



Quelques notions de géologie

Qu'est-ce qu'une roche ?

Par définition, on nomme **roche** tout matériau constitutif de l'écorce terrestre. Les matières qui composent les roches sont qualifiées de matières minérales, à la différence des matières organiques qui supportent la vie.

Aux températures habituelles qui règnent à la surface, entre - 60°C et + 60°C, les roches sont solides. Cependant, à des températures plus importantes, elles peuvent être liquides comme la lave d'un volcan. L'eau appartient aussi à l'univers minéral et peut être considérée comme une roche.

Les roches présentent une grande diversité d'aspects.

Certaines sont cohérentes et dures comme le granite ou le marbre, alors que d'autres sont friables : c'est le cas de la craie ou du talc qui se rayent et s'effritent sous la simple pression de l'ongle.

L'argile possède la propriété d'être déformable quand elle est mélangée à l'eau. Elle est alors plastique et modelable. Sèche, elle devient rigide et friable.

Le sable, quant à lui, est constitué de grains indépendants les uns des autres : c'est une roche meuble qui "coule" dans la main ou d'un espace à l'autre du sablier. Cependant, avec le temps, les grains de sable finissent par se souder entre eux et donner une roche dure et cohérente : le grès.

Les roches se comportent de façons différentes vis à vis de l'eau. Les unes sont totalement imperméables alors que d'autres laissent pénétrer- elles sont poreuses - et passer l'eau, elles sont alors perméables.

Minéraux et cristaux

Les roches sont composées de constituants élémentaires: les minéraux. Les roches formées d'un seul type de minéral sont mono-minérales comme les calcaires purs, le gypse ou le sable siliceux, s'il ne contient pas d'autres types de grains. D'autres roches sont poly-minérales comme le granite, les roches volcaniques et de nombreux sables. Le granite, par exemple, est constitué d'un assemblage de grains de quartz, de feldspaths et de micas.

Chaque minéral correspond à une composition chimique précise. La silice ou quartz est du dioxyde de silicium, ce qui s'écrit SiO_2 . La calcite est du carbonate de calcium, ce qui s'écrit CaCO_3 . C'est le minéral qui constitue les roches calcaires.

D'une façon générale, les minéraux se présentent sous la forme de solides cristallins : ce sont des cristaux, même si ils ne possèdent pas, dans la plupart des cas, de belles formes caractéristiques.

Dans un cristal, les atomes sont disposés de façon ordonnée dans l'espace suivant des lois géométriques qui dépendent à la fois de la nature chimique du minéral et des conditions de sa naissance. Un cristal se caractérise donc par son réseau cristallin.

Liste des principaux minéraux constitutifs des roches et de leur composition chimique

Quartz	→ SiO_2
Feldspath orthose	→ $(\text{Si}_3\text{AlO}_8)\text{K}$
Feldspaths plagioclases	→ $(\text{Si}_3\text{AlO}_8)\text{Na}, (\text{Si}_2\text{Al}_2\text{O}_8)\text{Ca}$
Mica noir ou biotite	→ $\text{K}(\text{MgFe})_3 \{ \text{Si}_3\text{AlO}_{10}(\text{OH},\text{F})_2 \}$
Mica blanc ou muscovite	→ $\text{KAl}_2 \{ \text{Si}_3\text{AlO}_{10}(\text{OH},\text{F})_2 \}$
Olivine	→ $(\text{Mg},\text{Fe})_2 (\text{SiO}_4)$
Amphibole	→ $(\text{Mg},\text{Fe})_2 (\text{Si}_8\text{O}_{22}) (\text{OH}, \text{F})_2$
Pyroxène	→ $(\text{Mg},\text{Fe})_7 (\text{SiO}_3)_2$
Minéraux argileux (ex : kaolinite)	→ $\text{Al}_4(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_8$
Calcite	→ CaCO_3
Gypse	→ $\text{SO}_4\text{Ca}, 2\text{H}_2\text{O}$

La silice et les silicates représentent 95% des minéraux constituant l'écorce terrestre.

Composition chimique moyenne de l'écorce terrestre :

Oxygène: 46,5%, silicium: 27,5%,
Aluminium: 8%, fer: 5%,
Calcium, sodium, potassium, magnésium: 11%,
Autres éléments réunis: 2%

L'oxygène et le silicium sont les deux principaux éléments chimiques de l'écorce terrestre.

