

UN NOUVEAU CHAPITRE DANS L'ATLAS PÉTROGRAPHIQUE DE LA SAGA : LES ROCHES PLUTONIQUES

*Dominique Rossier, animateur des séminaires de pétrographie de la SAGA
et Danielle Piaud, membre de la Commission de volcanisme de la SAGA.*

Jusqu'à 2019, l'Atlas traitait uniquement du volcanisme¹. Or, dès sa création, nous avons annoncé la vocation de l'Atlas à couvrir le domaine des roches magmatiques, donc également des roches plutoniques et, le moment venu, des roches métamorphiques. Nous venons d'ouvrir le domaine des roches plutoniques, illustré par un premier exemple, celui du complexe de Ploumanac'h, dans le Trégor.

Dans cet article, nous donnons simplement, sous forme d'un résumé, des pistes pour s'orienter dans les dossiers de l'Atlas et donner envie de le consulter.



Île Grande. Cliché Daniel Levert.

*« Calme bloc ici-bas chu d'un désastre obscur
Que ce granit (sic) du moins montre à jamais sa borne
Aux noirs vols du blasphème épars dans le futur. »
Le tombeau d'Edgar Poe. Stéphane Mallarmé.*

Rappelons tout d'abord la vocation de l'Atlas pétrographique de la SAGA. Nos voyages d'étude nous conduisent à visiter des sites et des affleurements et à appréhender la « lecture » des paysages permettant de les relier entre eux. Les participants à ces voyages ont jugé nécessaire d'approfondir la nature des roches observées, pour les replacer dans l'histoire géologique de la région. La vocation de l'Atlas est donc essentiellement pédagogique.

Il est conçu d'abord pour apporter un appui aux séminaires de pétrographie de notre Société. Il s'appuie sur les travaux antérieurs des géologues professionnels, chercheurs et universitaires. Son originalité est de créer un matériel didactique, numérisé et porté par le site Internet de la SAGA, facilement accessible par de simples « clics » à tout public. Il donne une large place à l'illustration par des clichés commentés, d'abord pris sur le terrain, puis au microscope en lumière polarisée.

Mais il est toujours relié aux expériences et aux récits faits par les membres de la SAGA à partir de la pratique sur le terrain.

**L'Atlas est accessible
sur le site Internet de la SAGA :
saga-geol.asso.fr/, rubrique Pétrographie.**

Comment aborder la pétrographie des granitoïdes ?

La pétrographie d'un complexe plutonique comme celui de Ploumanac'h met en œuvre une méthodologie propre, bien qu'ayant des points communs avec celle pratiquée pour le volcanisme. La raison tient à la nature des roches étudiées, les granitoïdes², pour lesquels nous utilisons les méthodes classiques d'étude ; structure de la roche, texture, composition minéralogique et mélanges de magmas sont passés en revue.

Pour les roches plutoniques, il nous a paru nécessaire de proposer une méthode d'approche de leur observation en lames minces en lumière polarisée. C'est l'objet de trois nouveaux guides d'étude et d'interprétation spécifiques, intégrés à la *Notice générale* de l'*Atlas* (accessible depuis la page d'accueil de la rubrique « Pétrographie » sur le site de la SAGA) :

- le guide n° 5, détermination et interprétation de la taille des grains de la roche ;
- le guide n° 6, détermination et interprétation de la forme des grains ;
- le guide n°7, établissement de la composition modale et outils graphiques de sa présentation.

Le lecteur trouvera une illustration directe de ces méthodes de travail dans la présentation pétrographique du pluton de Ploumanac'h, massif bien connu de la côte nord du Trégor, visité par les membres de la SAGA.

Nous en reprenons quelques éléments ci-après.

Guide n°5

Détermination et interprétation de la taille des grains d'une roche magmatique plutonique, avec présentation des méthodes de mesure de la distribution des tailles des minéraux.

Un exemple est donné sur la figure 1. Dans ce guide, on trouve également des explications de base, d'une part sur la nucléation et le taux de nucléation des cristaux dans un magma, d'autre part sur la croissance des cristaux et leur vitesse de croissance. Enfin sur le rôle de la surfusion³ entre liquidus et solidus d'un magma en voie de refroidissement et de cristallisation.

Guide n°6

Détermination et interprétation de la forme des grains d'une roche magmatique plutonique. Deux exemples sont donnés sur les figures 2 et 3.

