Fiches Géomorphologie
de la Montagne

Dossier pédagogique

Les blocs erratiques du Moyen-Pays suisse, « des voyageurs à l'arrêt »

SCHWEIZERISCHE
GEOMORPHOLOGISCHE
GESELLSCHAFT

SOCIÉTÉ SUISSE DE
GÉOMORPHOLOGIE

© Société Suisse de Géomorphologie, 2020

Tables des matières

TABLES DES MATIÈRES 1
AVANT-PROPOS 2
STRUCTURE DU DOSSIER 2
MISE À DISPOSITION DES DOCUMENTS CARTOGRAPHIQUES OFFICIELS DE L'OFFICE FÉDÉRAL DE TOPOGRAPHIE SWISSTOPO ET DES CANTONS SUISSES 2

PARTIE POUR L'ENSEIGNANT·E 3

1. GÉNÉRALITÉS 3
2. DURÉE DE L'EXERCICE 3
3. OBJECTIFS POUR LES ÉLÈVES 3
4. PRODUCTION DES ÉLÈVES 4
5. PRÉREQUIS 4
6. FICHES CONCERNÉES 4
7. MATÉRIEL 4
8. RÉFÉRENCES 4

POUR LES ÉLÈVES 5

1. CONTEXTE DE L'EXERCICE 5
2. CONSIGNES 5
3. DÉROULEMENT DE L'EXERCICE 5
4. PARTIE A : QUESTIONS THÉORIQUES LIÉES AUX FICHES DIDACTIQUES 6
5. PARTIE B : IDENTIFICATION DES ÉCHANTILLONS 7
6. PARTIE C : INTERPRÉTATION DE L'ORIGINE DES ÉCHANTILLONS 8

ANNEXE 1 – UTILISATION DU GÉOPORTAIL CARTOGRAPHIQUE 10

ANNEXE 2 – PHOTOGRAPHIES 11

ANNEXE 3 – CARTE SIMPLIFIÉE DE LA GÉOLOGIE DE LA SUISSE 14

ANNEXE 4 – LA CARTE GÉOLOGIQUE 15

ANNEXE 5 – LES ROCHES 16

ANNEXE 6 – LA SUISSE DURANT LE DERNIER MAXIMUM GLACIAIRE (LGM) – ÉCHELLE 1 : 500'000 19

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Auteur du dossier	Morard Sébastien, Geoazimut Sàrl et Collège St-Michel Fribourg
Révision	Patrick Minder, Centre de formation des enseignants, Université de Fribourg (Suisse).
Version	Juin 2020
Des questions par rapport à cet exercice ? N'hésitez pas à contacter l'auteur.	sebastien.morard@edufr.ch

Image de couverture : Fontaine et bloc erratique granitique à Provence (Jura neuchâtelois). Sauf mention contraire, les photos sont de S. Morard.

Avant-propos

Ce dossier pédagogique accompagne le contenu scientifique publié sur le site web des *fiches Géomorphologie de la Montagne* édité par la Société Suisse Géomorphologie (SSGm) en partenariat avec les Instituts de Géographie des Universités de Fribourg et de Lausanne, et les bureaux spécialisés Geoazimut Sàrl et Relief.

- Fiches Géomorphologie de la Montagne : www.geomorphologie-montagne.ch
- Société Suisse de Géomorphologie : https://sciencesnaturelles.ch/organisations/geomorphology

Le dossier pédagogique est téléchargeable en format PDF mais aussi en format texte modifiable. Ce choix permet à l'enseignant·e qui le souhaite d'intégrer facilement la totalité ou une partie du dossier pédagogique dans son script de cours. Si cette option est choisie par l'enseignant, la Société Suisse de Géomorphologie vous demande dans tous les cas d'indiquer en note de bas de page et en référence de votre script la source du dossier.

Le dossier pédagogique comprend également une présentation Powerpoint modifiable, ainsi que plusieurs fichiers spécifiques utiles à sa réalisation.

Les documents pédagogiques sont destinés uniquement à un usage dans le cadre scolaire et ne doivent pas être diffusés.

Structure du dossier

Le dossier pédagogique est découpé en deux parties :

- La première partie du document s'adresse à l'enseignant·e avec l'indications des objectifs, les différentes pistes de travail possible, ainsi que le matériel à disposition des élèves ou qui doit être photocopié par l'enseignant. Il indique également quels sont les éventuels prérequis théoriques qui doivent être maitrisés par les élèves.
- La deuxième partie s'adresse aux élèves avec l'indication du contexte de l'exercice, des tâches à effectuer, des listes de questions, des documents graphiques, etc.
- Comme le site *Géomorphologie de la Montagne* est ouvert à tout public, la correction des exercices ne figure pas dans ce dossier. Les enseignant·e·s peuvent les obtenir via leur adresse professionnelle auprès de l'auteur.

Mise à disposition des documents cartographiques officiels de l'Office fédéral de topographie swisstopo et des cantons suisses

Suite à l'entrée en vigueur le 1er juillet 2018 de la Loi fédérale sur la géoinformation (LGéo), l'Office fédéral de topographie swisstopo met à disposition gratuitement (pour un téléchargement ou dans le cadre de géoservices) certaines géodonnées en vue de leur libre utilisation[1]. Les données extraites du portail cartographique https://map.geo.admin.ch peuvent être communiquées sans autorisation par les enseignants comme matériel d'enseignement en classe. Dans tous les cas, la source des données doit être indiquée sous une forme appropriée lors de la publication (Source : Office fédéral de topographie swisstopo ou @swisstopo). Les dossiers pédagogiques s'accompagnent de nombreux documents cartographiques. L'enseignant dispose de deux solutions complémentaires :

a) Si les élèves disposent d'un ordinateur, il faut utiliser directement le géoportail cartographique https://map.geo.admin.ch.
b) Si les élèves ne disposent pas d'un ordinateur, ou si l'enseignant·e préfère faire travailler les élèves sur papier (ce qui est plus facile pour dessiner), des cartes ou des orthophotos des zones d'études ont été extraites en PDF (format A4). L'enseignant·e peut les imprimer en noir et blanc pour les élèves, et imprimer certains exemplaires en couleur puis les plastifier pour faciliter la lecture de ces documents.