Roches et minéraux au microscope

Roches et minéraux s'étudient au microscope. Pour ce faire, il faut réaliser une lame mince. Une tranche fine de roche est découpée et collée sur une plaque de verre. Elle est ensuite meulée et polie pour diminuer son épaisseur jusqu'à ne plus faire que 0,03 millimètres d'épaisseur. Elle peut alors être analysée, soit en lumière naturelle, soit en lumière polarisée, pour identifier les minéraux qui la composent ainsi que leur structure microscopique.

Un peu d'ordre dans les roches.

Les géologues classent les roches en fonction de leur origine et de leur composition.

Les **roches magmatiques** proviennent du refroidissement d'un magma. Elles sont qualifiées de **volcaniques** quand elles se forment lors des éruptions à la surface de la Terre, ou de **plutoniques** quand elles refroidissent et cristallisent en profondeur.

Les **roches sédimentaires** naissent à la surface, généralement par dépôt de matériaux au fond d'une mer, sur la côte, dans un delta, ou, plus rarement, à la surface d'un continent. Ces matériaux, les sédiments, proviennent de l'érosion des autres roches.

Les **roches métamorphiques** correspondent à d'anciennes roches préexistantes, magmatiques, sédimentaires ou déjà métamorphosées et qui ont été transformées, en profondeur, par augmentation de pression et de température, le plus généralement dans le contexte de la formation d'une chaîne de montagnes.

Un peu d'ordre dans les roches !

<i>Roches magmatiques</i>	→	proviennent du refroidissement d'un magma : - soit à la surface : <i>Roches volcaniques</i> (ex : Basalte, Andésite, Rhyolite, ...) - soit en profondeur : <i>Roches plutoniques</i> (ex : Granite, Diorite, Gabbro...)
<i>Roches sédimentaires</i>	→	dépôt et consolidation d'un sédiment à la surface de la Terre (fonds des mers et des océans et surface des continents). (ex : Sable, Grès, Argile, Calcaire, Gypse...)
<i>Roches métamorphiques</i>	→	toute autre roche préexistante transformée en profondeur par la pression et la température (ex : Micaschiste, Gneiss, Marbre, Quartzite...)

Granits et laves : roches magmatiques

Les granits sont des roches magmatiques plutoniques, alors que les laves sont des roches magmatiques volcaniques. Toutes proviennent du refroidissement d'un magma mais leur formation s'est effectuée dans deux contextes totalement différents :

- soit les magmas sont stoppés en profondeur et y cristallisent très lentement et progressivement : il se forme alors des roches plutoniques ;
- soit les magmas viennent s'épancher à la surface de la Terre dans le phénomène du volcanisme : ainsi naissent des roches volcaniques.

Pour chaque roche plutonique, il existe une roche volcanique correspondante, ayant la même composition chimique et minérale, mais différente par la texture, cependant leur répartition géographique et quantitative n'est pas du tout la même à la surface de la Terre.

Les principales textures des roches éruptives sont :

- la texture grenue (grains visibles à l'œil nu) pour les roches plutoniques ;
- la texture microlitique (cristaux microscopiques) pour les roches volcaniques.

Les roches éruptives sont classées et dénommées en fonction de leur composition. Les principaux minéraux qui permettent cette classification par leur présence ou leur absence sont : le quartz, les feldspaths alcalins, les plagioclases et d'autres minéraux comme les micas, l'amphibole, le pyroxène ou l'olivine. L'observation microscopique des lames minces des différentes roches permet d'identifier leurs minéraux et de les dénommées de façon précise.

Les magmas granitiques, riches en silice et très visqueux, se forment principalement dans les zones de collisions continentales et de naissance des chaînes de montagnes. Ils cristallisent le plus souvent en profondeur sous forme de masses plus ou moins circonscrites ou plutons, d'où le terme de roche plutonique.

Les magmas basaltiques proviennent de la fusion partielle du manteau. Ils sont pauvres en silice et fluides. Ils viennent s'épancher dans les zones d'ouvertures océaniques ou continentales et dans les points chauds.

Les magmas andésitiques possèdent une composition intermédiaire. Ils alimentent le volcanisme des zones de subduction comme les Andes ou le Japon.

Granite ou granit ?

