

Réalisé par la DREAL Auvergne, l'UNICEM Auvergne, le Parc Naturel Régional des Volcans d'Auvergne, le CEREMA, l'Education Nationale (académie de Clermont-Ferrand) et l'Union Régionale des CPIE d'Auvergne, ce projet présente les différents matériaux minéraux et leurs usages, en particulier ceux produits par les exploitations de carrières en Auvergne.

Bien que recyclables presque à l'infini, les ressources minérales ne sont pas renouvelables à l'échelle humaine. L'exploitation des carrières vise à répondre à une demande de l'ordre de 7 tonnes de matériaux par habitant et par an. La connaissance précise des gisements permet de répondre au mieux à ces besoins tout en veillant à économiser cette précieuse ressource. On constate que le développement urbain nécessite en effet une consommation importante de matériaux (bâtiments, infrastructures et comblement des tranchées). On peut également noter que la consommation en matériaux, ramenée au nombre d'habitants, est plus forte en zone rurale qu'en zone urbaine en raison de la faible densité de population et de l'important réseau routier à entretenir. Cet état des lieux met le citoyen/consommateur au centre du débat de «l'acceptabilité des carrières» dans son environnement proche. L'écocitoyen de demain devra faire des choix... Ce dernier trouvera dans cette exposition de nombreux éléments de réponse quant à la connaissance des matériaux d'extraction et les différents usages, leur provenance, la notoriété de ces matériaux, la richesse de notre patrimoine géologique, les filières de recyclages et la nécessité d'économiser les matériaux minéraux au quotidien.



## Les minéraux et roches dans l'industrie



### Des usages parfois étonnants

Ce sont des roches ou des minéraux dont les propriétés sont utilisées dans de nombreux produits industriels. Leurs exploitations, parfois anciennes, permettent des utilisations contemporaines insoupçonnées.

### La diatomite

Deux gisements sont exploités en France (Cantal et Ardèche). La France est le quatrième producteur mondial. Cette roche très fine sert d'adjuvant de filtration dans l'industrie agro-alimentaire (bière, vin, sucre, huile) et les biotechnologies.

### Les roches et minéraux hyper-siliceux : quartzite et quartz

La quartzite de Meillers (03), une roche, part en Savoie dans une usine d'électrometallurgie pour la fabrication de plaquettes d'alliage (fabrication de blocs moteurs, de culasses).

Le quartz, un minéral, de la carrière de Pierre Blanche en Livradois (63) est très pur, d'où sa couleur blanche. Il est notamment utilisé dans les bétons blancs et la céramique.

### Le basalte et la phonolite

De par leurs caractéristiques physico-chimiques, certains basaltes entrent dans la composition de la laine de roche. Cet isolant, utilisé dans les bâtiments, est fabriqué à Saint-Eloy-les Mines (63), dans l'unique usine de laine de roche en France.

Exploitée à Roche-en-Regnière (43), la phonolite, est réduite en poudre et sert essentiellement à la fabrication de verre (bouteilles et flacons colorés par le fer contenu dans la roche).

### Des roches pour remonter dans le passé

Les quartzites de Meillers ont été repérés et utilisés par les hommes préhistoriques qui savaient choisir et tailler sur place le matériau pour le transformer en haches, flèches et couteaux. Le quartz du Livradois est surtout connu grâce à l'améthyste d'Auvergne qui, à la fin du XIXème siècle et au début du XXème siècle, a donné naissance à une industrie du bijou. La diatomite a conservé les traces fossiles de la végétation (des feuilles) et parfois des insectes vieux de cinq millions d'années. Quant à la phonolite, elle s'est mise en place il y a près de 13 millions d'années. Elle marque le début de la phase d'activité volcanique en Auvergne.

## La pierre de taille



### Patrimoine architectural

Les églises d'Auvergne illustrent parfaitement le soin apporté au choix de la pierre de taille. L'alternance des roches sédimentaires et volcaniques permet une belle polychromie, caractéristique de l'architecture romane.

### Des usages locaux anciens

Les pierres de taille sont nombreuses dans les constructions anciennes et les aménagements intérieurs et extérieurs (pavages, bordures, fontaines, escaliers et portails). Elles renseignent sur les matériaux disponibles localement et permettent une véritable lecture géologique des paysages (grès, granite, lauzes), etc.