[1] https://www.swisstopo.admin.ch/fr/swisstopo/bases-legales/autorisations.html

PARTIE POUR L'ENSEIGNANT·E

1. Généralités

Cet exercice se concentre sur les blocs erratiques et les dépôts de sédiments fluvio-glaciaires du Moyen-Pays suisse. L'objectif est d'une part de discuter de l'origine possible de ces matériaux, et d'autre part de comprendre comment les scientifiques du XIX^{ème} siècle sont venus à imaginer la théorie glaciaire. Une étude de cas de la région de la Plaine de l'Orbe et de la montagne du Suchet sert de point de départ à cet exercice.

2. Durée de l'exercice

L'exercice nécessite environ 2 à 3 cours, pour autant que les prérequis sur les différents types de roches aient déjà été abordés avec les élèves. Un texte explicatif sur le cycle des roches est disponible en annexe 3 et peut le cas échéant être ajouté à votre script de cours.

Cours 1 :

- Introduction par l'enseignant·e (5').
- Recherche d'informations sur le site Géomorphologie de la Montagne par les élèves et réponses aux questions de la Partie A (30').
- Correction de la partie A (10').

Cours 2 :

- Analyse et détermination des 5 échantillons de roches (20').
- Correction (10').
- Début de la partie C à l'aide du guichet cartographique national (15').

Cours 3 :

- Utilisation du guichet cartographique national pour répondre aux questions (25').
- Correction et synthèse de l'enseignant (20').

3. Objectifs pour les élèves

L'élève est capable de :

- **Trouver une information** dans les fiches et le glossaire du site « Géomorphologie de la montagne ».
- **Utiliser le guichet cartographique national** https://map.geo.admin.ch et en particulier son contenu géologique.
- Être capable de **lire une carte géologique**.
- Identifier les **principaux types de roches** et les grands ensembles géologiques en Suisse.
- Comprendre **l'importance des blocs erratiques** et **des dépôts morainiques** dans la reconstitution de l'étendue de la dernière grande glaciation.
- Expliquer ce qu'est la **théorie glaciaire**.

Objectif facultatif :

- Identifier les **principaux types de roches** et **les grands ensembles géologiques** en Suisse.

4. Production des élèves

Les élèves doivent répondre à des questions et tracer les trajectoires potentielles des différents blocs de la région sur la carte de la dernière grande glaciation (carte origine – destination).

5. Prérequis

Les élèves doivent consulter et lire par eux-mêmes certaines fiches du site Géomorphologie de la Montagne, il n'y a en ce sens aucun prérequis concernant l'explication des blocs erratiques et de la théorie glaciaire. En revanche, si l'enseignant souhaite faire déterminer les types de roches par les élèves, il est alors nécessaire qu'il ait abordé le cycle des roches précédemment. L'annexe 5 fournit le cas échéant un complément théorique qui peut être transmis aux élèves.

6. Fiches concernées

- *Fiche G.3.1 - Les dépôts glaciaires*
- *Fiche G.3.2 – Les dépôts fluvio-glaciaires*
- *Fiche G.4.1 – La théorie glaciaire : bref historique*
- *Fiche G.4.4 – Les glaciations du Pléistocène*
- *Fiche G.4.5 – Les variations des glaciers durant l'Holocène*
- *Fiche G.4.6 – Le Petit Âge Glaciaire et le réchauffement récent du climat*
- *Fiche G.4.7 – Glaciers et réchauffement climatique : projections futures*

7. Matériel

- Présentation Powerpoint de l'exercice.
- Une sélection de cartes provenant de swisstopo sont disponibles en PDF format A4. Elles peuvent être facilement consultables sur le guichet cartographique https://map.geo.admin.ch. Une impression est possible (voir annexe 1).

8. Références

Cet exercice nécessite des connaissances de base sur les roches et la géologie de la Suisse. D'excellents livres existent sur ce sujet :

- Bichet, Vincent & Campy, Michel (2009). *Montagnes du Jura, géologie et paysages*. Néo-Edition, Besançon : 303 p.
- Braillard, Luc & Rebetez, Daniel (2009). *Sentier géologique des Gastlosen*. Itinéraires géologiques fribourgeois, imprimerie St-Paul, Fribourg : 68 p.
- Burri, Marcel (1994). *Les roches*. Coll. Connaître la nature en Valais, Editions Pillet. Martigny : 159 p.
- Corbin, Alain (2020). *Terra incognita. Une histoire de l'ignorance*. Ed. Albin Michel, Paris : 282 p.
- Decrouez, Danielle, Jordan, Peter, Auf der Maur, Franz (2003). *Géotopes, un voyage dans le temps. 20 promenades en Suisse dans le secret des roches*. Editions MPA, Chavannes, Renens : 207 p.
- Labhart, Toni & Decrouez, Danielle (1997). *Géologie de la Suisse*. Les Compagnons du naturaliste, Delachaux et Niestlé, Lausanne/Paris : 211 p.
- Marthaler, Michel (2002). *Le Cervin est-il africain ? Une histoire géologique entre les Alpes et notre planète.* Editions L.E.P. Loisirs et Pédagogie SA, Lausanne : 96 p.