Le vocable « granite » est utilisé en géologie alors que « granit » sans « e » final est employé par les professionnels de la filière pierre. Il recouvre alors l'ensemble des roches plutoniques à structure grenue et non seulement les granites sensu stricto. Le Labrador bleu, par exemple, n'est pas un granite au sens minéralogique car il ne contient pas de cristaux de quartz. Il est presque entièrement formé de cristaux de feldspath. Le Noir d'Afrique est un gabbro et non pas un granite. Cependant la plupart des granits utilisés dans la construction sont de véritables granites au sens pétrographique du terme.

Le granite est la roche magmatique plutonique la plus répandue. Son nom vient du fait qu'il est constitué de grains visibles à l'œil nu, de 2 à 5 mm en moyenne. Quand les cristaux sont plus grands, on parle de pegmatite. Quand ils sont plus petits, la structure est microgrenue.

Les principaux minéraux qui constituent un granite sont : le quartz, les feldspaths alcalins, les feldspaths plagioclases et d'autres minéraux comme les micas ou l'amphibole. L'équivalent volcanique du granit est la rhyolite, une roche plus rare. En France, le massif de l'Esterel sur la Côte d'Azur est composé d'anciennes rhyolites (porphyres) datées du Permien, il y a environ 275 millions d'années.

La couleur des granites varie d'un endroit à un autre : blanchâtre, gris, jaune, bleuté, rose, rouge, en fonction de la teinte, du degré d'oxydation et de la répartition des minéraux. Les granites et les roches de composition assez proche (granitoïdes, granodiorites, gneiss, migmatites...) forment une grande partie de l'écorce des continents. Ils se présentent sous forme de massifs, dont la taille varie de quelques kilomètres à quelques centaines de kilomètres.

On peut classer les granits suivant le grain de la roche. Le grain d'un granite désigne la grandeur moyenne des plages constituées par une association de minéraux de même nature.

On distingue les catégories suivantes :

- granite à très gros grain : grain supérieur à 10 mm ;
- granite à gros grain : grain de 3 à 10 mm ;
- granite à grain moyen : grain de 2 à 3 mm ;
- granite à grain fin : grain de 0,5 à 2 mm ;
- granite à grain très fin : grain inférieur à 0,5 mm ;
- microgranite : grain seulement visible au microscope avec parfois quelques grands cristaux visibles à l'œil nu.

La masse volumique apparente des granites varie pour la plupart entre 2600 et 2700 Kg / m³. Leur résistance à la compression se situe entre 140 et 150 Mpa sauf pour quelques variétés plus résistantes. Leur porosité est faible, toujours inférieure à 1% sauf pour quelques variétés plus altérées. Les granites ne sont pas gélifs.

La France possède de nombreuses régions granitiques : Massif armoricain, Massif central, Vosges, Corse, Alpes et Pyrénées. La plupart des granites français datent de la surrection de la chaîne hercynienne, à l'époque du Carbonifère (Paléozoïque supérieur) il y a environ 300 millions d'années. Les granites des bassins de Lanhélin et de Louvigné sont plus anciens. Ils se sont formés il y a environ 600 millions d'années lors de la surrection de la chaîne cadomienne, à la fin du Protérozoïque.

Les laves

Les laves sont des roches issues de l'éruption d'un volcan. Alors que l'activité explosive donne naissance à des pouzzolanes principalement utilisées comme granulats, les laves sont des roches provenant du refroidissement de coulées. C'est le cas des deux principales d'entre elles exploitées comme roches ornementales et de construction dans la région de Clermont-Ferrand. Il s'agit de coulées de lave issues des volcans de la chaîne des Puys. De nombreuses autres coulées de lave, en particulier constituées d'orgues volcaniques, sont exploitées pour la production de granulats (granulats éruptifs).

De nombreuses laves contiennent des trous plus ou moins développés correspondant aux bulles contenues dans le magma dont elles sont issues. Leur masse volumique apparente, de 2000 à 3000 kg / m³, pour celles qui sont exploitées, varie beaucoup en fonction de leur densité en bulles. Elles possèdent une structure microlitique composée d'un enchevêtrement de cristaux microscopiques, principalement des feldspaths, baignant dans un fond pâteux solidifié.