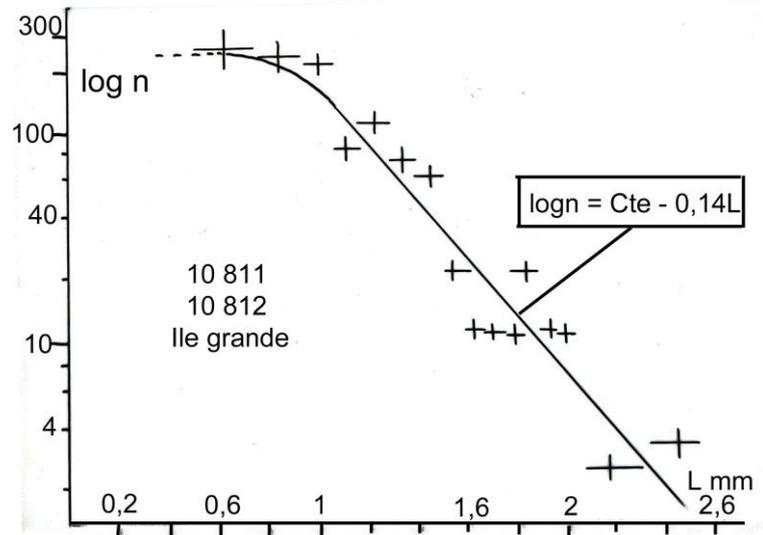


Figure 1. Granite à deux micas de l'Île Grande du complexe de Ploumanac'h. Lames minces 10811 et 10812. La distribution des grains des plagioclases (c'est l'ordonnée n, en échelle logarithmique) en fonction de leur taille (L) a été mesurée sur les grains, de la plus petite taille (0,3 mm) à la plus grande (2,6 mm).

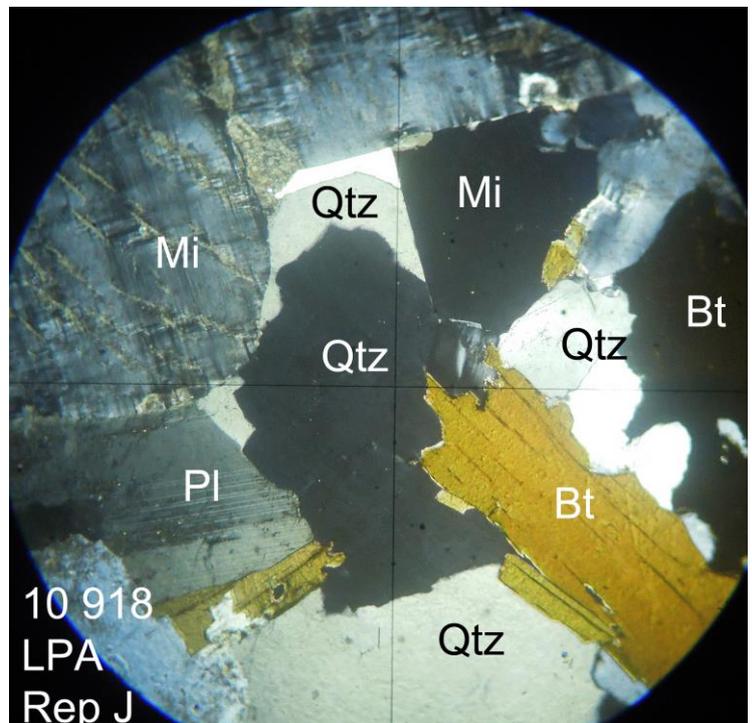


Figure 2. Granite à gros grains de la carrière Rébillon à La Clarté (Trégor), exemple d'une structure typique magmatique. Les joints rectilignes, comme certains joints entre les cristaux de quartz et de feldspath potassique de la moitié supérieure, sont minoritaires. La plupart sont irréguliers, courbes pour le quartz, très irréguliers pour la biotite. Échelle 2,6 mm à la base.