POUR LES ÉLÈVES

1. Contexte de l'exercice

Les géomorphologues et les géologues ne sont pas des personnes comme les autres. Lorsqu'ils visitent un vignoble par exemple, ils apprécient le nectar produit par ses fruits, mais ils ne peuvent s'empêcher de regarder le paysage et des ramasser des cailloux… 5 échantillons de roches différentes ont ainsi été collectés au même endroit lors d'une excursion dans le vignoble de la Plaine de l'Orbe proche du village de Valeyres-sous-Rances (canton de Vaud) et sous la silhouette élancée du Suchet (fig. 1).

- ⇨ *Coordonnées du lieu de prélèvement* : 2'529'855, 1'178'240.
- ⇨ *Coordonnées de la gravière « Bord de l'Eau » :* 2'526'870, 1'177'149.

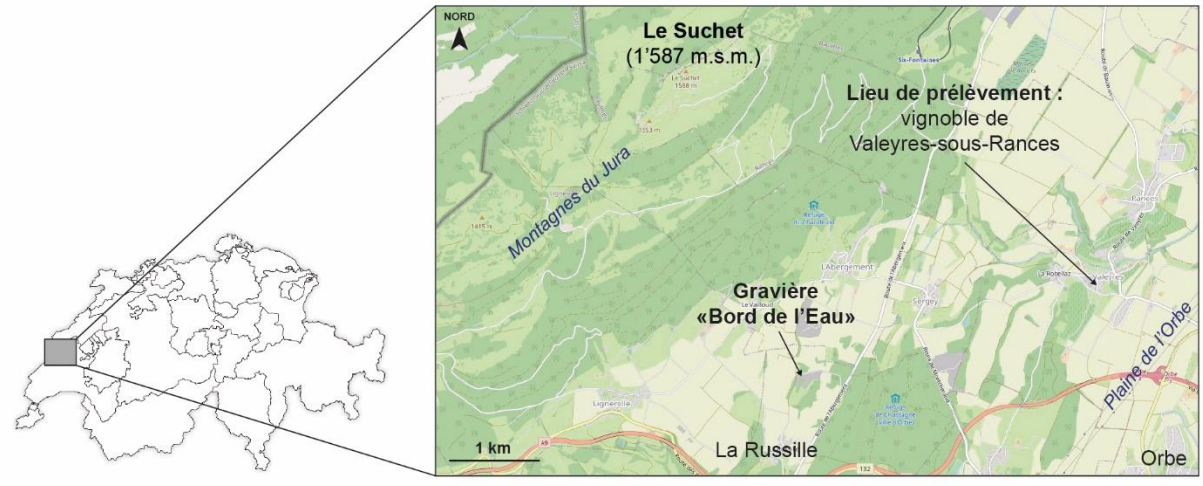


Fig. 1 – Localisation de la Plaine de l'Orbe et de la montagne du Suchet (carte : https://www.openstreetmap.org).

2. Consignes

L'objectif de cet exercice est que vous vous familiarisez avec la recherche d'informations sur le site « Géomorphologie de la Montagne » et avec la lecture de cartes géologiques en utilisant le guichet cartographique fédéral (géoportail https://www.map.geo.admin.ch). Vous disposez de 2 à 3 cours pour réaliser ce travail.

3. Déroulement de l'exercice

L'exercice est séparé en 3 parties :

- *Partie A* : Recherche d'informations et réponses à des questions sur la thématique des blocs erratiques et de la théorie glaciaire.
- *Partie B* : Détermination du type de roche pour les 5 échantillons prélevés dans le vignoble de la Plaine de l'Orbe (annexe 2).
- *Partie C* : Analyse des cartes géologiques détaillées de la région d'étude (annexes 1 et 4), ainsi que de la carte géologique Suisse simplifiée (annexe 3) et de la carte de la Suisse au dernier maximum glaciaire (annexe 6).

4. Partie A : questions théoriques liées aux fiches didactiques

Peut-être avez-vous déjà remarqué proche de chez vous la présence de gros cailloux isolés au milieu d'un champ ou dans une forêt. Ces gros blocs de roche – souvent de nature cristalline – offrent un contraste saisissant avec la roche en place que l'on retrouve sur le Plateau suisse (grès et conglomérat molassique pour l'essentiel) et dans la chaîne calcaire du Jura. Ces blocs ont naturellement et depuis longtemps intrigués les scientifiques : traces du déluge biblique ? bulle de magma sortie de terre ? Les **blocs erratiques** – puisque c'est ainsi qu'on le nomme – sont restés un mystère scientifique jusqu'au milieu du 19ème siècle. Horace Bénédicte de Saussure, éminent naturaliste genevois du 18ème siècle avait pourtant justement pressenti que « *les granites ne se forment pas dans la terre comme des truffes, et ne croissent pas comme des sapins sur les roches calcaires ! ».*

- A1 – A l'aide du site « Géomorphologie de la montagne » (fiches G.3.1 et G.4.1), définissez ce qu'est un bloc erratique d'un point de vue géomorphologique.

……

……

……

- A2 – Quelle est l'origine de ces blocs et quand ont-ils été déposés à leur emplacement actuel ?

……

……

……

……

- A3 – Qu'est-ce que la théorie glaciaire et qui sont ses auteurs ?

……

……

……

……

……

- A4 – Dans quel contexte scientifique et glaciologique particulier va prendre naissance la théorie glaciaire ? Quelle différence notez-vous par rapport à la situation actuelle liée aux glaciers (lire la fiche G.4.7) ?

……

……

……

……

……

- A5 – Définissez et datez les périodes suivantes : dernière grande glaciation (« Würm »), dernier maximum glaciaire, tardiglaciaire, Holocène (postglaciaire), Petit Âge Glaciaire. Lire les fiches G.4.5 et G.4.6 pour les deux dernières périodes.