Les roches volcaniques présentent une grande diversité de nature et d'aspect. Les plus répandues sont les basaltes et les andésites. Le basalte est une roche noire et compacte.

Les laves basaltiques sont fluides et donnent des coulées à surface cordée, scoriacée ou prismée.

Les andésites sont des roches de couleur grise parfois légèrement violacée. Les andésites peuvent être émises sous forme de coulées ou de volcanisme explosif.

Les trachytes sont généralement de couleur gris clair. De nombreuses roches d'Auvergne comme la lave de Volvic sont des trachyandésites.

Les rhyolites sont des roches acides riches en silice et souvent claires, équivalent volcanique du granit. Leur couleur dépend beaucoup du degré d'altération des minéraux qu'elles contiennent. De nombreuses pierres ponces et obsidiennes, entièrement vitreuses, sont des rhyolites. Elles se mettent en place le plus généralement lors d'épisodes volcaniques hyper violents. On parle alors d'ignimbrites. Les porphyres sont de très anciennes ignimbrites lentement soudées et en partie recristallisée par le temps.

Classification simplifiée des roches éruptives ou magmatiques

	+ Silice -				
Principaux minéraux	Avec quartz		Sans quartz		
	Feldspath alcalin dominant		Feldspath plagioclase dominant		Sans feldspath
			Na	Ca	
Roche plutonique	Mica		Amphibole		Pyroxène
	Granite		Syénite	Diorite	Gabbro
					Olivine péridotite
Roche volcanique	rhyolite	trachyte	andésite	basalte	Kimberlite limburgite

Calcaires et grès : roches sédimentaires

Parmi les roches sédimentaires, deux d'entre elles, de par leur nature pétrographique, leur texture et leurs caractéristiques physico-chimiques, sont principalement utilisées en construction et en décoration. Ce sont les grès et les quartzites, apparentés aux grès, et les calcaires

Qu'est-ce qu'une roche sédimentaire ?

Les roches sédimentaires sont celles qui se forment à la surface de la Terre par accumulation de sédiments, le plus généralement au fond de l'eau : en mer, dans un lac, une lagune, ou dans un delta, mais parfois aussi en milieu terrestre aérien, à la surface des continents, comme d'anciennes moraines, par exemple. De par leur origine externe, les roches sédimentaires s'opposent donc aux roches d'origine profonde, magmatiques ou métamorphiques.

Les roches sédimentaires ne représentent que environ 5 % du volume de la croûte terrestre, cependant elles en recouvrent 75 % de la surface, et sont donc très présentes dans les paysages.

Leur formation peut résulter de différents types d'activités géologiques :

origine détritique : érosion, transport et dépôt des graviers, des grains et des particules, sables et argiles,

origine physico-chimique : précipitation de sels, évaporation comme pour la formation du gypse ou du sel gemme,

origine biochimique : dépôts liés à l'activité des êtres vivants. C'est le cas de la plupart des couches de calcaire.

Pétrole et charbon ont une origine biologique directe par l'accumulation puis la transformation de la matière organique d'origine animale ou végétale.

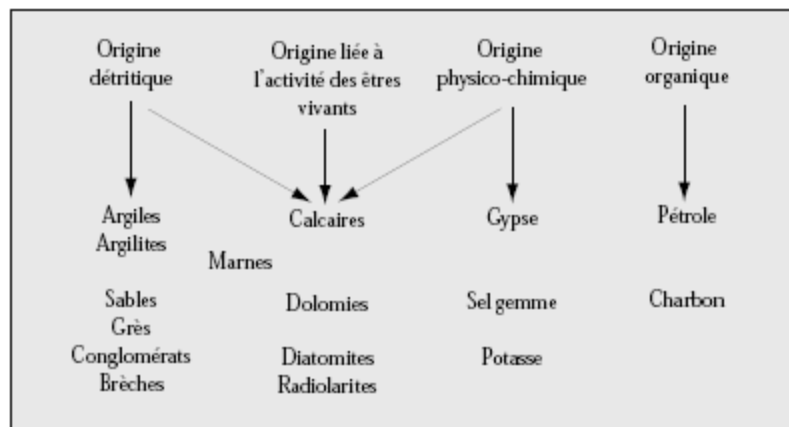
Les roches sédimentaires se rencontrent sous divers aspects : soit sous forme meuble comme les sables ou les limons, soit consolidées comme les grès, les calcaires... Cependant avec le temps, parfois beaucoup de temps, elles finissent toutes par s'indurer et se consolider.

