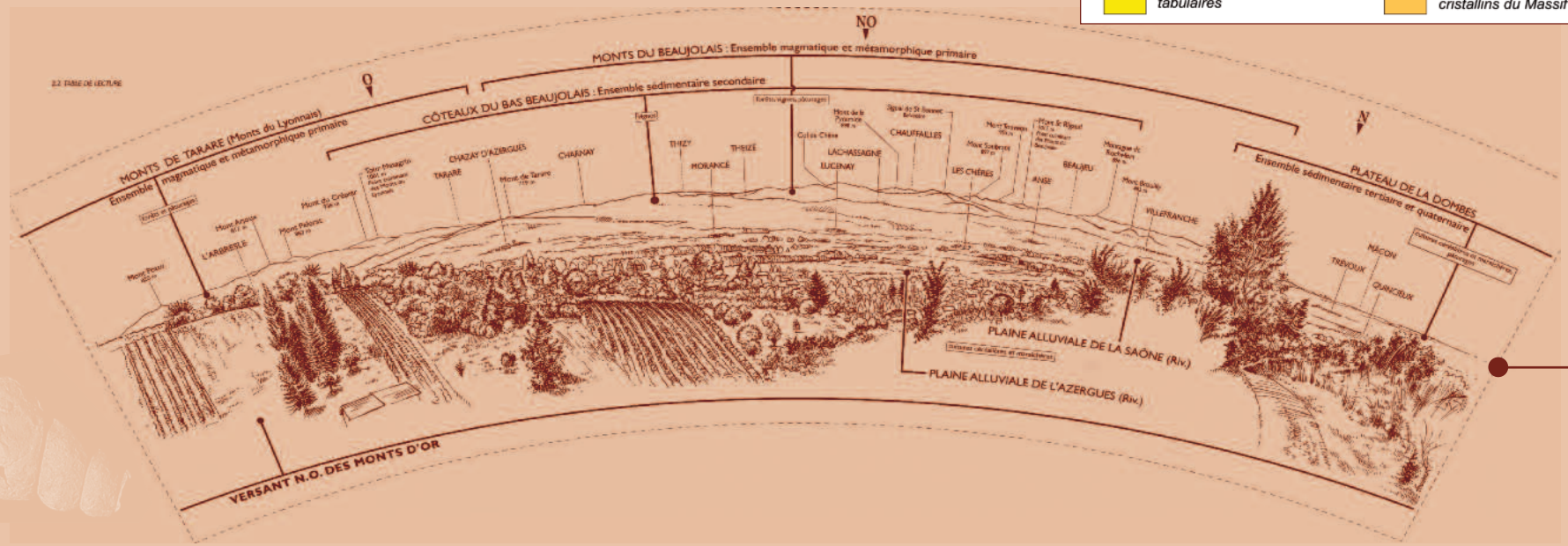
Ainsi, les ***terrains cristallins primaires*** présents sur le territoire du Mont d'Or ont leurs homologues dans les proches Monts du Lyonnais et du Haut Beaujolais, deux régions fortement marquées par les phénomènes ***magmatiques***[1] et ***métamorphiques***[2] qui jalonnent l'histoire géologique ancienne du Massif Central, ce vaste système géographique et géologique auquel se rattache le Mont d'Or. De même, les ***terrains sédimentaires secondaires*** du Mont d'Or, témoins de la présence de la mer dans la région lyonnaise à cette époque, ont leurs équivalents tout près d'ici, de l'autre côté de l'Azergues, dans les coteaux viticoles argilo-calcaires du Beaujolais. Vers l'est, d'autres séries sédimentaires marines de cet âge, calcaires avant tout, forment l'essentiel du massif du Jura ainsi qu'une large part des chaînes alpines et subalpines.
Enfin, les ***terrains sédimentaires tertiaires et quaternaires***, les plus récents et qui recouvrent certains bas flancs du Mont d'Or, se rencontrent surtout sur les plateaux (Dombes, Bresse, Ouest-Lyonnais, Bas Dauphiné) et dans les zones alluviales (Azergues, Saône, Rhône).

1/ relatifs à la mise en place de magmas.

2/ relatifs à la transformation des roches par élévation de pression et/ou de température au sein de l'écorce terrestre.

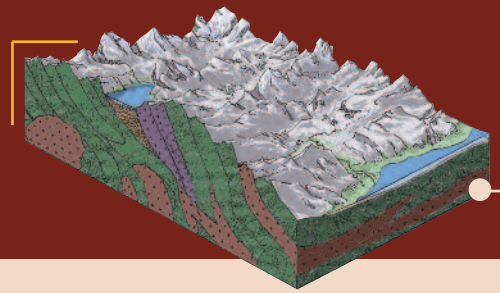


Les grandes unités géologiques de la région lyonnaise, aboutissement d'une longue histoire géologique.



Le panorama nord-ouest du sentier géologique : les unités géologiques du Mont d'Or ont leur homologues dans le proche Beaujolais, et plus largement dans le Massif Central dont elles dépendent. De la vallée alluviale de l'Azergues et des coteaux viticoles au Haut Beaujolais s'étalent respectivement les terrains sédimentaires tertiaires et secondaires et les terrains cristallins primaires.

IV L'HISTOIRE GÉOLOGIQUE DU MONT D'OR, RÉVÉLÉE DANS SON SENTIER GÉOLOGIQUE



Une portion de la chaîne hercynienne dans le Massif Central à la fin de l'ère primaire : les forces tectoniques ont fait surgir de hauts reliefs et provoqué le chevauchement de vastes écailles de croûte terrestre constituées de terrains très divers : roches métamorphiques, granitiques, volcaniques et sédimentaires.

1 C'était il y a si longtemps, les temps hercyniens, ou l'histoire d'une montagne disparue

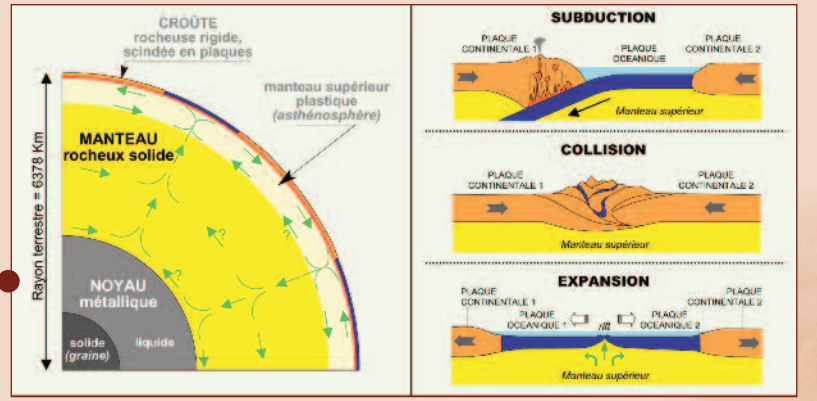
L'histoire géologique connue du Mont d'Or commence véritablement à la fin de l'ère primaire, alors que le choc des continents fait naître en France un immense relief montagneux, la chaîne hercynienne, aujourd'hui disparue.

Une montagne disparue ? De quoi parlons-nous ? Est-ce bien raisonnable ? Pour que des phénomènes géologiques soient capables de créer et de faire disparaître une montagne toute entière, il faut du temps (du temps géologique !), mais il faut aussi un moteur à cela. Il s'agit en fait d'un double moteur : le premier, c'est la ***tectonique des plaques***, initiatrice de la dérive des continents, de leur rencontre et de leur façonnement (cf. encart ci-contre) ; le second, c'est la ***dynamique de l'atmosphère*** (de l'air et de ce qu'il véhicule) ***et de l'hydrosphère*** (de l'eau) qui autorise les transferts de matière d'un point à un autre à la surface de la Terre, de la matière étant enlevée à certains endroits (érosion), transportée puis déposée à d'autres endroits (sédimentation). Sans ce double moteur, point de Mont d'Or aujourd'hui, c'est une réalité !