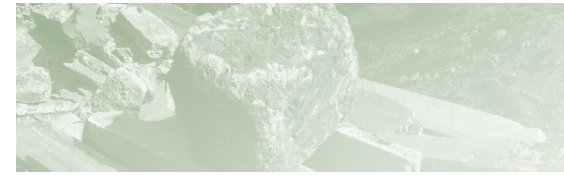
### Des usages actuels

La pierre de taille est utilisée aujourd'hui pour la restauration du patrimoine mais aussi dans l'architecture contemporaine et l'aménagement urbain. On peut ainsi observer les pierres de Volvic, de Chambois (63) et la pierre de Bouzentes (15) en façade d'immeubles contemporains ou en dallage comme à Vulcania, sur la place de Jaude ou dans la gare du train du Puy-de-Dôme. Les phonolites du Velay (lauzes) sont encore exploitées au Mont Loségal (43) pour couvrir les toits et fournir moellons et dalles. L'arkose de Blavozy (43), grès jaune, est appréciée pour les cheminées, les murs et les portails. La pierre de Volvic et la pierre de Menet (15) conservent un usage artistique important avec des réalisations en lave émaillée et la sculpture.

### Des matériaux qui racontent l'histoire géologique de l'Auvergne

Les coulées de lave de la chaîne des Puys épanchées au pied du Puy de la Nugère (il y a 13 000 ans) et du Puy de Côme (63) ont donné naissance à une roche singulière de couleur gris-foncée et finement bulleuse : le trachyandésite. La planèze de St-Flour (15) est constituée par des écoulements multiples de flots de lave. La pierre de Bouzents est issue du refroidissement de coulées de composition proche de celle de Volvic et de Chambois. Le trachyte de Menet est encore exploité à Augoules. Cette roche de teinte gris-claire provient du refroidissement d'un ancien dôme de lave. Les phonolites du Velay sont marquées par un feuilletage qui provient d'un refroidissement lent à l'intérieur d'un dôme de lave visqueuse. Les arkoses de la Limagne et celles du bassin du Puy-en-Velay sont plus anciennes (entre 40 et 50 millions d'années). Ce sont des remplissages fluviatiles et lacustres de reliefs peu prononcés. Les carrières de Blavozy sont exploitées depuis l'époque romaine.

## Économiser, recycler la ressource



### Des ressources non renouvelables

Chaque nouveau gisement nécessite avant exploitation une connaissance de la qualité et de la quantité des matériaux exploitables. Explorer un gisement oblige à une approche approfondie et souvent longue avant l'autorisation préfectorale.

### Recycler les déchets du BTP

Les matériaux issus des démolitions de bâtiments, routes et autres ouvrages sont une ressource de plus en plus utilisée. Les entreprises du BTP ont pris l'habitude d'installer des plateformes de recyclage, en carrière ou à proximité des gisements de matériaux à recycler.

Ces matériaux recyclés trouvent de nombreux usages : remblais, réalisation de plateformes supportant des bâtiments, empiérement de chemins et fondations de route. Ils sont parfois réutilisés in situ dans une nouvelle construction. Cela permet d'économiser des matériaux prélevés en carrière et de limiter les transports.

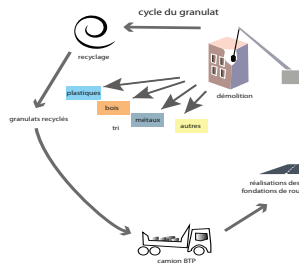
D'autres déchets, issus de l'industrie, se substituent, sous certaines conditions, aux granulats naturels : laitiers des hauts-fourneaux, schistes houillers et granulats issus des mâchefers d'incinération de déchets non dangereux. Ils sont encore peu utilisés en Auvergne (car il y a peu d'industries productrices de ces gisements là).

### D'autres matériaux de substitution

Les matériaux biosourcés (écomatériaux) occupent une part de plus en plus importante dans la construction, le bois en premier lieu. D'autres matériaux d'origines végétale (chanvre, paille, lin) ou animale (laine, crin) sont utilisés dans le bâtiment, souvent combinés avec des matériaux minéraux comme dans le béton de chanvre. Par ailleurs, la technique de la construction en pisé, terre comprimée, perdure en Livradois.