……

……

……

……

……

……

5. Partie B : identification des échantillons

#	Réaction à l'HCL	Texture, couleur	Forme arrondie ou anguleuse	Nom de la roche	Origine(s) géographique(s) possible(s)
A	Oui				
B	Non				
C	Non				
D	Non				
E	Oui				

6. Partie C : interprétation de l'origine des échantillons

Selon les connaissances acquises lors de la lecture des fiches G.3.1, G.3.2, G.4.1 et G.4.4, il vous est maintenant possible de raconter l'histoire des 5 cailloux prélevés dans le vignoble de l'Orbe. Pour ce faire, utilisez la carte géologique suisse simplifiée de l'annexe 3, ainsi que le mode d'emploi du géoportail https://map.geo.admin.ch pour la lecture des cartes de l'atlas géologique suisse en annexe 1.

- C1 – A l'aide du contenu de la carte géologique, quelle roche forme le substrat rocheux (la roche en place) dans le vignoble d'Orbe ?

……

……

……

……

- C2 – Quels types de sédiments sont le plus courants dans cette région ? Observez aussi les deux photos de la gravière « Bord de l'Eau » au nord du village de La Russille (photos n°7 et n°8 de l'annexe 2).

……

……

……

……

- C3 – Quelles sont les origines géographiques possibles des différents cailloux trouvés dans le vignoble ? Autrement dit, ces blocs sont-ils le produit de l'érosion de la roche en place *in situ*, ou bien ont-ils été transportés (et dans ce cas sur quelle distance approximative) ? Complétez également la dernière colonne du tableau de la partie A.

……

……

……

……

……

……

- C4 – Pour les blocs transportés, réalisez une carte origine-destination en dessinant une trajectoire possible sur la carte de la Suisse durant le dernier maximum glaciaire (annexe 6). Aidez-vous de la carte géologique suisse simplifiée de l'annexe 3 pour justifier vos choix.

……

……

……

……

Sur la carte géologique de la région d'étude, de nombreuses « croix rouges » sont indiquées sur le versant sud-est de la montagne du Suchet.

- C5 – A quoi correspondent ces « croix rouges » sur la carte géologique ?

……

……

- C6 – En regardant attentivement, vous pouvez constater que de très nombreuses croix sont alignées sur le versant du Suchet vers environ 1150 mètres d'altitude et uniquement sur son versant sud-est. En quoi cette observation peut-elle vous fournir une précieuse information pour reconstituer le paysage passé de la région du Suchet ? Autrement dit, quelle information vous donne ces observations par rapport aux grands glaciers qui occupaient la région durant la dernière grande glaciation ?

……

……

……

……

……

……

- C7 – A l'aide de la carte géologique, cherchez si un bloc erratique se trouve proche de chez vous. Notez ses coordonnées… et allez le photographier sur le terrain !