La tectonique des plaques ? Quelques mots d'explication

Si les plaques continentales et océaniques, qui forment la croûte terrestre, se meuvent à la surface de la Terre, très lentement à l'échelle géologique, c'est parce que quelque chose en dessous les entraîne. En effet, à l'image d'une eau chauffée dans une casserole, la partie moyenne rocheuse du coeur de la terre (le manteau, entre le noyau métallique au centre et la mince croûte de roche froide en périphérie) est animée de lents mouvements de convection, dus à la chaleur, déplaçant du même coup les plaques à la surface de la Terre. Selon les endroits, sous la croûte terrestre, les mouvements peuvent converger (au droit des zones de subduction ou de collision de plaques) ou à l'inverse diverger (au droit des zones d'écartement de plaques ou rifts).

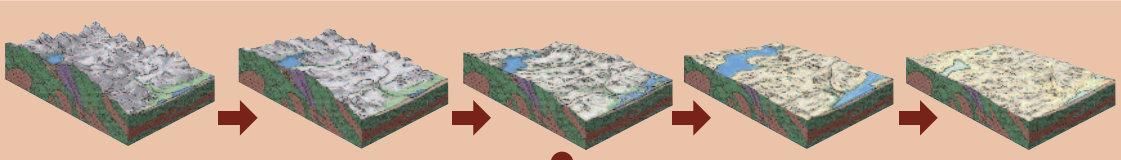
Le moteur essentiel de l'histoire géologique du Mont d'Or : la chaleur interne du globe et sa conséquence, la tectonique des plaques.



La ***chaîne hercynienne*** qui se forme à la fin de l'ère primaire doit tout à la tectonique des plaques. Elle est le résultat de la collision entre deux vastes continents, le Gondwana (incluant notamment l'Afrique, l'Amérique du Sud, l'Antarctique et l'Australie), et la Laurasie (rassemblant l'Amérique du Nord et le Groenland, l'Europe du Nord et une grande part de l'Asie). Située précisément entre ces deux énormes ensembles continentaux, la France, véritablement prise en « sandwich » dans la collision, voit s'élever une haute chaîne de reliefs, partie de la chaîne hercynienne, dont les sommets ont pu atteindre par endroits des altitudes comparables à celles de l'Himalaya.
Au cours des événements qui préfigurent la formation de la chaîne hercynienne, il y a de cela 350 à 380 Ma, des volumes entiers de roches sont entraînés dans l'écorce terrestre par de gigantesques forces tectoniques. Là, soumises à une élévation de pression et de température, ces roches se transforment, on parle de ***métamorphisme***. C'est ainsi que la roche la plus ancienne du Mont d'Or, ***le gneiss***, se forme à partir de roches plus anciennes encore, proches du granite, formées bien antérieurement il y a près de 500 Ma. La structure rubanée du gneiss, en feuillets noirs et blancs alternants, provient du réarrangement des cristaux sous l'effet des contraintes physiques régnant en profondeur. Le gneiss renferme ainsi une sorte de thermomètre et de baromètre bloqués à certaines valeurs, révélant ainsi la nature et l'ampleur des conditions subies lors de son long cheminement souterrain.
Durant la phase de maturité de la croissance de la chaîne hercynienne, l'échauffement de certaines zones du cœur de la chaîne peut aboutir à une fusion partielle des roches puis à l'émission de véritables magmas granitiques. Ceux-ci s'immiscent alors dans le bâti montagneux et constituent des massifs de granite qui refroidissent très lentement. Il en est ainsi du ***granite de Limonest***, âgé d'environ 300 à 320 Ma, que l'on ne voit pas sur le sentier géologique mais qui n'en représente pas moins une composante essentielle du socle hercynien du Mont d'Or (visible à Limonest, dans le secteur du stade).

Le gneiss de Chasselay, une vieille roche à composition granitique, lentement transformée (métamorphisée) par élévation de pression et de température au cœur de l'écorce terrestre.

Le granite de Limonest, « banal » assemblage de quartz, de feldspath et de mica.

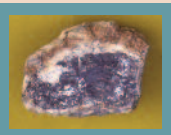


Million d'années après million d'années, l'érosion a lentement détruit les reliefs hercyniens au point de réduire la majestueuse chaîne de montagnes à un domaine continental aplani et désolé.

Une question pressante se pose alors inévitablement : comment ces roches formées à de telles profondeurs dans la croûte terrestre se retrouvent-elles aujourd'hui en surface sous nos pieds ? Si la réponse fait appel à un ensemble de phénomènes, l'un d'eux joue un rôle essentiel : ***l'érosion*** qui, au fur et à mesure de son action, millions d'années après millions d'années, tend à faire apparaître les couches profondes de l'écorce terrestre.
C'est donc principalement l'érosion, associée à un rééquilibrage physique de la croûte terrestre après la fin de la croissance du complexe montagneux, qui aboutit au démantèlement, au nivellement puis à la disparition plus ou moins complète de la chaîne de montagnes. C'est ainsi que dans le Massif Central et notamment dans la région lyonnaise, il ne subsiste rien ou presque des reliefs de cet édifice, pourtant grandiose en son temps. Les reliefs actuels de ces régions ont d'autres origines, postérieures aux temps hercyniens.

L'arène ou gore

L'altération par l'eau du granite et du gneiss produit une sorte de sable, l'arène ou gore, bien visible sur le sentier géologique. Ce matériau a longtemps été utilisé comme élément de stabilisation de surfaces (cours, chemins) ou comme sable de constitution du liant employé dans la construction des maisons traditionnelles en terre ou en pierre.



Galène et barytine : minerais de plomb et de baryum

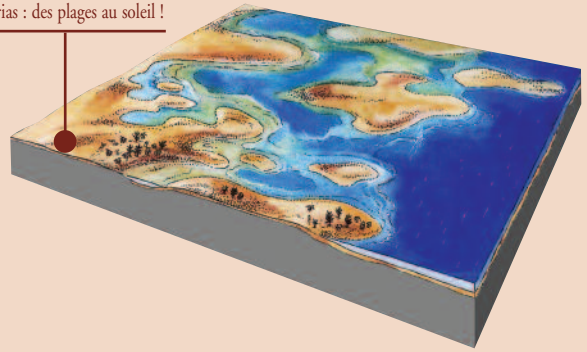
Dans les bois s'étendant au-dessus de Chasselay, des petits gisements de galène (minerais de plomb) et de barytine (minerais de baryum) ont été exploités pendant longtemps. Ces minéralisations, disséminées dans des filons de quartz, eux-mêmes logés dans les gneiss, sont nées de la circulation de fluides hydrothermaux à la fin de l'ère primaire, notamment consécutivement à la mise en place des granites.

2 Une plage au soleil, le Trias (-240 à -205 Ma)

Après la destruction des reliefs hercyniens, au Trias, époque où naissent les dinosaures, la mer recouvre progressivement le territoire du Mont d'Or, alors transformé en vaste plaine côtière.

La destruction de la chaîne hercynienne, opérée sur plusieurs dizaines de millions d'années, a été si efficace que la région du Mont d'Or se trouve réduite à une vaste plaine continentale quasiment aplanie, déserte et battue par les vents. Quelques pâles reliefs émoussés subsistent encore probablement sur la Terre Centrale (actuel Massif Central). Il y a 240 millions d'années, peu après le début de l'époque triasique, ce désert plat, adossé au Massif Central, va être progressivement envahi par la ***mer***. Dans le large environnement de plaine littoral et deltaïque qui s'ouvre alors sur le Mont d'Or, les sédiments issus de l'érosion des roches cristallines du Massif Central se dispersent et se déposent. Les crues fluviatiles et le balancement incessant des marées assurent un apport régulier de matière sédimentaire, façonnée par les courants d'eau en multiples bancs, terrasses et ***plages de sable***.
Après recouvrement par d'autres sédiments, et après écoulement d'un certain temps (géologique !), le sable siliceux se transformera en ***grès***.
La pression exercée par la pile de sédiments qui recouvre les sables du Trias contribue à compacter la matière et à expulser l'eau. Les fluides résiduels, saturés en minéraux, provoquent la cristallisation d'un ciment calcaire ou siliceux qui va unir les grains entre eux et générer ainsi la roche gréseuse.

Le territoire du Mont d'Or au Trias : des plages au soleil !



Le grès, du sable quartzeux consolidé : un morceau de plage !