### Des objectifs nationaux

Un des objectifs du Grenelle de l'environnement est de valoriser 70 % de ces déchets sous forme de granulats ou autre type d'usage. Le recyclage des déchets inertes du BTP est en progression.



## Les carrières dans l'environnement



### Un environnement modifié

L'extraction des matériaux avec la création de fronts de taille ou de dents creuses, voire de bassins, modifie progressivement les paysages et crée de nouveaux milieux naturels qui évolueront à leurs tours.

### Des études approfondies et des nuisances limitées

L'ouverture d'une carrière fait l'objet d'une autorisation du Préfet, qui vérifie préalablement la bonne prise en compte de l'environnement et organise une enquête publique. Tout projet nécessite la réalisation d'une importante étude d'impact qui doit prévenir les effets sur l'environnement.

Pendant la phase d'extraction de la carrière, l'exploitant met en place des actions concrètes pour diminuer et limiter la propagation du bruit et des poussières : arrosage régulier des pistes et recherche d'effet d'écran pour le bruit. Les eaux de ruissellement sont récupérées dans un bassin et décantées avant de rejoindre le milieu naturel et/ou d'être utilisées pour le lavage des matériaux. Une optimisation de la circulation des engins diminue la consommation d'énergie...

### Un réaménagement éco-paysagé

Le réaménagement se fait autant que possible, au fur et à mesure de l'avancement de la carrière et obligatoirement en fin d'activité. Il consiste à remodeler le terrain pour une meilleure intégration paysagère et à créer des conditions favorables à la biodiversité (mares, haies, aménagements de falaises).

### Des engagements environnementaux

Pour diminuer les nuisances environnementales, des plans d'actions concrets sont mis en place :

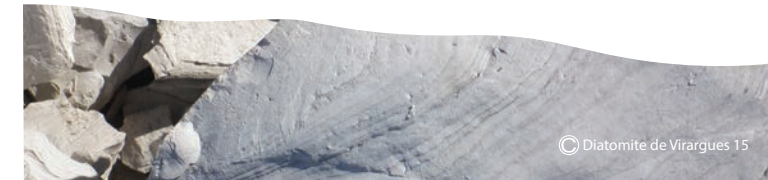
- Un positionnement et un choix judicieux des installations de traitement des matériaux limitent la propagation du bruit.
- Les tirs de mines font l'objet de mesure de vibration afin d'évaluer et maîtriser leur impact.
- Un arrosage régulier des pistes permet de limiter les émissions de poussières.
- Le maintien et la plantation de végétation permettent une meilleure intégration paysagère ainsi qu'un renforcement de la biodiversité.
- Une optimisation de la circulation des engins permet une économie substantielle de la consommation d'énergie.

## Les matériaux minéraux dans notre quotidien



- usages
- argiles
- pouzrolane
- calcaires
- alluvions
- roches massives
- industrie
- pierre de taille
- recyclage
- environnement

d'où viennent et à quoi servent les matériaux minéraux extraits près de chez nous ?



© Diatomite de Virargues 15



© Carrière de Bouzents 15

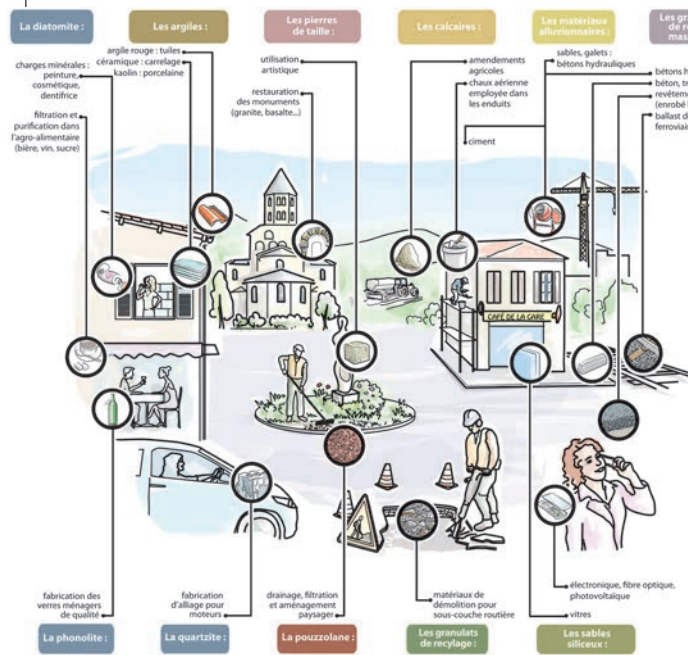
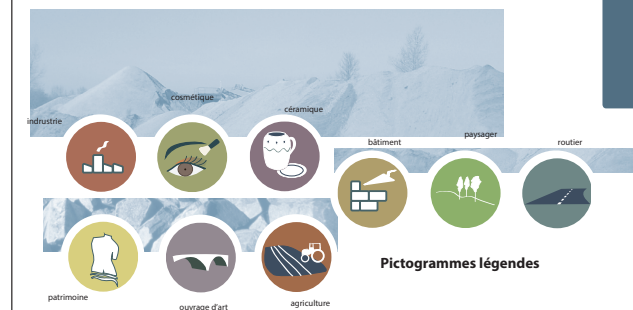