……

……

……

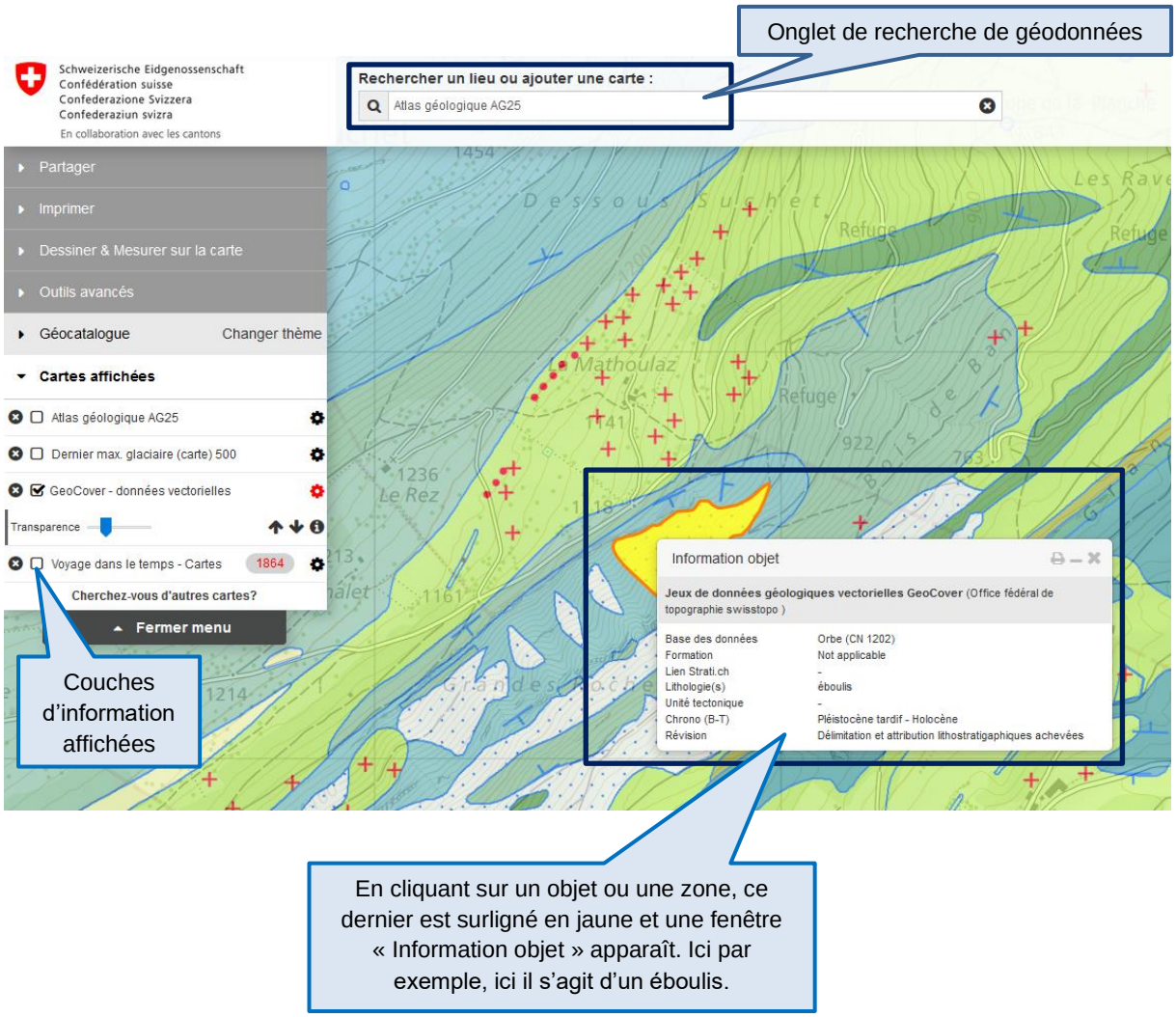
Photo de votre bloc erratique

ANNEXE 1 – Utilisation du géoportail cartographique

- **Images aériennes (orthophotos) et cartes topographiques** > changer le fond de plan avec l'onglet situé en bas à droite :

- **Cartes thématiques utiles pour cet exercice :**
  - ***GeoCover - données vectorielles*** : cartes géologiques vectorielles de toute la Suisse avec une symbologie uniformisée pour l'entier du territoire.
  - ***Atlas géologique AG25*** : cartes géologiques au 1 :25'000 publiées sous forme papier.
  - ***Origine des roches 500*** : carte lithologique et pétrographique de la Suisse
  - ***Dernier max. glaciaire (carte) 500*** : La carte représente la plus grande extension des glaciers en Suisse il y a environ 24'000 ans.

- **Coordonnées du lieu de prélèvement : 2'529'855, 1'178'240**
  - Copier ces coordonnées dans l'onglet de recherche de géodonnées pour arriver directement sur zone.



ANNEXE 2 – Photographies

Photo 1 – Paysage du lieu de prélèvement des 5 échantillons de roches (vignoble de Valeyres-sous-Rance, Plaine de l'Orbe).

Photo 2 – Echantillon de roche A (taille : env. 10 cm).

A

Photo 3 – Echantillon de roche B (taille : env. 13 cm).

B

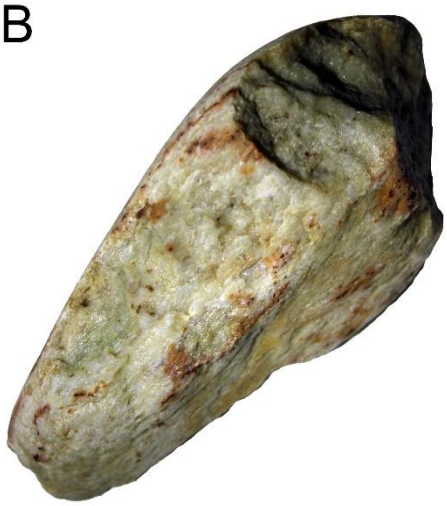


Photo 4 – Echantillon de roche C (taille : env. 10 cm).

Photo 5 – Echantillon de roche D (taille : env. 7 cm).

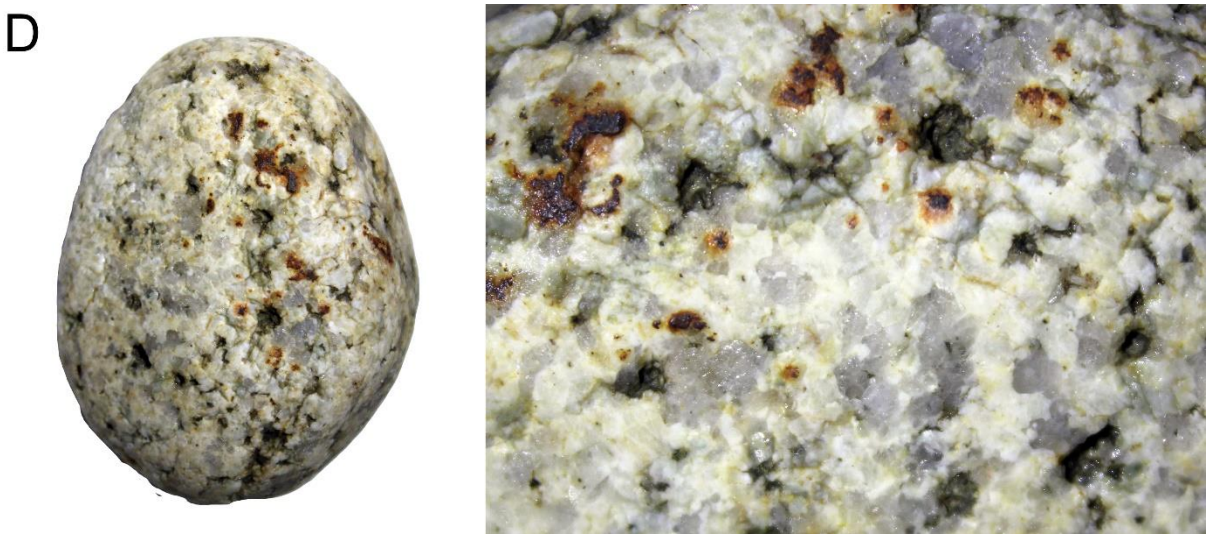


Photo 6 – Echantillon de roche E (taille : env. 11 cm).

Photo 7 – La gravière « Bord de l'Eau » au nord du village de la Russille.