Des belles empreintes de reptiles tétrapodes

Dans la plaine côtière triasique, le retrait périodique des eaux marines permettait à des animaux, tels des vertébrés reptiliens tétrapodes, de parcourir les plages et les bancs de sable, y laissant leurs empreintes. Ces traces ont ensuite été recouvertes et leur conservation permise par l'arrivée régulière de nouveaux sédiments. Pour beaucoup, ces empreintes appartiennent à des animaux aujourd'hui disparus, les thécodontes, à l'aspect de crocodiles hauts sur pattes.

Le grès, un bon matériau d'aiguisage !

Le grès fin du Mont d'Or, pierre plus dure que le fer à cause de la présence des grains de quartz, a pu servir çà et là à aiguiser les outils des travaux ruraux. Dans les bois au-dessus de Chasselay, certaines pierres portent encore la trace de sillons d'aiguisage, d'où le nom de meulière (cf. Bois de la Pierre Meulière).

Affleurant au milieu des grès, d'autres roches évoquent des changements temporaires du milieu.
Des ***marnes grises***, mélange d'argile et de calcaire, se déposent à la faveur d'un ralentissement de la sédimentation sableuse. Certains niveaux portent les traces de la cristallisation de cristaux de sel gemme, précipités sous l'effet de l'évaporation dans des lagunes chaudes et peu profondes. Le soleil intertropical et généreux est donc bien un caractère climatique régional des temps triasiques !
Des ***dolomies rouges ou jaunes***, roches proches du calcaire, témoignent d'une avancée plus franche de la mer dans un climat chaud ***(« calcaires » roses de Font Poivre).***

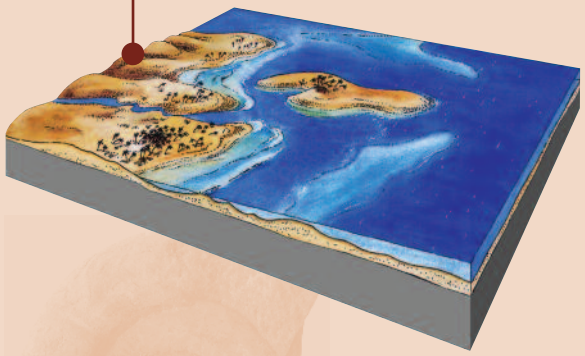
Des « fantômes » de cristaux de sel, témoins de dépôts salins en milieu lagunaire chaud.

Un affleurement de calcaire dolomitique rose.

3 Une côte sous les tropiques, l'Hettangien (Jurassique inférieur / -200 Ma)

La mer continuant sa lente progression sur les terres à l'Hettangien, le Mont d'Or prend le visage d'une avant-côte sous-marine, très peu profonde, aux milieux marins variés, certains ouverts vers le large, d'autres plus abrités.

Timidement, la mer monte et envahit un peu plus la plaine côtière. Celle-ci se transforme en un domaine de ***plate-forme sous-marine*** très peu profonde, tantôt ouverte vers le large et son agitation, tantôt plus abritée, où se déposent les premiers vrais sédiments calcaires du Mont d'Or.



Le territoire du Mont d'Or à l'Hettangien : une côte sous les tropiques !

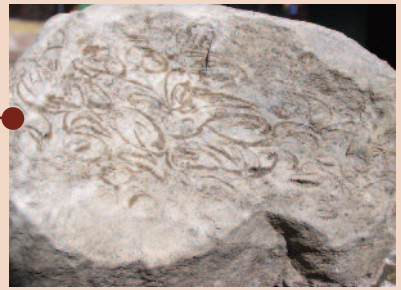
L'origine du calcaire

Ce sont avant tout les animaux, microscopiques ou plus gros, qui sont à l'origine de la fabrication du calcaire, expliquant sa présence en quantité dans la mer puis dans les couches géologiques, bien souvent sous la forme de débris de coquilles ou de squelettes calcaires. Des phénomènes chimiques peuvent aussi conduire à la précipitation directe de certains calcaires, mais dans des proportions beaucoup plus réduites.

Un calcaire sublithographique, calcaire à grain fin proche des calcaires utilisés autrefois en lithographie.

Dans les milieux ouverts se développe une faune abondante, riche en petits coquillages (mollusques) dont les débris accumulés forment aujourd'hui des ***calcaires coquilliers.*** Des escargots marins, quelques coraux ainsi que les premières ammonites (autres mollusques) vivent là également.

Un calcaire coquillier, accumulation de petits coquillages.

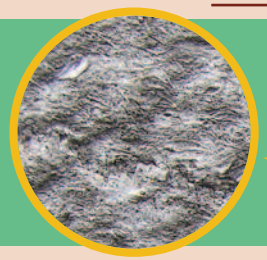


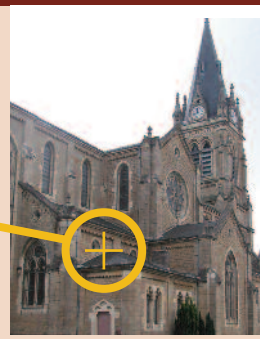
La formation des roches calcaires, un soupçon de science !

Le principe est assez comparable pour toutes les roches sédimentaires formées sous la mer. Pour créer une roche à partir d'une accumulation meuble de débris ou de grains, il faut d'abord que s'accumulent d'importants volumes de sédiments au-dessus de la strate considérée.
La pression exercée par la masse de sédiments supérieure tend à compacter la couche sédimentaire, qui réduit donc de volume, et tend à en expulser l'eau.
Le petit restant de fluide demeurant entre les grains, saturé en minéraux, finit par développer une cristallisation progressive dont le ciment ainsi formé va rendre la matière cohérente et la transformer en roche dure et compacte.

Le calcaire coquillier, pierre à bâtir

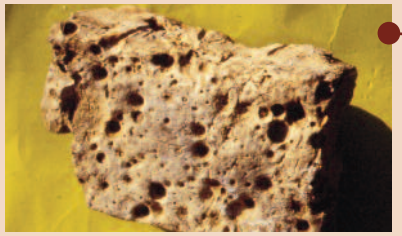
Un très bel exemple de calcaire coquillier de l'Hettangien a été exploité et utilisé dans le Mont d'Or pour la construction des églises de St. Cyr et de St. Didier. La roche gris-beige montre une accumulation d'innombrables petites coquilles de bivalves, assemblage appelé aussi lumachelle.





Dans les zones plus abritées, à l'environnement lagunaire, la faune est plus rare, voire quasi absente parfois. Les sédiments fins qui s'y déposent donneront des ***calcaires fins***, un peu marneux ou plus compacts, qualifiés pour ces derniers de calcaires sublithographiques (roches proches des calcaires cristallins à grain très fin utilisés autrefois en lithographie). Dans le Mont d'Or, le ***calcaire sublithographique*** porte le nom de choin bâtard, probablement en raison de sa vague ressemblance d'avec le célèbre choin (ou pierre de "choix") de Villebois (Bugey), si abondant dans les constructions de Lyon et de sa région.

Le choin bâtard, calcaire à grain fin de milieu marin protégé.

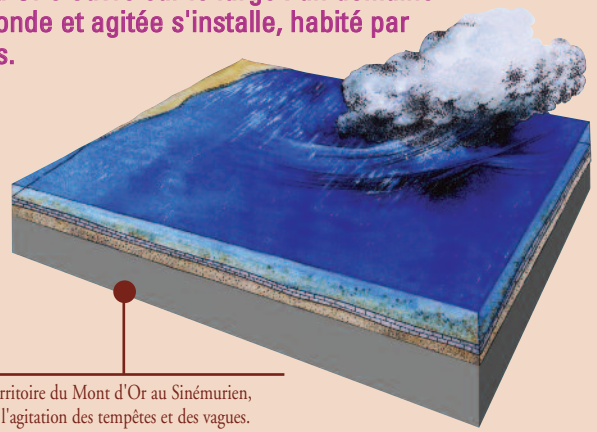


Un calcaire à perforations, stigmates de l'activité de certains organismes qui habitaient le sédiment.