Le passage d'un sédiment meuble à une roche cohérente correspond à des processus de transformations plus ou moins longs appelés diagenèse. La diagenèse s'effectue principalement par le tassement des sédiments, l'élimination de l'eau qu'ils contiennent et la consolidation des matériaux par cristallisation ou par cimentation.

Les roches sédimentaires conservent dans leur structure des traces de leur origine par dépôts successifs, comme des stratifications régulières ou entrecroisées, des rides de courants, des classements granulométriques...

Sachant que la plupart des roches sédimentaires se forment sur les fonds marins, leur présence dans les paysages continentaux nécessite la mise en œuvre de phénomènes de soulèvements liés aux mouvements tectoniques de chaque région concernée.

Classification simplifiée des roches sédimentaires



Les grès et les quartzites

Les grès sont des roches sédimentaires détritiques composées d'une grande majorité de grains de quartz. Ils proviennent de la consolidation d'un ancien sable meuble. Cette diagenèse s'opère par circulation d'eau, dépôt d'un ciment naturel entre les grains et compaction. Cette cimentation progressive peut combler en totalité ou seulement en partie les espaces entre les grains. De ce fait, certains grès conservent une porosité importante. La nature du ciment qui lie les grains varie d'un grès à un autre : siliceux, calcaire, ferrugineux... Les arkoses sont des grès riches en feldspaths. Les grès très riches en quartz et très durs sont souvent qualifiés de grès quartziques, comme le grès d'Erquy dans les Côtes d'Armor, par exemple. Un quartzite est une roche très compacte et très dure dans laquelle les grains de quartz sont très soudés et totalement imbriqués les uns dans les autres. Les quartzites peuvent avoir une origine strictement sédimentaire, mais peuvent aussi provenir du métamorphisme d'un ancien sous l'effet de la pression et de la chaleur.

Quelques régions de France sont bien connues pour leurs exploitations de grès, en particulier le grès des Vosges extrait dans une quinzaine de carrières du Bas Rhin, de Moselle et des Vosges. On exploite aussi des grès dans la région de Fontainebleau en Ile de France, au Pays Basque, en Bretagne et dans l'Aveyron... Les quartzites sont, en particuliers exploités en Savoie, en Bretagne, dans le sud du Massif Central et au nord de la Corse.

Les calcaires

Les calcaires sont des roches sédimentaires carbonatées principalement composées (>50 %) de calcite (carbonate de calcium). Ils peuvent également contenir de la dolomite

(carbonate double de calcium et de magnésium) et d'autres minéraux. Les calcaires font effervescence à l'acide chlorhydrique.

La formation des calcaires résulte en grande partie de l'activité directe ou indirecte des êtres vivants :

- accumulation de coquilles, de tests et de squelettes, macroscopiques ou microscopiques :
 - * soit visibles à l'œil nu (mollusques...),
 - * soit visibles au microscope optique (foraminifères...),
 - * soit visibles uniquement au microscope électronique (coccolithes de la craie...) ;
- constructions récifales (coraux...) ;
- dépôts d'origine chimique ou biochimique : précipitation, dépôt de boues, travertins, formation d'oolites... ;
- origine détritique : sables et brèches calcaires, graviers.

Les calcaires renferment de nombreux fossiles, ce qui en fait des roches importantes pour la stratigraphie.

En France, les roches calcaires sont abondantes dans les grands bassins sédimentaires (parisien, aquitain) et dans les chaînes de montagnes jeunes et leur avant-pays (Jura, Alpes, Provence, Pyrénées...). Les principaux bassins d'extraction se situent en Lorraine, dans l'Oise, en Bourgogne, dans le Bugey, en Provence, en Dordogne et dans le Poitou.

Les caractéristiques des calcaires varient beaucoup d'une roche à l'autre en fonction de son mode de formation. En voirie et en mobilier urbain, on utilise principalement des calcaires durs : pierres fermes et pierres marbrières. Bon nombre d'entre elles se sont formées au Jurassique, il y a environ 150 millions d'années, alors que la France, située au niveau des tropiques, était occupée par une mer chaude propice au développement de nombreux récifs et à la formation de calcaires oolithiques.