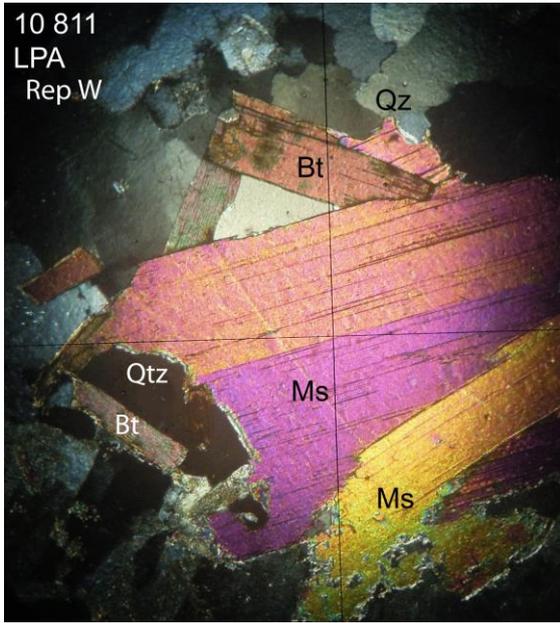


Figure 3. Agrégat glomérophyrique⁴ de biotites et de muscovites. Granite leucocrate à deux micas⁵. Île Grande, Trégor. Échelle : 2 mm à la base.

Le guide n°6 se termine par un paragraphe sur les déformations observées sur les minéraux.

Remarque. La SAGA ne dispose pas des appareils permettant l'établissement de la **fabrique** d'une roche magmatique. On se contente d'observer et de noter le caractère visuel de la disposition directionnelle des cristaux et des déformations.

Guide n°7

Établissement de la composition modale et modes de présentation des roches magmatiques plutoniques.

La composition des granitoïdes est dominée par les minéraux dits « clairs » (ou blancs), quartz ou feldspaths (feldspaths alcalins et plagioclases). Leur

comptage constitue une première étape de l'établissement de la composition modale.

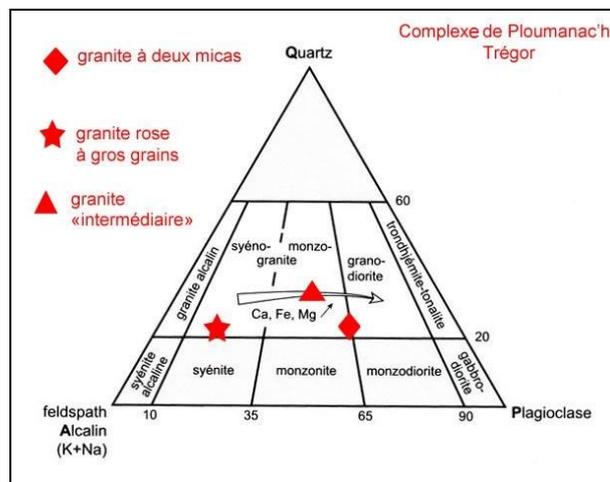
Une deuxième étape d'analyse des ferromagnésiens, micas⁵, chlorite, amphiboles et pyroxènes, permet d'étendre la description élémentaire aux diorites et gabbros.

- Première étape : description par les trois classes de **minéraux clairs**, quartz, feldspaths alcalins et plagioclases, et établissement de la composition modale sur le diagramme QAP (quartz, feldspath alcalin, plagioclase) de Streckeisen. Elle nécessite la mesure des pourcentages des minéraux. Les méthodes de comptage sont exposées dans le guide n° 5. Cette étape de mesure et de quantification est délicate à mettre en œuvre dans le cas des granitoïdes à petits grains, souvent en partie altérés.

L'exemple de la figure 4a illustre les trois principales compositions modales ainsi obtenues sur les granitoïdes prélevés sur le complexe de Ploumanac'h.

- Seconde étape : abaque semi-quantitatif montrant la relation entre la nature de la roche et sa composition étendue aux **minéraux sombres ferromagnésiens**. C'est une représentation utile du point de vue pédagogique, bien que forcément limitée, comme le montre le cas exposé sur la figure 4b. Le cas illustre les limites d'utilisation de ce type d'abaque, en effet :
 - les mesures des proportions respectives entre feldspath potassique (ou alcalin), quartz et plagioclase sont bien conformes au modèle. Mais l'abaque ne prend pas en compte la présence de cordiérite, certes très minoritaire ;
 - le granite de l'Île Grande ne contient pas d'amphibole, qui est prise en compte par l'abaque ;
 - la muscovite n'est pas prise en compte par l'abaque. Or, elle joue un rôle essentiel dans l'identification de ce granite.