4 Dans l'agitation des vagues, le Sinémurien (Jurassique inférieur / -195 Ma)

Au Sinémurien, le territoire du Mont d'Or s'ouvre sur le large : un domaine de plate-forme sous-marine peu profonde et agitée s'installe, habité par une faune diversifiée, riche en huîtres.

La mer continue sa lente progression sur le continent. Le territoire du Mont d'Or se retrouve à présent à une profondeur de quelques mètres à quelques dizaines de mètres, sur une ***plate-forme sous-marine*** bien ouverte vers la haute mer. Dans ce milieu ouvert mais de faible profondeur, les courants et les vagues sont omniprésents et impriment leur action dans la matière sédimentaire. Lors des tempêtes tropicales, les ***courants*** qui circulent sur le fond déposent



Le territoire du Mont d'Or au Sinémurien, dans l'agitation des tempêtes et des vagues.

Les strates régulières et ondulantes du calcaire à gryphées, marques de l'activité des courants et des vagues en milieu marin peu profond.

de larges épandages sédimentaires calcaires (les bancs calcaires, vus en coupe). Les ***vagues***, quant à elles, affouillent inlassablement le fond, y laissant leurs marques (zones à incisions et ondulations au sommet des bancs et entre eux). Quand le milieu se calme, les sédiments fins peuvent à leur tour décanter (lits argileux).

Le calcaire à gryphées, la pierre à bâtir par excellence !

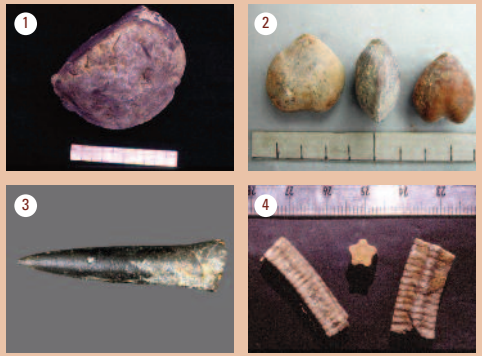
Cette pierre fut l'objet d'une importante exploitation durant plusieurs siècles. Il n'est pas de village du Mont d'Or, à l'instar de la pierre jaune, qui ne montre pas de pierre grise, constellée de "virgules" blanchâtres, les gryphées. Très intéressante pour les carriers, car présentant des bancs très réguliers et très solides, la pierre grise a largement été utilisée pour la construction, notamment là où il était nécessaire de fournir de grandes surfaces : dallages d'églises (ex. Neuville, St. Nizier à Lyon), clôtures, lavoirs, escaliers et perrons, etc… N'oublions pas aussi que le calcaire à gryphées a abondamment alimenté les fours à chaux, notamment celui de la Glande à Poleymieux, aujourd'hui restauré.

Dans ces conditions d'agitation, et donc de bonne oxygénation, la vie se développe. Une variété d'huître, ***la gryphée***, envahit la plate-forme. C'est en raison de l'abondance de ce coquillage que les strates du Sinémurien portent aujourd'hui le nom ***de calcaire à gryphées***. D'autres bivalves habitent aussi le fond, en compagnie de gastéropodes, de brachiopodes et de crinoïdes dont les débris des squelettes constituent la majeure partie du sédiment. Des ammonites de très grande taille (jusqu'à 1m de diamètre), des bélemnites, des reptiles marins et des poissons évoluent aussi entre deux eaux.

Le calcaire à gryphées, cimetière de millions d'huîtres !

La gryphée, une huître fossile.

Coroniceras (Arietites), les plus grosses ammonites du Mont d'Or (jusqu'à 1m de diamètre).



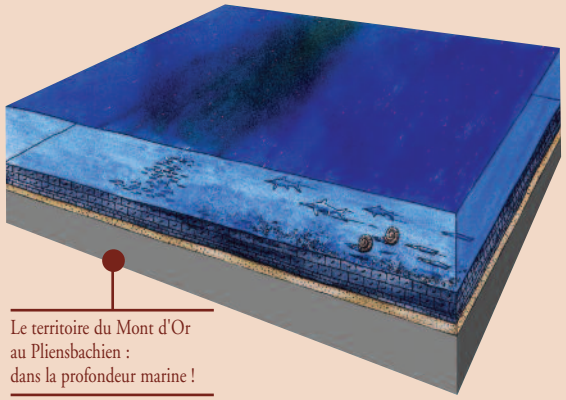
Quelques exemples des nombreux invertébrés fossiles du calcaire à gryphées : (1) bivalves, (2) brachiopodes, (3) bélemnites (rostres), (4) crinoïdes (débris), (5) gastéropodes.

le Pliensbachien Dans la profondeur marine, (Jurassique inférieur / -190 Ma)

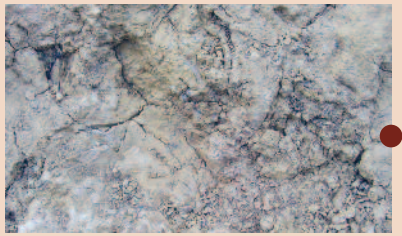
5

Le niveau de la mer poursuivant son ascension au Pliensbachien, le Mont d'Or s'enfonce dans un environnement marin relativement profond où les animaux nageurs sont rois.

Le niveau de la mer continue à s'élever. Voilà le Mont d'Or progressivement plongé dans un ***environnement marin relativement profond*** (100 à 150 m de profondeur), le milieu le plus profond que cette région a sans doute connu à l'ère secondaire. Sur le fond, baigné par un eau calme, loin de l'agitation de surface, se dépose une vase argileuse et calcaire très fine. Ce sédiment fin constitue aujourd'hui une épaisse série de ***marnes***, bien visible sur le sentier géologique et tout près de lui, spécialement dans le secteur de la Glande.



Le territoire du Mont d'Or au Pliensbachien : dans la profondeur marine !



La marne, une ancienne vase de fond, mélange d'argile et de calcaire.

La bélemnite, « seiche » du Jurassique

La bélemnite était un genre de calmar, ou plutôt de seiche (céphalopodes), de forme allongée, dont on ne retrouve généralement à l'état fossile que l'os calcaire qui se situait à l'arrière du corps, le rostre.

La marne de la Glande, matière à tuiles !

La marne de la Glande, dont l'ancienne carrière sert aujourd'hui de terrain de sport mécanique tout-terrain, a été exploitée jusque dans les années 1980. La relative richesse en argile de ce matériau permettait la fabrication de tuiles de terre cuite. La tuilerie se trouvait à quelques kilomètres du site d'extraction, à Limonest.

Cet environnement marin assez profond est le domaine de prédilection des animaux du large, qu'il s'agisse des organismes nageurs (poissons, céphalopodes (ammonites, nautiles et bélemnites), vertébrés marins (ichthyosaures)) ou des habitants du fond, moins nombreux (bivalves, gastéropodes, brachiopodes, crustacés, vers fouisseurs…).

A la base de la série, les couches de transition entre le calcaire à gryphées et les marnes recèlent quantités de ***rostres de bélemnites (calcaires rouges ou jaunes à bélemnites)***. Au sommet, un bref retour à des conditions de haut fond permet le dépôt de calcaires riches en huîtres ***("lumachelle" à***

Le calcaire à bélemnites du Carixien, partie inférieure du Pliensbachien.

Reconstitution d'une bélemnite, un genre de céphalopode à l'aspect de calmar.

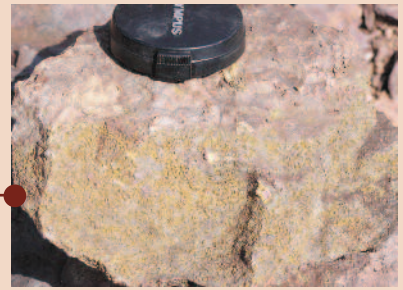
La dalle à Harpax (*Plicatula*), un banc calcaire pétri de bivalves fossiles dans le haut du Domérien, partie supérieure du Pliensbachien.

Une ammonite du Domérien : genre *Amaltheus*.

6 Témoin privilégié de la vie océane, le Toarcien (Jurassique inférieur / -180 Ma)

Dans des conditions de milieu assez similaires à celles de l'époque précédente, un ralentissement brutal du dépôt sédimentaire au Toarcien induit la concentration de nombreux restes d'organismes, dont les ammonites.