Ardoises, quartzites, marbres, schistes et gneiss: roches métamorphiques

Le métamorphisme, ou « métamorphose » des roches, est l'ensemble des modifications qui transforment les roches à l'état solide, quand celles-ci sont soumises à des conditions de pression et de température différentes de celles d'origine.

D'une façon générale, les roches métamorphiques se forment en profondeur, dans le contexte de la collision des plaques tectoniques et de la naissance des chaînes de montagnes.

Les roches métamorphiques présentent généralement un feuilletage appelé schistosité, à savoir le fait de pouvoir se débiter en plaques plus ou moins fines et régulières. C'est le cas pour les ardoises et les schistes.

De nombreuses roches métamorphiques montrent un aspect folié. Leurs minéraux sont orientés suivant des plans parallèles et disposés en lits plus ou moins marqués. Parfois, ils sont groupés en paquets allongés et forment des yeux : gneiss ocellé.

Une des conséquences du métamorphisme est l'apparition des nouveaux minéraux par recombinaison des éléments chimiques en présence dans la roche : pyrite dans une ardoise, grenats dans un micaschiste...

Le métamorphisme est un phénomène qui peut affecter toutes les roches préexistantes, quelles que soit leurs natures et leurs origines. Il existe donc une grande variété de roches métamorphiques, dont les principales correspondent aux grandes familles de roches sédimentaires et éruptives.

Classification simplifiée des roches métamorphiques

Origine des roches	Roches métamorphiques correspondantes
Granites Rhyolites	→ Gneiss (ortho)
Argiles → Ardoises → Mica-schistes	→ Gneiss
Sables Grès	→ Quartzites
Calcaires	→ Marbres Gipolins
Marnes	→ Amphibolites
Basaltes Gabbro	→ Amphibolites

Les marbres

Les marbres sont des roches métamorphiques issues de la transformation de calcaires ou de dolomies. Dans un marbre, les éléments de calcite sont entièrement recristallisés, ce qui confère une dureté plus importante à la roche et favorise son polissage.

Les marbres peuvent présenter de grandes variations de couleurs (impuretés, oxydes...) ou des veinages parfois très graphiques souvent dus à la présence d'autres substances : veines plus schisteuses ou de serpentine (cipolins). Certains peuvent être totalement blancs. On exploite des marbres dans le Pyrénées, dans le Languedoc et en Savoie.

Les schistes

Les schistes sont des roches métamorphiques susceptibles de se débiter en feuillets (schistosité). Ils peuvent présenter des natures différentes. Beaucoup proviennent du métamorphisme d'anciennes argiles. Les micaschistes sont riches en micas qui leur confère un aspect brillant sur leur surface de clivage. On exploite des schistes en Bretagne, en Savoie, et dans le sud du massif Central.

Les ardoises

Les ardoises sont des schistes argileux à grains fins et homogènes, parfois légèrement satinés. Elles correspondent à d'anciennes argiles ayant subi un métamorphisme de très faible intensité. Leur coloration peut varier : gris, noir, bleuté ou lie-de-vin. La schistosité permet de les cliver en plaques fines. De nombreuses ardoises présentent des recristallisations de petits cubes de pyrite (sulfure de fer). On exploite des ardoises en Anjou, dans le sud du Massif Central, en Bretagne et en Haute Savoie.