Granite à gros grains, **syénogranite**. Présent à la périphérie du complexe, mais aussi en intrusion dans le granite intermédiaire, à Toënno. Fort taux de microcline.



Granite dit intermédiaire, de Toënno, **monzogranite**.

Granite à deux micas, biotite et muscovite, de l'Île Grande, au cœur du complexe. À la limite entre monzogranite et granodiorite. Plagioclases.

Figure 4a. Compositions modales des granitoïdes prélevés sur le complexe de Ploumanac'h.

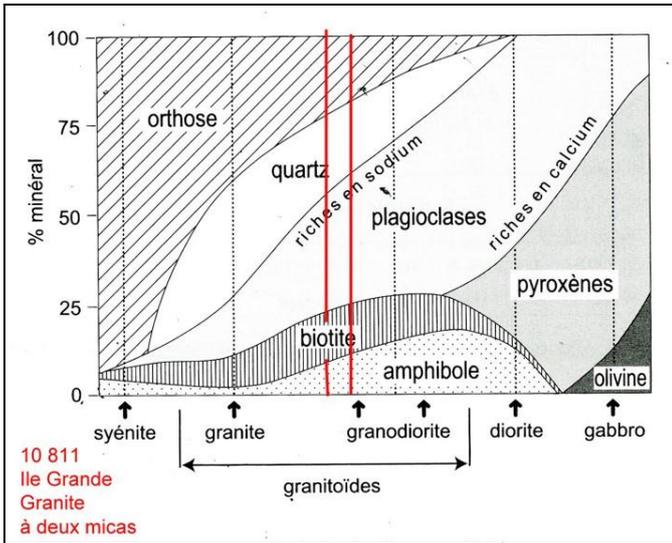


Figure 4b. Exemple d'abaque minéralogique, appliqué au granite à deux micas de l'Île Grande.

Outre ces guides, on trouvera en fin d'introduction générale, une courte bibliographie d'ouvrages généraux et un lexique des termes les plus courants aujourd'hui dans le domaine de la pétrologie des roches plutoniques, termes que nous avons largement empruntés aux publications.

2. En pratique. « Retour du terrain » : le complexe plutonique de Ploumanac'h

Ce paragraphe est une simple invite à consulter l'Atlas, outil de partage des observations et enseignements de nos voyages géologiques à la disposition de tous !

En introduction, la *Notice des roches plutoniques*, sur le site Internet, fournit :

- le vocabulaire et le cadre de désignation des minéraux à rechercher et à identifier lors de l'étude pétrographique, avec leurs abréviations communes, (figure 5a) ;
- la désignation des granitoïdes, nature et série pour lesquels nous suivons les standards internationaux (figure 5b) ;
- une présentation de chaque pluton étudié, dans la géographie et la géologie régionale, et une cartographie des prélèvements analysés ;
- quelques références bibliographiques.

Pourquoi le choix de la zone du Trégor Nord et du complexe de Ploumanac'h ?

La zone du Trégor Nord, que nous avons étudiée depuis des années à la faveur de plusieurs voyages, correspond à l'unité géologiquement définie comme le batholite granitique du domaine cadomien nord-

Qz	Quartz
F.A	Feldspaths alcalins, sodi-potassiques, perthitiques...
Pl	Plagioclases
Crd	Cordiérite
Mus	Muscovite
Bt	Biotite
Amp	Amphibole
Ep	Épidote
Px	Pyroxène
Ol	Olivine
M.A.	Minéraux accessoires : titanite, zircon, apatite...

Figure 5a. Minéraux des roches plutoniques.

Roche	Série
Grûde / Granitoïde	Gr-al : granite alcalin – Sy-Gr : syénogranite – Mo-Gr : monzogranite – Gr-Dio : granodiorite – Dio : diorite – Ton : tonalite
Ga / Gabbro	Nor : norite – Ga-Nor : gabbro norite – Ga-Ol : gabbro à olivine – Ant : anorthosite – Troc : troctolite

Figure 5b. Série et nature de roches plutoniques. Granitoïdes et gabbros.

breton. Géographiquement, elle correspond à la bande côtière qui se déploie sur 40 km entre Trébeurden et Paimpol, sur une dizaine de kilomètres de profondeur, comme l'illustre le schéma structural de la carte BRGM à 1/50 000 de la feuille Lannion (n° 203), reproduit dans la *Notice des roches plutoniques* de l'Atlas, au chapitre présentant le Nord Trégor. Elle se

situé donc entre la côte, au nord, et la formation volcano-détritique du même domaine cadomien au sud, dont la limite septentrionale correspond à la ligne est-ouest qui va de la baie de Paimpol à celle de Lannion.