Sur le territoire du Mont d'Or, le milieu marin du Toarcien ne change pas fondamentalement. Il demeure plutôt profond, marqué par une sédimentation surtout argileuse et calcaire fine et habité par une faune du large où prédominent les ***céphalopodes*** (ammonites, nautiles et bélemnites) et où évoluent les ***ichthyosaures*** (reptiles marins). Au cours de cet épisode de très faible sédimentation, des arrivées plus ou moins brutales et épisodiques de ***sédiments oolithiques***, propulsées par des courants de fond en provenance de hauts-fonds ou de milieux côtiers, viennent se mêler à la boue argilo-calcaire ferrugineuse ambiante (***calcaires oolithiques ferrugineux***). Les organismes vivant sur le fond contribuent par leur activité à mélanger les deux types de sédiments.



Le calcaire oolithique ferrugineux, mélange hétérogène de boue argilo-calcaire et de sable oolithique consolidés.

L'origine des oolithes

Les oolithes sont le produit des vagues, et donc des domaines côtiers. Sur les hauts-fonds tropicaux, chauds, concentrés en minéraux et ballottés par les vagues, les grains sédimentaires qui roulent sur le fond peuvent s'entourer petit à petit d'une petite gangue calcaire sphérique (probablement avec le concours des micro-organismes). Les oolithes ainsi formées sont parfois entraînées vers le large par des courants de fond qui balayent les côtes avant de s'enfoncer vers la haute mer. Dans le Mont d'Or, les oolithes constituent donc un sédiment « étranger », car non formé sur ce territoire.

Ammonites et nautiles, emblèmes du Toarcien de la région lyonnaise !

Parmi les céphalopodes fossiles, ce sont bien entendu les ammonites les mieux connues. Ces animaux à tentacules étaient dotés d'une coquille, généralement enroulée sur elle-même, dont seule la partie la plus large vers l'avant était habitée.
La coquille des nautiles, cousins des ammonites, s'enroulait selon le même principe, mais seul le dernier tour, très large et fortement évasé, est bien visible.
Les ammonites et les bélemnites ont disparu en même temps que les dinosaures, il y a 65 millions d'années. En revanche, quelques espèces de nautiles existent toujours dans les océans Pacifique et Indien (genre *Nautilus*).

nautile.

ammonite.

Les ichthyosaures, des reptiles-dauphins !

A l'instar des mammifères marins vivant de nos jours, les mers du Jurassique étaient parcourues par des reptiles adaptés à la vie marine, les ichthyosaures. Ces animaux à l'allure de dauphin pouvaient atteindre 12 à 15 mètres de long. Ils avaient une respiration aérienne et se nourrissaient notamment de bélemnites. Les ichthyosaures étaient ovovivipares : le développement embryonnaire s'effectuait dans l'œuf à l'intérieur de l'abdomen de la mère ; après éclosion, les petits autonomes étaient expulsés, allant prendre leur première respiration en surface.

Le Toarcien, une époque marquée par une exceptionnelle abondance de vie ???

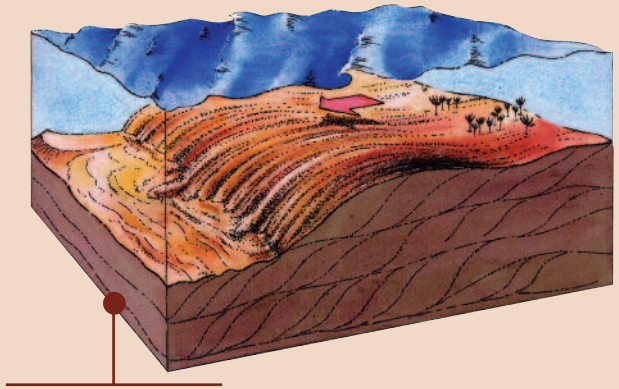
Les terrains du Toarcien et du début de l'Aalénien sont effectivement connus pour leur étonnante richesse en fossiles d'organismes qui évoluaient dans les eaux du large : ammonites, nautiles, bélemnites et vertébrés marins. Cette abondance ne reflète en rien une prolifération particulière de ces animaux à cette époque, mais résulte d'un simple phénomène de concentration des restes fossiles. Un ralentissement très brutal de la sédimentation au Toarcien n'a permis le dépôt que de quelques mètres de sédiments seulement sur une période longue de 6 à 8 millions d'années. Accumulés dans des volumes de sédiment extrêmement faibles, les restes d'organismes s'en sont trouvés ainsi fortement concentrés.

Les ammonites, pour repérer le temps !

Les paléontologues se servent beaucoup des ammonites pour établir une chronologie des couches géologiques de l'ère secondaire, particulièrement facile à repérer dans la série toarcienne du Mont d'Or. Ayant évolué rapidement à l'échelle géologique et sur de larges aires géographiques, les ammonites sont en effet de bons fossiles "marqueurs du temps". Ainsi, l'étage Toarcien est divisé en un certain nombre d'unités de temps, les zones d'ammonites, dont chacune est caractérisée par l'espèce d'ammonite la plus représentative à ce niveau.

7 Au gré des courants, l'Aalénien (Jurassique moyen / -175 Ma)

Consécutivement à une baisse du niveau marin à l'Aalénien, la plate-forme sous-marine redevient peu profonde et agitée, balayée par des courants de tempête et de marée.

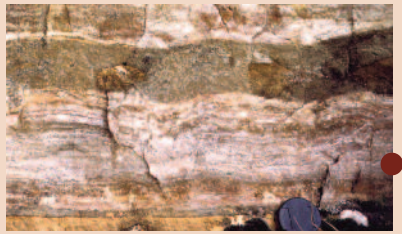


Le fond marin du Mont d'Or à l'Aalénien : les courants de marée façonnent les sédiments en larges rides et dunes de sable calcaire !

Le niveau de la mer, capricieux à l'échelle géologique, amorce ici un mouvement inverse de baisse. Le Mont d'Or se retrouve, comme au Sinémurien, dans un contexte de ***plate-forme sous-marine peu profonde et agitée***.
De nouveaux courants circulent sur le fond, transportant les sédiments de manière répétée et les déposant en vastes épandages sableux.
La plate-forme est soumise à l'***activité des marées*** dont les courants façonnent la matière sédimentaire en larges dunes hydrauliques (***stratifications obliques***), peu visibles malheureusement sur le sentier géologique. En revanche, les courants et les vagues de ***tempête*** qui balayent aussi la plate-forme fabriquent d'importants ***champs de rides*** emboîtées dont les formes mamelonnées, biseautées et incisées se voient parfaitement sur les pentes du Mont Py (***stratifications entrecroisées***).
La matière sédimentaire qui constitue aujourd'hui le calcaire jaune (ou pierre de Couzon, ou encore pierre dorée) est principalement le résultat de l'accumulation de débris de squelettes calcaires de crinoïdes (les ***entroques***), d'où le nom que l'on donne aussi à cette formation sédimentaire : le ***calcaire à entroques***.

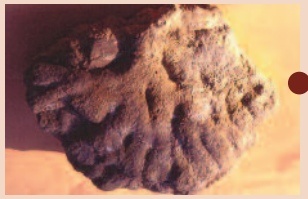
Les stratifications obliques de la pierre jaune, produits de l'activité des courants de marée.

Les stratifications entrecroisées du calcaire à entroques, marques des courants turbulents de tempête.



Des silex blanchâtres, concentrations de silice à certains niveaux de la pierre dorée.

Des restes d'autres animaux qui vivaient au côté des crinoïdes ont aussi participé à la constitution des sédiments de la pierre jaune : des bivalves et surtout des bryozoaires, apparaissant essentiellement dans la partie haute de la série (traversée par le sentier géologique), dont les formes et le mode de vie se rapprochaient un peu de ceux des coraux.
La pierre dorée est aussi caractérisée par la présence, à certains niveaux, de nombreux ***silex*** blanchâtres, organisés en alignements noduleux ou en bancs massifs, les silex rubanés, visibles sur le sentier géologique.



Des bryozoaires, organismes coloniaux minuscules dont les constructions évoquent celles des coraux.