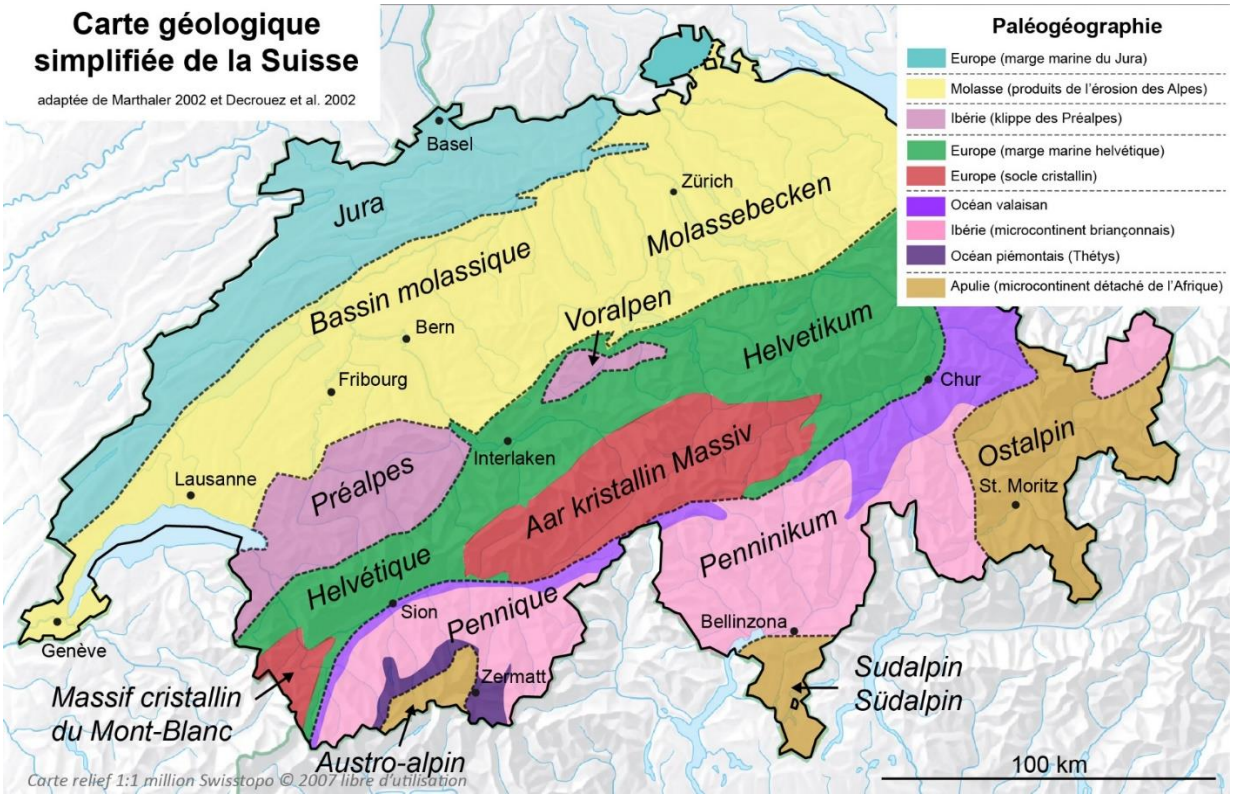
Photo 8 – Aperçu de graviers et de sédiments limoneux dans la gravière « Bord de l'Eau ».

ANNEXE 3 – Carte simplifiée de la géologie de la Suisse

Située au cœur de la chaîne alpine, la Suisse présente une géologie très variée résultant de la convergence puis de la collision entre les plaques tectoniques européenne et africaine. Du nord-ouest au sud-est, on rencontre :

- **La chaîne calcaire du Jura** ;
- **Le bassin molassique** constitué essentiellement de différents types de grès et de conglomérat ;
- **Les Préalpes** formées surtout de calcaires et de marnes ;
- **Les Alpes** à proprement parler. On subdivise ces dernières en :
  - Le **domaine « helvétique »** en rive droite du Rhône (calcaires et granites) ;
  - Le **domaine « pennique »** en rive gauche du Rhône (gneiss, schistes, quartzites et roches océaniques).
  - Le **domaine « austroalpin »**, présent dans le sud du Valais et l'est des Grisons, également constitué de gneiss et schistes qui proviennent de la plaque tectonique africaine (plaque apulienne).

Pour plus de détails, le lecteur se référera au livre « Le Cervin est-il africain ? » de Marthaler (2002).



Carte tectonique simplifiée de la Suisse présentant les grands ensembles géologiques. Dans les Alpes (par ex. Massif de l'Aar et Massif du Mont-Blanc), les roches magmatiques et métamorphiques vieilles de 250 à 500 millions d'années forment le socle du continent. Le socle est un ensemble de roches déformées issues d'une très vieille chaîne de montagne ; celle-ci a été érodée puis recouverte par des roches plus jeunes et moins déformées : la couverture sédimentaire. La couverture est composée de roches sédimentaires, en général d'origine marine, déposées à l'horizontale sur un socle anciennement déformé (par ex. : Préalpes, Jura, bassin mollassique). Ces roches ont ensuite été déplacées et déformées lors de la formation des Alpes (adapté de Marthaler 2002).

ANNEXE 4 – La carte géologique

Une carte géologique s'élabore principalement grâce à un levé géologique minutieux sur le terrain (par ex. les affleurements naturels ou artificiels). Les unités géologiques sont répertoriées en fonction de leur composition, de leur âge et de leur position structurelle. **L'âge des roches est indiqué par des différences de couleur** (par ex. bleu pour le Jurassique, vert pour le Crétacé, etc.), **le type de roches par des motifs de remplissage**. Elles sont reportées sur un fond topographique à l'aide de différents éléments graphiques. La carte géologique indique quelles sont les roches en place (substrat rocheux) ou les dépôts non-consolidés datant du Quaternaire (derniers 2 millions d'années).