Toutefois, il n’était pas question de couvrir dans un même chapitre une pareille diversité, sur une telle étendue. Dans cette zone complexe, le choix était naturel d’extraire un objet bien délimité et facilement accessible. Or, en bordure ouest de cette vaste zone ancienne et à cheval sur le tracé de côte, le complexe plutonique de Ploumanac’h fait exception. Il est daté du Permien et est intrusif dans l’Édiacarien. Sa valeur patrimoniale est largement reconnue.

On peut ajouter la beauté des plages et de l’arrière-pays, et particulièrement de la Côte de Granit rose entre Trébeurden et Perros-Guirec, qui en fait une région à haute valeur touristique. C’est un exemple assez simple de complexe plutonique zoné concentrique, facilement accessible dans ses aspects les plus intéressants.

Nous l’avons décrit à l’aide de dossiers, correspondant à l’étude des 24 lames minces disponibles à l’atelier de pétrographie de la SAGA.

Documents disponibles dans l’Atlas pétrographique

Pour chaque unité géologique étudiée, deux outils accessibles sur l’Atlas permettent au lecteur de disposer de l’ensemble des observations et analyses pétrographiques. Il s’agit :

- de **fiches descriptives** individuelles pour chaque lame (figures 6a et 6b) ;
- d’un **tableau récapitulatif des lames minces étudiées**, indiquant les minéraux observés au microscope (figure 7). Ce tableau constitue le « pivot » de l’organisation du site puisque c’est à travers lui que le lecteur accèdera aux fiches individuelles.

Les figures 6a et 6b illustrent un exemple de fiche descriptive d’une lame d’un granite à gros grains de la carrière de la Clarté (Trégor).



Roches plutoniques – Trégor – La Clarté
N° lames minces : 10918 et 10919

Minéraux											Série	Nature
Qz	F.A	Pl	Crd	Mus	Bt	Amp	Ep	Px	Oi	M.A.		
X	X	An-	-	X	X	-	-	-	-	X	Grde	Sy-Gr

- **Remarque préliminaire** : les roches correspondant aux lames 10918 et 10919 présentent des caractéristiques similaires ; les observations qui suivent s’appliquent donc aux deux lames même si elles sont illustrées essentiellement par des clichés de la lame 10918 ; sauf mention contraire, les repères indiqués dans le texte sont donc des repères de la lame 10918 ; les illustrations issues de la lame 10919 sont codées par le numéro de la lame suivi du repère, par exemple, 10919 Rep C.
- **Localisation** : carrière Grebillon à la Clarté ; échantillon prélevé dans une partie de la carrière, dont le granite n’est pas de qualité commercialisable ; toutefois, rien ne permet de le déceler à première vue.
- **Roche massive** : colorée de rose vif à minéraux de grande taille. Structure grenue à gros grains roses de microcline. Grosses biotites noires. Gros plagioclases grisâtres.

Echantillon de la lame 10919
 Echelle : 3,5 cm à la base

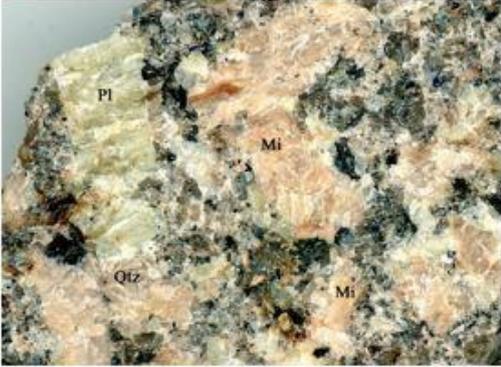


Figure 6a. Première page de la fiche descriptive d’un granite à gros grain de La Clarté. Lames minces 10918 et 10919.