Une carrière de pierre jaune, la carrière du Mont Py.

Les crinoïdes, emblèmes de la pierre jaune !

Les crinoïdes, également appelés "lys de mer" du fait de leur aspect de fleur, sont des animaux qui existent toujours, assez profondément dans l'océan. Ils appartiennent à la grande famille des Echinodermes dont font partie les oursins et les étoiles de mer. Ils sont dotés d'un squelette calcaire articulé dont les éléments constitutifs, après la mort de l'animal, sont libérés dans l'environnement marin et viennent ainsi contribuer à la formation du sédiment. Au Jurassique, de nombreux indices témoignent de leur présence beaucoup plus proches des côtes qu'aujourd'hui et au sein de populations plus développées.

Le calcaire à entroques.

Des entroques.

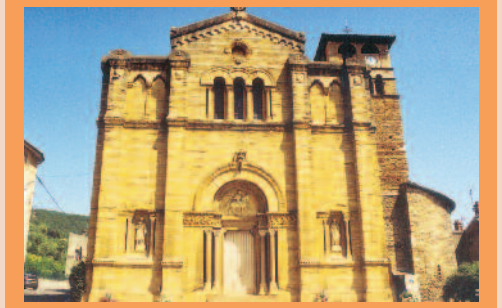
Des éléments de squelettes calcaires de crinoïdes.

L'origine de la silice

La silice des silex de la pierre dorée trouve son origine dans le milieu marin de l'Aalénien. Si elle existait naturellement à l'état dissous dans l'eau de mer, sa concentration dans le sédiment est probablement, au départ, la conséquence de l'activité des êtres vivants et en particulier de certaines espèces (éponges, plancton animal, plancton végétal) productrices de ce minéral pour leur coquille ou leur squelette.

Le calcaire à entroques, autre pierre à bâtir d'excellence

En raison de sa relative faible dureté, de son homogénéité et de son débitage facile, le calcaire à entroques du Mont d'Or, ou pierre de Couzon, a longtemps été exploité et utilisé comme pierre de taille.
La roche a également largement été employée comme simple moellon de construction, conférant aux villages du Mont d'Or cette chaude teinte jaune orangé. L'exploitation se poursuit actuellement, principalement dans le Beaujolais, pour la fabrication du ciment.



8 Au gré des caprices de la mer, le Bajocien (Jurassique moyen / -170 Ma)

A la faveur d'une hausse du niveau de la mer au Bajocien, le Mont d'Or s'inscrit de nouveau dans un milieu de plate-forme sous-marine plutôt profonde et calme près du fond. Là, le dépôt sédimentaire est affecté par une variation cyclique, d'origine climatique, des conditions du milieu de l'océan.

Dernier niveau des temps secondaires visible sur le sentier géologique, le Bajocien marque un retour à des conditions de ***plate-forme sous-marine plutôt profonde***. Sur le fond, la sédimentation ralentie et devient beaucoup plus régulière, déposant un matériel argilo-calcaire fin, rythmique, tantôt calcaire, tantôt plus argileux. Il se forme ainsi une succession de bancs calcaires et de bancs marneux, le ***ciret***. Dans le Mont d'Or, la roche se débite naturellement en pierres arrondies présentant l'aspect de "miches de pain".

Le ciret, une alternance de calcaire et de calcaire marneux, expression dans le sédiment marin d'une probable cyclicité climatique.

L'origine des alternances calcaire-marne du ciret

Au cours du Bajocien, le ralentissement et la régularité de la sédimentation permettent l'enregistrement de changements environnementaux de courte durée qui se produisent dans la mer et qui agissent sur la composition du sédiment. C'est ainsi que l'on observe, dans le ciret du Mont d'Or, une variation cyclique de la teneur en calcaire au cours du temps qui se traduit par une alternance régulière de couches calcaires et de couches marneuses. Ces variations sont à mettre en relation avec des modifications climatiques périodiques affectant l'ensemble du globe terrestre, sur des échelles de durée de l'ordre de plusieurs dizaines de milliers d'années.

Spiroceras, une ammonite du Mont d'Or bien particulière car déroulée.

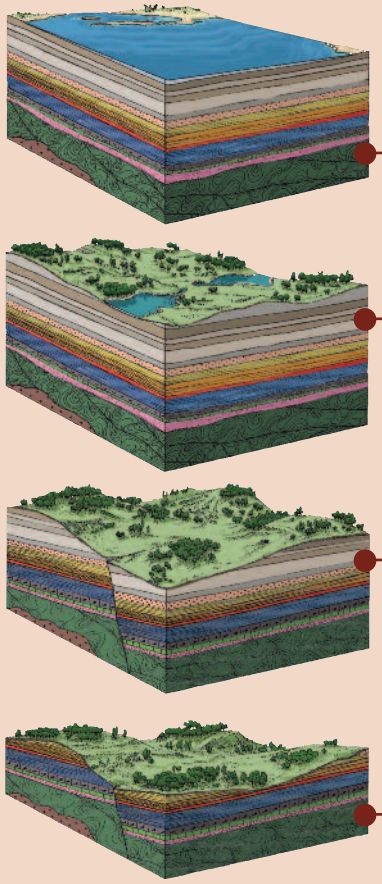
Le Bajocien du Mont d'Or est également bien connu pour ses étonnantes ammonites déroulées. Les petites coquilles silicifiées se trouvent mêlées à des paquets de sédiments ramenés par des courants de fond épisodiques, provenant de secteurs moins profonds de la plate-forme.

Les anciennes carrières de Couzon où le ciret blanchâtre se superpose à la pierre dorée.

La fin de l'histoire (Jurassique moyen (-170 Ma) à l'actuel) : de la mer aux collines du Mont d'Or ! 9

Si les couches sédimentaires du Bajocien constituent le dernier ensemble bien visible sur le sentier géologique du Mont d'Or, l'histoire géologique du massif ne s'est pas arrêtée là. La sédimentation marine a continué, les couches géologiques ont fini par émerger, se sont érodées et ont subi les contrecoups de la mise en place des chaînes alpines et pyrénéennes.

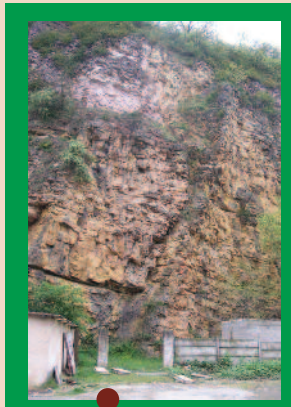
Une dernière formation sédimentaire secondaire existe du côté de Lissieu. Il s'agit de ***calcaires oolithiques*** rapportés au Bathonien, l'étage géologique qui suit le Bajocien (Jurassique moyen / -165 Ma). Tant par leur composition sédimentaire que par leur mode de stratification, les calcaires bathoniens ressemblent assez à ceux de l'Aalénien (calcaire à entroques) et évoquent le même environnement marin peu profond, sillonné par des courants. On invoque ici une nouvelle oscillation du niveau de la mer, une fois encore orientée à la baisse. Par la suite, depuis la fin du Jurassique moyen jusqu'au Crétacé inférieur, la région du Mont d'Or va plus ou moins se stabiliser dans un ***domaine marin côtier globalement chaud et peu profond***. Quelques dépôts sédimentaires de ces époques, reconnus à l'affleurement ou en forage dans la région lyonnaise, en témoignent. C'est donc toute une série de couches géologiques, plus ou moins épaisse, qui est venue probablement recouvrir le ciret bajocien et le calcaire oolithique bathonien et dont il ne subsiste rien ou presque.
Au Crétacé supérieur, les premiers soubresauts tectoniques du domaine alpin vont provoquer l'***émersion*** quasi définitive de la série géologique du Mont d'Or. Celle-ci va alors commencer à s'éroder. Entre la fin du Crétacé et le début de l'ère tertiaire, le Mont d'Or occupera un secteur de basse ***plaine continentale***, situé entre les terres du Massif Central à l'ouest et le domaine marin périalpin à l'est.
Au milieu de l'ère tertiaire, consécutivement à l'amplification de l'activité du domaine alpin et probablement aussi de celui des Pyrénées, le territoire du



Le territoire du Mont d'Or au Jurassique supérieur et au Crétacé inférieur : un domaine marin tropical peu profond.