Sur une carte géologique, on distingue :

- ***La roche en place*** (affleurante ou cachée sous une couche de sol) qui forme l'ossature du paysage (montagnes, parois rocheuses, socle rocheux…).
- ***Les sédiments*** qui sont une accumulation de débris rocheux produits par l'érosion puis transportés (par gravité, par un fleuve, un glacier, le vent). L'origine géographique de ces sédiments peut être bien différente du lieu où ils se trouvent aujourd'hui.

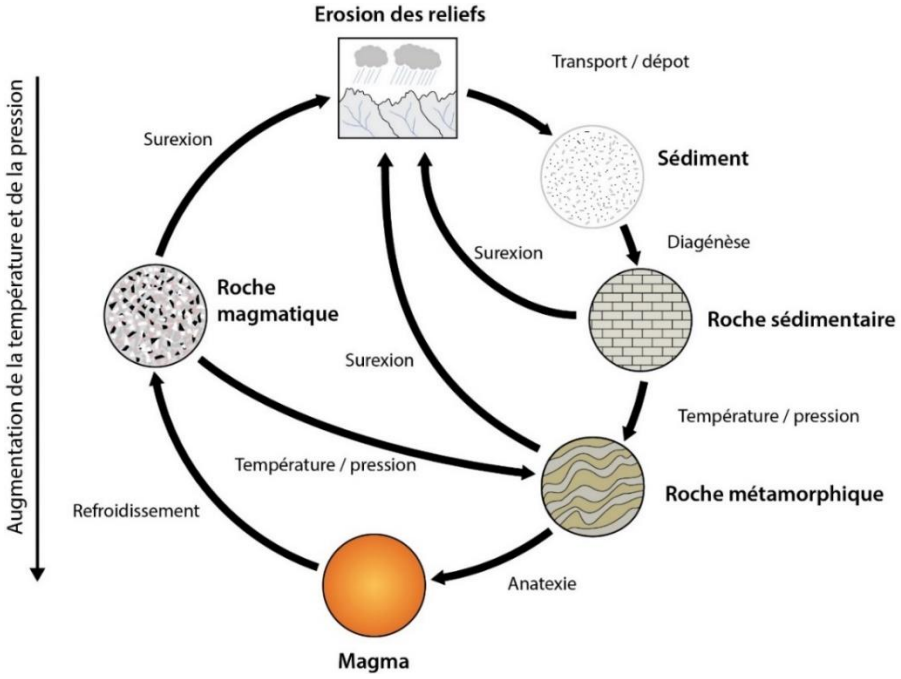
⇨ *Carte géologique sous https://map.geo.admin.ch > Géocatalogue Géologie > Atlas géologique AG25 (carte au 1 :25'000) ou Géologie 500 (carte de la Suisse).*

ANNEXE 5 – Les roches

Pour réussir l'exercice sur les blocs erratiques, les élèves doivent maîtriser certaines notions de base sur les roches. Si cette thématique n'est pas abordée en cours, le contenu ci-dessous peut être transmis aux élèves.

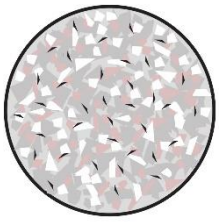
LE CYCLE DES ROCHES

Les roches sont des agrégats de cristaux qui peuvent prendre naissance dans des conditions très diverses. Devant la multitude de roches qu'ils avaient inventoriées, les naturalistes du 19ème siècle ont tenté une classification qui tienne compte de leur origine (Burri 1994). On les répartit en trois familles, suivant leur origine (Braillard & Rebetez, 2009) :



Le cycle des roches (source : Braillard & Rebetez, 2009).

A. Les **roches magmatiques (ou ignées)** sont issues du refroidissement et de la solidification d'un magma provenant de l'intérieure de la Terre (on parle de roche endogène).



On les subdivise en deux groupes :

- Les roches ***plutoniques*** (par exemple le *granite* ou le *gabbro*) se sont mises en place en profondeur suite à un lent refroidissement du magma.

- Les roches ***volcaniques*** (par exemple le *basalte* ou la *rhyolite*[2]) se sont mises en place en surface (sur les continents ou au fond des océans). Contrairement aux roches plutoniques, leur refroidissement d'une lave (magma arrivé à la surface) a été rapide.

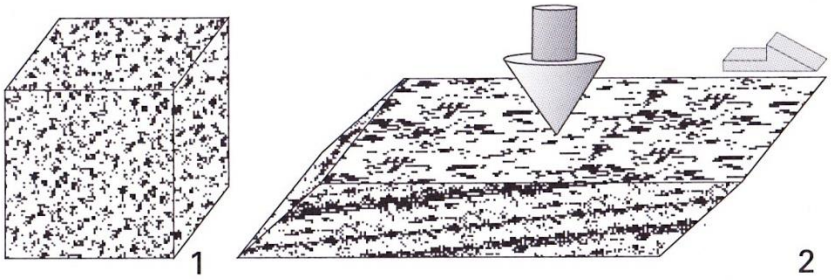
	Roche acide	Roche basique
Roche cristallisée en surface	Rhyolite	BASALTE
Roche cristallisée en profondeur	GRANITE	Gabbro

[2] La pierre ponce et l'obsidienne sont des rhyolites.

B. Les **roches métamorphiques** proviennent de la transformation d'une roche préexistante sous l'effet de la température et de la pression en profondeur. Les roches sédimentaires ou magmatiques peuvent être transformées durant leur histoire géologique en roche métamorphiques.

Ces roches se reconnaissent assez facilement car elles présentent toujours une **structure feuilletée** que les géologues appellent la **schistosité**.