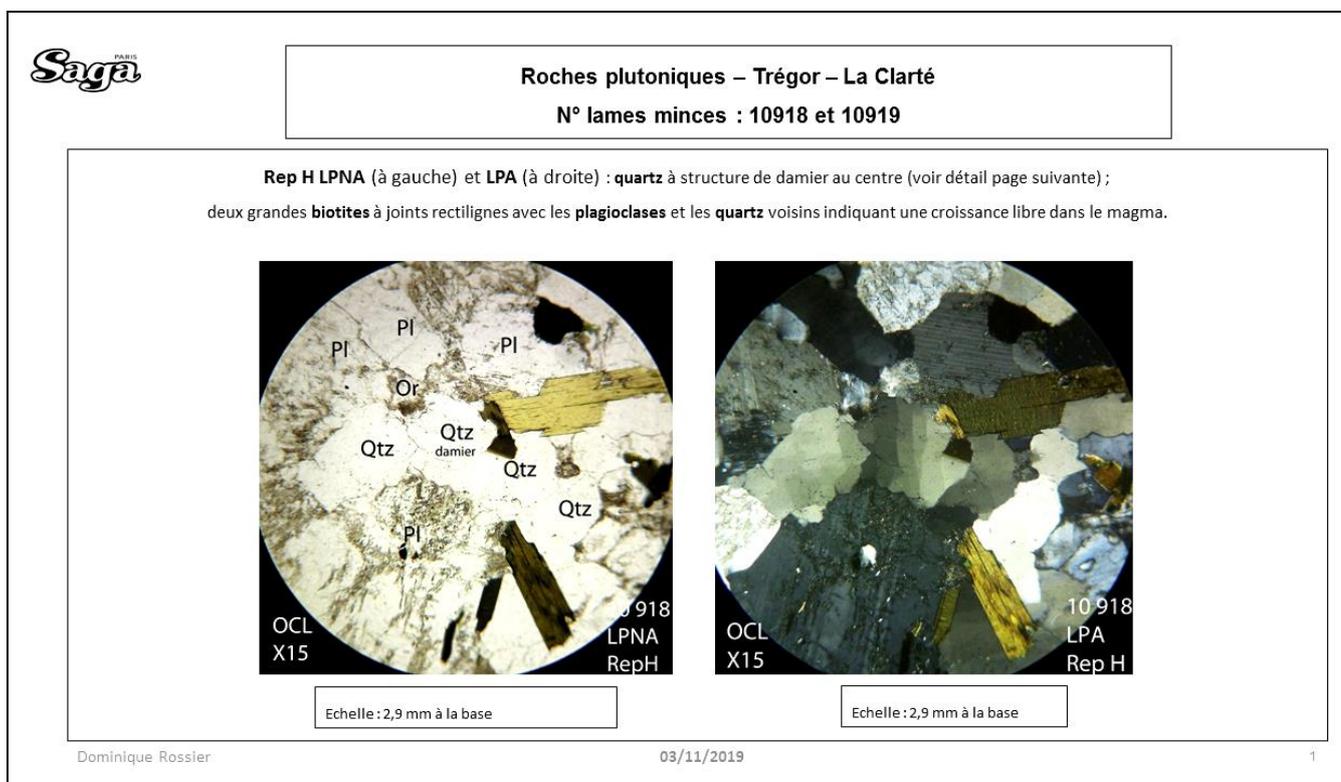


Figure 6b. Page de description des minéraux observés, avec commentaire.

Sur la première page de la fiche individuelle (figure 6a), le tableau synthétique des principaux minéraux présents se termine par la mention de la série, suivant les conventions décrites dans la figure 5b. C'est la « signature minéralogique » de la roche étudiée. Dans le cas ci-dessous, la série est notée « **Grïde** », pour granitoïde, et la nature de la roche à l'intérieur de la série est notée « **Sy-Gr** », désignant un syénogranite.

Les pages suivantes dans la fiche descriptive (figure 6b) donnent la description exhaustive des minéraux observés, de leurs caractéristiques et des éléments caractéristiques de la structure, illustrés par des clichés commentés, pris au microscope polarisant en lumière polarisée non analysée et analysée, à des emplacements précisément repérés sur un scan de la lame, pour aider l'utilisateur.

La figure 7 donne le tableau récapitulatif des minéraux présents dans les lames minces des roches étudiées dans le complexe de Ploumanac'h. Ce tableau est l'outil/pivot qui permet à l'utilisateur d'accéder aux fiches descriptives.