Le territoire du Mont d'Or au Crétacé supérieur et au début de l'ère tertiaire : une série géologique émergée qui commence à s'éroder.

Le façonnement du Mont d'Or du milieu de l'ère tertiaire aux temps actuels : en bordure du domaine alpin en cours de formation, le massif bascule vers l'est, se fend de nombreuses failles et s'érode activement.



La faille, une "cassure" de terrain

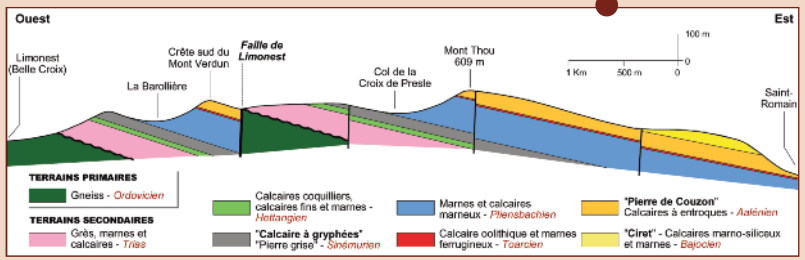
Une faille, c'est une cassure qui affecte les terrains géologiques et qui s'accompagne généralement du glissement d'un compartiment rocheux contre un autre. Le déplacement peut-être horizontal, ou plus communément vertical, comme ici dans le Mont d'Or, ou bien encore associer les deux. Le décalage (rejet) créé met en correspondance des couches géologiques de nature et d'âge différents. Ainsi, s'agissant de la faille de Limonest, dans le secteur du Mont Narcel, les grès du Trias du compartiment sud-est (Mont Thou) côtoient les calcaires argilo-siliceux bajociens du compartiment nord-ouest (Mont Verdun), impliquant un décalage vertical de plus de 200 m entre les deux séries géologiques.

Un très bel exemple de faille dans le Mont d'Or : la faille de Couzon-St. Léonard.

Mont d'Or va être tour à tour ***basculé*** et ***fracturé***. Les innombrables failles qui découpent le massif un peu partout sont à mettre en relation avec la formation du ***fossé bressan*** (Oligocène / -30 Ma) et, plus tard, avec une poussée des ***Alpes*** externes et la formation du ***Jura*** (Miocène / -5 à -10 Ma). La plus connue de ces failles est la ***faille de Limonest***. Elle a provoqué le dédoublement de la série géologique du Mont d'Or en massif du Mont Thou et massif du Mont Verdun. Les mouvements tertiaires du sous-sol du Mont d'Or et l'***érosion*** incessante de ses reliefs contribuent à faire apparaître les couches profondes du massif et à lui donner le visage que nous lui connaissons aujourd'hui. Après l'intervention des mouvements tectoniques, auteurs des failles et du basculement de la série géologique, l'individualisation finale et actuelle du Mont Verdun, du Mont Thou et du Mont Cindre en collines élevées est le fruit de l'érosion :
les terrains les plus tendres (marnes du Pliensbachien, calcaires marneux du Bajocien) sont déblayés préférentiellement, formant respectivement des vallons et des grands talus concaves (Le Rebat, La Glande, Giverdy) ou des collines très aplaties (le Crêt d'Albigny) ;
les terrains les plus résistants (calcaire à entroques de l'Aalénien, calcaires à gryphées du Sinémurien) constituent respectivement le sommet des monts ou les ressauts de relief en dessous des monts (Les Roches, les bois de la Glande, le sommet des bois de la Pierre Meulière).
Enfin, sous l'action des ***phénomènes périglaciaires*** intervenant au Quaternaire au sortir des périodes de glaciation, les pourtours du Mont d'Or finiront par se couvrir de ***loess*** (sables éoliens), de ***formations fluvio-glaciaires*** (sables, graviers et galets) et de ***dépôts de pente*** (éboulis, glissements de terrain).

Un visage de la région lyonnaise au Quaternaire, lors de l'avancée des glaciers vers Lyon, une période qui a laissé aussi quelques traces dans le Mont d'Or.

Une coupe géologique est-ouest passant par le Mont Thou : la série géologique inclinée du Mont d'Or est dédoublée par la faille de Limonest dont le décalage (rejet) atteint 200 mètres. La pierre dorée (pierre de Couzon), plus résistante à l'érosion que les autres couches, occupe le sommet des principaux monts.



Le panorama sud du Mont d'Or, un condensé d'histoire géologique !

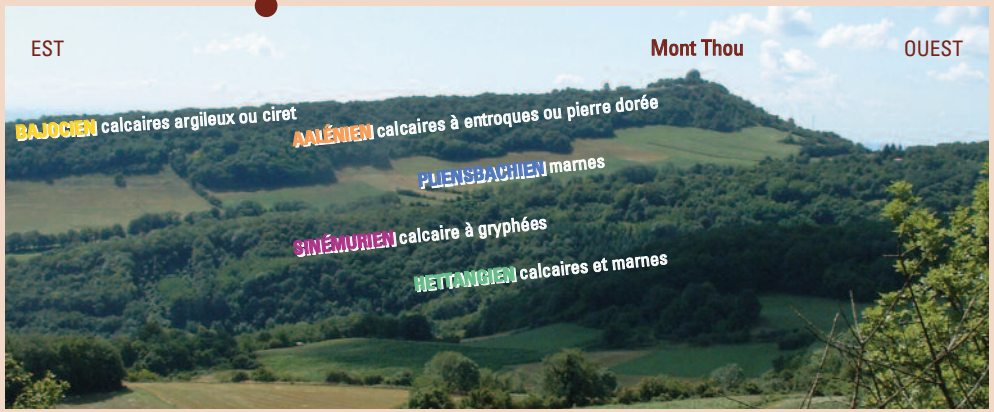
10

L'observation du panorama sud du sentier géologique offre un très bon condensé de la géologie du Mont d'Or.

Au premier plan, les champs, les bosquets d'arbres et la base militaire sont posés sur les calcaires à entroques de l'Aalénien et le ciret du Bajocien.
Au-delà du vallon du Thou, empruntant le parcours de la grande faille de Limonest, un premier rideau d'arbres et de taillis poussent sur les grès du Trias (tout à fait en fond de vallon), sur les calcaires fins de l'Hettangien au-dessus puis sur le calcaire à gryphées du Sinémurien, plus haut encore, ce dernier formant l'abrupt boisé du deuxième plan qui s'étend vers le Mont Narcel à droite (vers le sud-ouest).
En arrière plan, les vastes prairies et champs cultivés recouvrent les terrains marneux fertiles du Pliensbachien.

Les minces couches marneuses et calcaires rouges du Toarcien se situent grossièrement aux environs de la lisère des bois supérieurs. Ces bois s'enracinent sur le calcaire à entroques de l'Aalénien sur lesquels s'appuie le radar militaire du Mont Thou. Enfin, rejeté vers la gauche, vers l'est, et en contre bas du Mont Thou, se place le ciret bajocien fortement érodé.
Malgré le couvert végétal, on remarquera avec facilité l'inclinaison d'une quinzaine de degrés de toute la série géologique vers l'est, effet des mouvements périalpins intervenus à partir du milieu de l'ère tertiaire. La faille de Limonest, circulant dans le vallon du Thou, appartient à ces mouvements tectoniques.

Le panorama sud du sentier géologique : quand la géologie conditionne les formes et la structure du paysage. Les solides terrains calcaires, boisés, inclinés vers l'est et formant les reliefs alternent avec des terrains plus tendres recouverts par les talus concaves, herbeux et cultivés. En contre bas, la vallée du Thou emprunte le trajet de la grande faille de Limonest.



Le Mont d'Or : 450 millions d'années d'histoire géologique en quelques mots !