Les quartzites

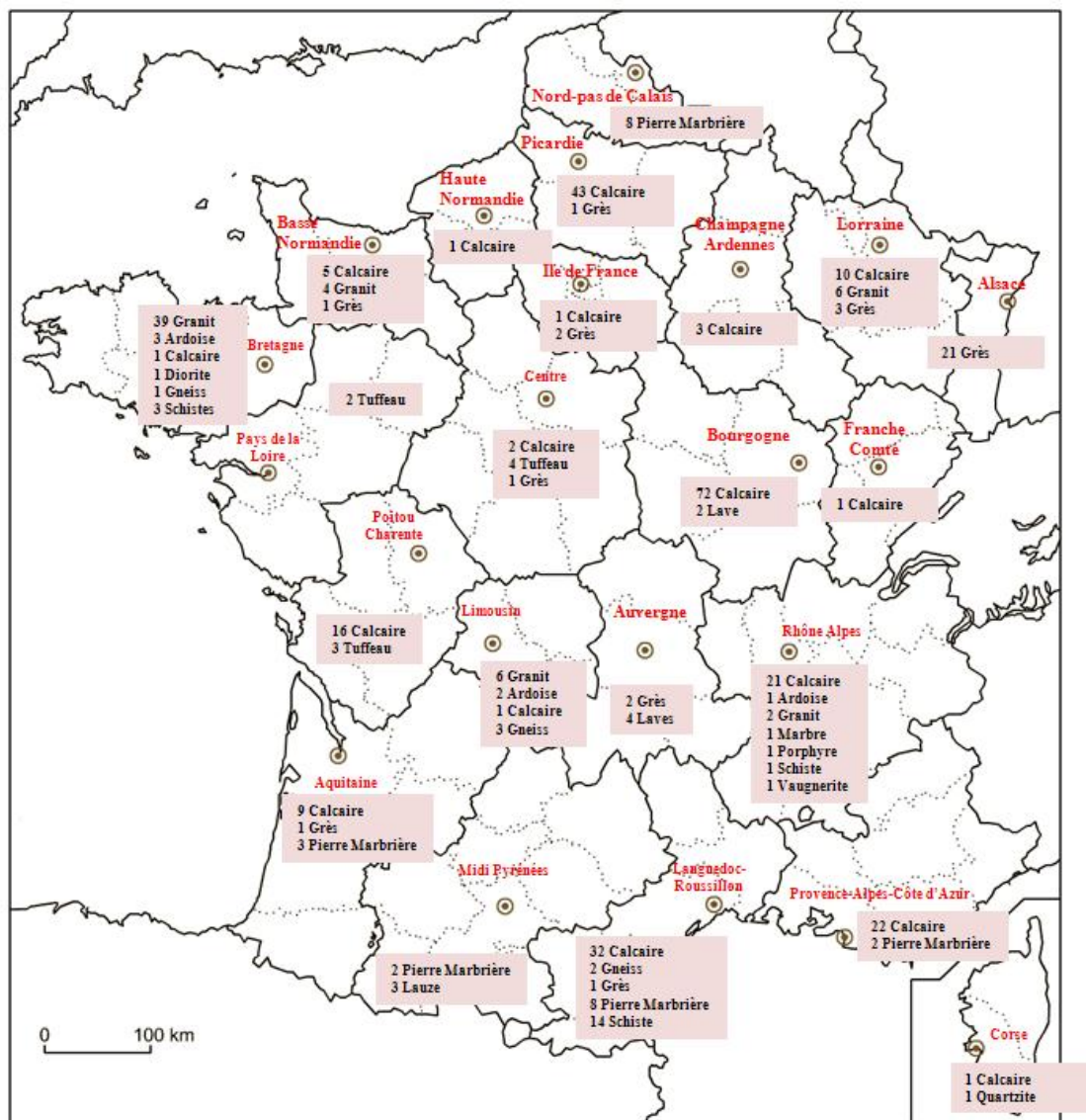
Un quartzite est un grès entièrement recristallisé dans lesquels les grains de quartz, indissociables, sont imbriqués les uns dans les autres. La plupart des quartzites sont d'origine métamorphique et ont recristallisé sous l'effet de la pression et de la température. On exploite des quartzites en Savoie, en Bretagne, dans le sud du Massif Central et au nord de la Corse.

Les gneiss

De même composition minéralogique que les granites, les gneiss s'en distinguent par une succession de lits parallèles montrant une alternance de lits clairs de quartz et de feldspaths et de lits plus sombres de micas. Certains d'entre eux, les gneiss oillés, présentent des amas ovoïdes de feldspath ou d'un mélange quartzo-feldspathique. La plupart des gneiss proviennent du métamorphisme d'un ancien granite. Cependant ils peuvent aussi se former à partir d'anciennes roches sédimentaires comme des grès riches en feldspaths (arkoses). On exploite des gneiss en Bretagne, dans le Massif Central et dans la Montagne Noire.

Panorama des roches ornementales et de construction en France

Un recensement méthodique des carrières en cours d'exploitation en France a été effectué en 2008-2009 en préambule à la constitution de la base de données. Près de 400 carrières représentant la variété et la richesse de ce matériau de construction en France ont ainsi pu être répertoriées.



Source : CTMNC - 2009