- Le *gneiss* ressemble au granite dont il ne diffère que par la présence de schistosité.
- Les *schistes* sont des roches peu métamorphisées qui se débite facilement (ex. ardoise, schistes lustrés). Les fossiles peuvent être conservées dans ces roches.
- La *serpentinite*, une roche verte dont l'aspect rappelle une peau de serpent, est issue d'un basalte océanique.
- Le *quartzite* est une roche dure, blanc ou verte, très riche en quartz, d'origine sédimentaire (ancien grès ou sable).
- Le *marbre* est un calcaire métamorphisé. Contrairement au calcaire, le marbre a une apparence veinée et brillante.



Développement de la schistosité. A gauche, un granite ; à droite, un gneiss (source : Decrouez et al. 2003).

C. Les **roches sédimentaires** proviennent de la consolidation d'un sédiment initialement meuble (diagenèse[3]). Elles se forment à la surface du globe (on parle de roche exogène). Dans le paysage, elles traduisent leur présence par le fait qu'elles **sont disposées en couches** (stratification) empilées les unes sur les autres (Burri 1994). On les subdivise en trois groupes :

- Les roches ***organogènes*** résultent de l'accumulation de coquillages (*calcaires* par exemple) ou de composés organiques (*charbon* par exemple).
  - Les *calcaires* peuvent être de couleur blanche, grise ou jaune et contenir de nombreux fossiles. Si le calcaire contient du magnésium (et pas seulement du calcium), il devient une *dolomie*.

[3] Les roches sédimentaires se forment par diagenèse, un ensemble de processus transformant un sédiment meuble en roche cohérente. La première étape est la compaction au fur et à mesure que le sédiment est recouvert et enfoui par d'autres sédiments. Puis vient la phase de cimentation, et enfin de recristallisation suite à l'augmentation de la température avec l'enfouissement.

- Les roches ***détritiques*** résultent résulte de l'accumulation puis la cimentation de fragments de roches préexistantes soumises à l'érosion puis transportées par les cours d'eau jusqu'à la mer ;
  - L'accumulation de graviers ou de débris anguleux, pris dans un ciment naturel, donne des *conglomérats*.
  - L'accumulation de sable donne les *grès* comme la « molasse ». Les traces de dinosaures (comme celle du Vieux-Emosson en Valais) sont fréquentes dans les couches de grès.
  - Certaines roches détritiques composées de particules plus fines sont moins résistantes (« roches molles ») comme les *argiles* ou les *marnes* (composées d'un mélange de calcaire et d'argile).
- Les roches ***chimiques ou évaporites*** proviennent de la concentration d'éléments dissous dans les eaux de lagunes peu profondes sous l'effet de l'évaporation (*gypse* par exemple).

ANNEXE 6 – La Suisse durant le dernier maximum glaciaire (LGM) – échelle 1 : 500'000

Légende et carte de la Suisse durant le dernier maximum glaciaire (LGM) au 1:500'000

(source : Swisstopo, [en ligne : https://data.geo.admin.ch/ch.swisstopo.geologie-eiszeit-lgm-raster/])

Autoren – *Auteurs*
Autori – *Authors*

A. Bini, J.-F. Buoncristiani, S. Couterrand, D. Ellwanger, M. Felber, D. Florineth, H. R. Graf, O. Keller, M. Kelly, C. Schlüchter & P. Schoeneich

Kompilation – *Compilation*
Compilazione – *Compilation*

C. Schlüchter

Redaktion – *Rédaction*
Redazione – *Editor*

R. Burkhalter

Topografische und kartografische Gestaltung
Réalisation topographique et cartographique
Realizzazione topografica e cartografica
Topographic and cartographic design

M. Urech, P. Ehrlich, F. Gasser, S. Reusser, R. Trüssel & R. Burkhalter

Herausgegeben vom Bundesamt für Landestopografie swisstopo
Publié par l'Office fédéral de topographie swisstopo
Pubblicato dall'Ufficio federale di topografia swisstopo
Published by the Federal Office of Topography swisstopo

Landesgeologie
Service géologique national
Servizio geologico nazionale
Swiss Geological Survey

Unterstützt von – *Avec le soutien de*
Con i seguenti contributi – *Supported by*

Schweizerische Kommission für Quartärforschung
Commission Suisse pour la Recherche sur le Quaternaire
Commissione Svizzera per la Ricerca del Quaternario
Swiss Commission on Quaternary Research

Schweizerische Stiftung für Alpine Forschung
Fondation Suisse pour Recherches Alpines
Fondazione Svizzera per Ricerche Alpine
Swiss Foundation for Alpine Research

Akademie der Naturwissenschaften scnat
Académie des sciences naturelles scnat
Accademia di scienze naturali scnat
Swiss Academy of Sciences scnat

Legende – *Légende*
Legenda – *Legend*

Gletscher und Firn während des letzteiszeitlichen Maximums
Glaciers et névés durant le dernier maximum glaciaire
Ghiacciai e nevi perenni durante l'ultimo massimo glaciale
Glaciers and firn during the Last Glacial Maximum

Eisdom, Eisplateau
Dôme de glace, plateau de glace
Duomo di ghiaccio, altopiano glaciale
Ice dome, ice plateau

Eisfreies Gebiet
Territoire libre de glace
Area priva di ghiaccio
Ice-free area

Glazifluviatile und fluviatile Schwemmebene; Fluss, Schmelzwasserrinne
Plaine fluvioglaciaire et fluviatile; cours d'eau, chenal d'eau de fonte
Pianura alluvionale di origine fluvioglaciale o fluviale; corso d'acqua, scaricatore di acqua di fusione
Glaciofluvial and fluvial floodplain; river, meltwater channel

Eisstausee, See i. Allg.
Lac périglaciaire, lac en général
Lago periglaciale, lago in generale
Ice-dammed lake, lake in general