Les 4 grandes étapes révélées par les témoins géologiques régionaux

1

Les gneiss du socle se forment au début de l'ère primaire, à partir de – 450 millions d'années, dans les profondeurs de l'écorce terrestre. Dans la deuxième moitié de l'ère primaire, cet ensemble de roches, ainsi que des granites, sont intégrés à une vaste chaîne de montagnes, la chaîne hercynienne, née de la collision entre deux continents, il y a 320 à 350 millions d'années.

soulèvement, plissement, chevauchement

2

Pendant les dizaines de millions d'années qui suivent l'arrêt de l'activité de la chaîne hercynienne, entre la fin de l'ère primaire et le début de l'ère secondaire, l'affaissement et l'intense érosion que subit cette chaîne la transforment en une immense plaine (pénéplaine).

affaissement, érosion, pénéplanation

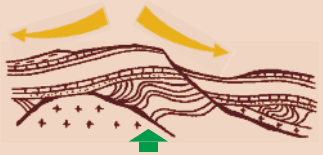
3

À l'ère secondaire, la mer qui monte recouvre peu à peu cette plaine et y dépose des argiles et des sables, aujourd'hui consolidés en grès, arrachés aux terres émergées. Des calcaires et des marnes s'y accumulent aussi. On retrouve ces diverses roches dans la géologie actuelle du Mont d'Or, dont les témoins s'échelonnent du Trias moyen (-240 millions d'années) au Jurassique moyen (-170 millions d'années).

transgression marine (montée de la mer), sédimentation

4

Suite au retrait des mers et en marge des premiers soubresauts du domaine alpin, siège de la rencontre entre l'Afrique et l'Europe, la région émerge. L'émersion des couches géologiques déposées par la mer et leur érosion s'effectuent progressivement à partir de la fin de l'ère secondaire (-90 millions d'années) et se poursuivent à l'ère tertiaire.

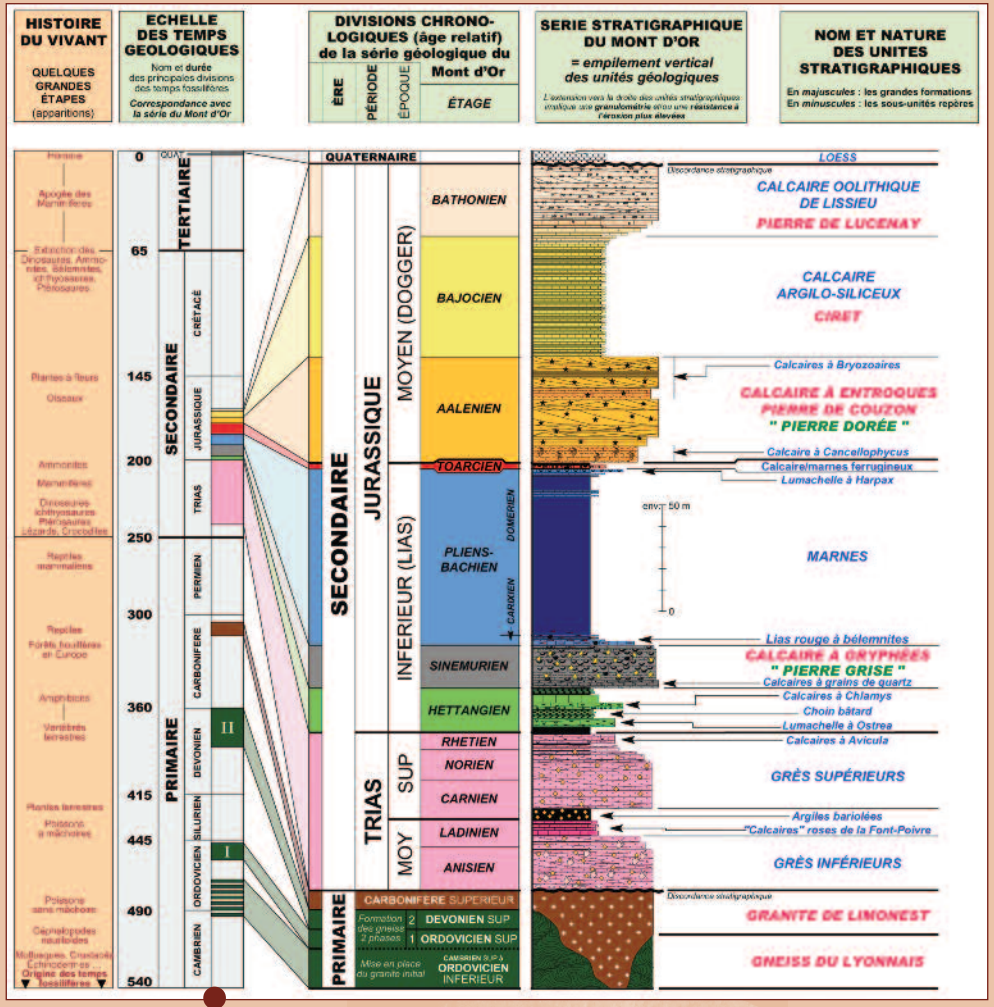


soulèvement (émersion), érosion

Au cours de l'ère tertiaire, à partir de -35 millions d'années surtout, la chaîne des Alpes et ses domaines périphériques (Jura, Bas-Dauphiné, Bresse) sont en proie à une intense activité tectonique. C'est en périphérie de cette zone active que le Mont d'Or prend petit à petit son visage actuel, avec le soulèvement, le basculement, la fracturation et l'érosion de ses couches géologiques.

c'est le paysage actuel du Mont d'Or

soulèvement, basculement, fracturation, érosion

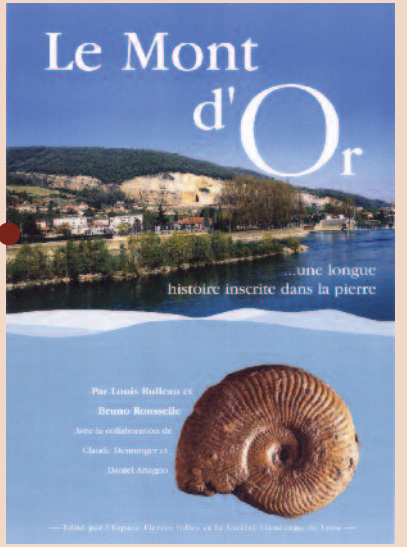


La série stratigraphique du Mont d'Or (restitution verticale de l'empilement des unités géologiques). Situation dans l'échelle des temps géologiques et situation par rapport aux principales étapes de l'évolution du monde vivant.

LA GÉOLOGIE DU MONT D'OR ET DE LA RÉGION LYONNAISE : RESSOURCES ET AUTRES SITES D'INTÉRÊT

Il existe un certain nombre de sites, de ressources ou de visites de terrain permettant de compléter ou d'approfondir la connaissance de la géologie du Mont d'Or et du proche Beaujolais.
En voici quelques uns :

- Les ressources en ligne du Syndicat Mixte des Monts d'Or (www.montsdor.com ou www.laclasse.com - Animation multi-média complète et interactive sur l'histoire géologique du Mont d'Or / © Erasme-SMMO 2007).
- Le livre : *Le Mont d'Or, une longue histoire inscrite dans la pierre* L. Rulleau & B. Rousselle



Couverture du livre de L. Rulleau et B. Rousselle.

2005 - © Espace Pierres Folles.

- Les visites commentées en Mont d'Or et en Beaujolais proposées par l'Espace Pierres Folles (s'adresser au musée - 04.78.43.69.20 ou consulter le site www.atouts-beaujolais.com).
- L'exposition permanente sur la géologie du Mont d'Or à la Tour Risler de Poleymieux, réalisée par l'association la Pie Verte (82 chemin de la Tour Risler 69250 Poleymieux au Mont d'Or).
- Les visites commentées pour grand public organisées chaque année par l'association la Pie Verte (programme à demander auprès de cette association 82 chemin de la Tour Risler - 69250 Poleymieux au Mont d'Or - 04.78.35.87.85 - 04.78.91.92.20 - http://lapieverte.over-blog.org).
- Le petit musée des fossiles à Chasselay à la Maison Médiévale (collection Jean Santailler - rens. mairie de Chasselay, tél. 04.78.47.62.43).
- Le sentier géologique et le musée paléontologique de l'Espace Pierres Folles (116 chemin du Pinay - 69380 St. Jean des Vignes - 04.78.43.69.20 - www.espace-pierres-folles.org).