© Saint-Bonnet-près-Orival 63



© C. Lemarchand ENS de l'Etang du Pacage 63

## Les principaux usages des matériaux minéraux



Environ 480 millions de tonnes de matériaux de carrières sont produits chaque année en France (moyenne de ces 10 dernières années). 120 sont des matériaux pour l'industrie et des pierres de construction. 360 millions de tonnes sont des granulats parmi lesquels 30% sont des roches éruptives, 30% sont issus de roches calcaires et 40% ont une origine alluvionnaire.



## Les argiles entre tradition et innovation



Des usages qui ont évolué au fil du temps

### Hier

L'Auvergne abritait une multitude de tuileries-briqueteries artisanales qui mettaient à profit le moindre gisement d'argile locale. Ces premières industries répondaient aux besoins des populations proches.

### Aujourd'hui

Les argiles de l'Allier (03) approvisionnement des usines françaises de fabrication de produits en terre cuite (tuiles, tommettes) et en céramique (carrelages, sanitaires). Le kaolin de Beauvoir (argile blanche à Echassières - 03) sert en particulier à la fabrication de porcelaine. Il est exporté auprès des porcelaniers de Limoges mais également dans le monde entier.

L'argile rouge exploitée au nord de Brioude (43) est utilisée pour la fabrication de boisseaux de cheminée dans l'usine de Vergongheon (43). Celle du Puy-en-Velay (43), exploitée artisanalement, est transformée en tuiles et briques pour les besoins des particuliers et pour la restauration de monuments historiques.

L'argile verte de Haute-Loire (43), présentant un important pouvoir absorbant est transformée en litière pour chat et pour d'autres usages (cosmétique, amendement des sols, protection des arbres, peinture, étanchéité des sols, désodorisation de locaux industriels).

L'extraction des matériaux argileux est effectuée simplement par prélèvement à la pelle mécanique. La transformation des argiles vertes et des argiles blanches se fait par des procédés mécaniques et thermiques (basse température). Puis elles sont conditionnées en fonctions des futurs usages et des marchés. Au contraire, les argiles rouges sont malaxées puis moulées pour donner la forme définitive aux futurs objets, séchées et cuites à plus de 1000°.

### Les argiles de nature bien différentes

L'argile blanche de la Bosse est une kaolinite (de la province chinoise de Kaolin) qui provient de l'altération des feldspaths du granite par les eaux de surface (granite des Colettes et granite de Beauvoir). L'argile rouge est souvent une kaolinite colorée par les oxydes de fer. Les argiles vertes du Velay sont riches en illite, la plus commune des argiles dont le nom vient de l'état de l'Illinois (USA). Elles proviennent de l'altération du granite du Velay.

## La pouzzolane une roche originale



### Une ressource singulière

On la rencontre surtout en Auvergne (Puy-de-Dôme et Haute-Loire) et de façon plus discrète en Ardèche et dans l'Hérault. Historiquement on mélangeait la pouzzolane à la chaux pour obtenir un mortier aux propriétés hydrauliques.

### Usages variés

La pouzzolane présente des qualités de légèreté et de porosité intéressantes pour de nombreux usages.

Elle est employée pour le drainage et la filtration dans les systèmes d'assainissement, la réduction d'odeurs industrielles, les terrains de sport, les cultures et le « paillage » au pied des végétaux. On la retrouve dans les pistes d'hippodrome et en sous-couche des stades, notamment ceux de Ligue 1 et du Top 14, comme le Stade de France.

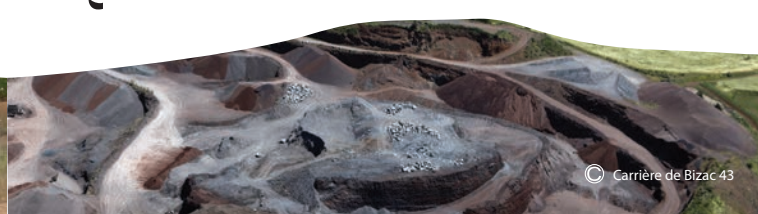
Ce matériau est également utilisé dans la construction (boisseaux de cheminée, parpaings, toiture végétalisée, isolation thermique) et les aménagements extérieurs. Ses qualités chimiques sont mises à profit dans la fabrication de certains ciments.

On la retrouve en hiver sur nos routes de montagne, en remplacement ou en complément du sel, de façon à limiter l'usage de ce dernier. Bien d'autres usages montrent que la pouzzolane a une place particulière dans notre environnement : barbecues, aquariums, aménagements paysagers, etc.

### Cas particulier des carrières de la Chaîne des Puys

De 1996 à 2001, le Parc des Volcans a mis en place un programme de réaménagement des anciennes carrières de pouzzolane de la chaîne des Puys (63). Ceci afin d'améliorer la sécurité, l'aspect paysager, la gestion des sites. Cette démarche met aussi en évidence les intérêts scientifiques et pédagogiques des carrières.

Au sein de cette structure géologique, seulement deux carrières de pouzzolane sont actuellement exploitées (Ténusset et la Toupe). Pour l'obtention des arrêtés d'autorisation, ces carrières ont notamment bénéficié de conseils du Parc Naturel Régional des Volcans d'Auvergne, pour une meilleure intégration paysagère, pour la préservation de la faune (Hibou grand-duc notamment) et de la flore.



## Les calcaires des roches à cuire



### Usages traditionnels et industriels

Historiquement la chaux, obtenue par la cuisson de roches calcaires, était mélangée à de l'argile, du sable et de l'eau pour obtenir un mortier et permettait, dès l'antiquité d'assembler des pierres. En Auvergne, des fours à chaux ont subsisté jusqu'à la deuxième guerre mondiale.

### La chaux

Aujourd'hui, la chaux est utilisée en agriculture pour amender les sols acides (souvent granitiques). On l'emploie aussi dans les enduits ainsi qu'en travaux routiers pour stabiliser les sols argileux. Plusieurs sites dans le Cantal (15) et l'Allier (03) assurent cette production.

### Le ciment

Le ciment artificiel est le résultat d'un mélange de calcaire et d'argile qui sont broyés et soumis à une cuisson de 1450°. Le produit obtenu est une roche artificielle dure de forme ovale (boulets) qui, après un broyage fin et ajout d'autres constituants, donne le ciment artificiel. Il est utilisé pour la fabrication du béton (par ajout de granulats et d'eau) nécessaire à la construction de bâtiments (maisons individuelles, bâtiments publics) et d'ouvrages d'art. On compte en France 10 cimenteries dont une à Créchy dans l'Allier, qui produit près de 400 000 tonnes de ciment chaque année.

### Des carrières et des pelouses calcaires

Ce sont des bancs (couches) le plus souvent massifs qui sont encore exploités. Ils représentent des couches de sédiments qui se sont déposées dans des lacs peu profonds qui occupaient la partie haute des grands bassins d'effondrement bien représentés en Auvergne. La grande Limagne, le bassin du Puy en Velay, les environs d'Aurillac en sont les dignes représentants. Les côteaux calcaires de la Limagne dans l'Allier, mis en relief par l'érosion ont pendant très longtemps été exploités en carrière artisanale et les environs pâturés par des troupeaux de brebis. L'abandon de ces pratiques traditionnelles a conduit à la fermeture de ces milieux (broussailles puis forêt). Une gestion adaptée a permis au Conservatoire des Espaces Naturels de l'Allier de remettre en pâturage les pelouses sèches (prairies très rases) et de préserver la diversité de ces milieux et les nombreuses espèces d'orchidées qui y vivent. Les pelouses à orchidées du Mont Libre en sont un bel exemple.

## Les matériaux alluvionnaires



### Des usages anciens

De tout temps, prélever des sables à proximité ou dans les cours d'eau pour faire des mortiers à la chaux était commun en Auvergne, comme ailleurs. Les galets étaient également utilisés pour les constructions en béton ou le pavement.

### Un usage unique

Le sable alluvionnaire sert aujourd'hui quasi-exclusivement à la fabrication des bétons, ainsi que pour les enduits. Il possède en effet comme qualité principale le fait d'être constitué de grains naturellement arrondis, assurant une bonne maniabilité du béton.

### Raréfaction du matériau

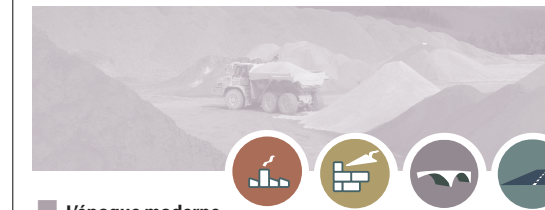
L'extraction du sable n'est aujourd'hui plus autorisée dans le lit des cours d'eau, sauf cas très particuliers. Cette mesure, vise notamment à préserver la dynamique des cours d'eau, c'est-à-dire le processus naturel de dépôt des alluvions. Il est donc aujourd'hui le plus souvent extrait dans les anciennes terrasses de cours d'eau, éloignées du lit actuel.

Aujourd'hui, le sable alluvionnaire est employé mais en moindre quantité. En Auvergne, il représente moins de 20 % de la production et est régulièrement importé d'autres régions. Il est peu à peu remplacé dans les bétons par du sable produit à partir de roches massives. Dans d'autres régions, c'est le granulat marin qui vient compléter cette production en baisse.

### Des matériaux d'origine fluviale

Sables, galets et parfois argile composent les alluvions. Ils ont été déposés par les fleuves et les rivières au quaternaire pour la plupart. Les terrasses légèrement perchées au-dessus du niveau actuel des rivières sont aussi des dépôts alluvionnaires qui ont été par la suite recrusés par les fleuves et rivières et se retrouvent ainsi en position haute. Certains sables isolés et éloignés du réseau hydrographique actuel sont parfois exploités. Ils correspondent à d'anciens réseaux d'écoulement des eaux, existant bien avant le quaternaire. Ils sont riches en argile et doivent souvent être lavés avant utilisation.

## Les granulats de roches massives



### L'époque moderne

A partir du 19<sup>e</sup> siècle, la façon de construire a été transformée par l'invention du ciment et du béton. De plus, la création des réseaux ferrés et des infrastructures routières a nécessité l'emploi de matériaux en grande quantité, en particulier des granulats.

### Un usage massif

Les granulats de roches massives représentent en Auvergne environ les 3/4 de la production totale des carrières, soit près de 9 millions de tonnes en 2014.

Les roches massives possèdent des qualités spécifiques comme la dureté et la résistance aux chocs. Les granulats sont obtenus après abattage à l'explosif et concassage de la roche. Ils sont utilisés bruts pour les fondations, les remblais et les sous-couches routières, ou sont incorporés dans les bétons et les enrobés routiers en finition.

Environ 150 carrières en Auvergne permettent d'approvisionner les territoires, en particulier les centres urbains mais aussi les zones rurales et leur important réseau routier. Les besoins en matériaux sont quasi constants et les ressources limitées.

### Des usages particuliers

L'une des plus importantes carrières d'Auvergne, la carrière de rhyolite de Cusset (Allier), fournit des granulats pour constituer le ballast des lignes TGV. Ou encore, le granite rose des Combrailles met en avant sa couleur lorsqu'il est utilisé dans des bétons désactivés en aménagements qualitatifs : places, allées, etc.

### Les roches massives : toute la géologie de l'Auvergne

En Auvergne le panel est grand : des roches volcaniques, des roches granitiques, des roches sédimentaires et des roches métamorphiques. Les roches massives se présentent sous forme de gisements offrant un volume exploitable parfois de grande dimension. Ce sont d'anciennes coulées de lave épaisses, des cheminées enracinées et des lacs de lave fossiles, des filons parfois volumineux ou des parties de massifs de granites. Ce sont aussi parfois de très vieilles roches volcaniques comme la rhyolite. Le gisement est considéré comme intéressant à exploiter si la roche est bien présente en qualité comme en quantité.