Remarque. La lame 10909 a un caractère particulier : elle a été prélevée dans un des affleurements de *schlieren* de la presqu'île de Tourony.

Dans chaque colonne de minéraux principaux, une croix indique la présence du minéral en question. Dans la colonne des plagioclases (symbole **Pl**), **an-** désigne un plagioclase à moins de 50 % d'anorthite,

an+ un plagioclase à plus de 50 %. Les taux d'anorthite sont estimés à partir des mesures d'angle par la méthode de Michel-Lévy.

Le lecteur accède facilement à l'une des 12 fiches en « cliquant » sur un numéro de lame, dans le tableau. Chaque fiche peut regrouper plusieurs lames minces, taillées à partir du même prélèvement et examinées simultanément par plusieurs participants au cours du même séminaire de pétrographie. Les regroupements sont les suivants :

10808 et 10809 ; 10811, 10812, 10903, et 10904 ; 10813 et 10814 ; 10907 et 10908 ; 10916 et 10917 ; 10918 et 10919.

Exploitation possible du tableau

Le tableau affiché sur le site Internet est statique, mais une analyse par critère est possible si on le copie dans un outil comme Excel. L'utilisateur peut alors utiliser les fonctions de tri d'Excel pour trier les lames minces du massif selon un ou plusieurs critères, par exemple la présence d'un ou plusieurs minéraux.

Quand l'utilisateur dispose de tableaux pour plusieurs unités géologiques d'une même famille de roches, il peut pratiquer des tris « transversaux » en copiant les tableaux des différentes unités sur un même document Excel (attention, ne pas oublier de supprimer les lignes de titres intermédiaires). Les liens avec les fiches individuelles des lames minces sont conservés dans l'opération de copie.

Nord Trégor - ↑

N° lame	Site et lieu de prélèvement	Roche	Minéraux principaux										Série
			Qz	F.A.	Pl	Crd	Bt	Amp	Ep	Px	OI	M.A.	
10811	Ile Grande	Monzogranite	X	X	an-	X	X	-	-	-	-	X	Grïde
10812	Ile Grande	Monzogranite	X	X	an-	X	X	-	-	-	-	X	Grïde
10903	Ile Grande	Monzogranite	X	X	an-	X	X	-	-	-	-	X	Grïde
10904	Ile Grande	Monzogranite	X	X	an-	X	X	-	-	-	-	X	Grïde
10905	Toënno	Monzogranite	X	X	an?	-	X	-	-	-	-	X	Grïde
10956	Toënno	Syénogranite	X	X	an-	-	X	X	-	-	-	X	Grïde
10957	Toënno	Syénogranite	X	X	an-	-	X	-	-	-	-	X	Grïde
10907	Toënno	Monzogranite	X	X	an-	-	X	-	-	-	-	-	Grïde
10908	Toënno	Monzogranite	X	X	an-	-	X	-	-	-	-	-	Grïde
10813	Toënno	Monzogranite	X	X	an-	-	X	-	-	-	-	X	Grïde
10814	Toënno	Monzogranite	X	X	an-	-	X	-	-	-	-	X	Grïde
10918	La Clarté	Syénogranite	X	X	an-	-	X	-	-	-	-	X	Grïde
10919	La Clarté	Syénogranite	X	X	an-	-	X	-	-	-	-	X	Grïde
10916	Sainte Anne	Gabbro norite	X	X	an+	-	X	X	-	-	-	X	Gabbro
10917	Sainte Anne	Gabbro norite	X	X	an+	-	X	X	-	-	-	X	Gabbro
10804	Sainte Anne	Syénogranite	X	X	an-	-	X	-	-	-	-	X	Grïde
10804	Sainte Anne	Gabbro	-	-	an+	-	X	X	-	X	-	X	Gabbro
10805	Sainte Anne	Syénogranite	X	X	an-	-	X	-	-	-	-	X	Grïde
10805	Sainte Anne	Gabbro	-	-	an+	-	X	X	-	X	-	X	Gabbro
10806	Sainte Anne	Syénogranite	X	X	an-	-	X	-	-	-	-	X	Grïde
10806	Sainte Anne	Gabbro	-	-	an+	-	X	X	-	X	-	X	Gabbro
10808	Sainte Anne	Gabbro à olivine	-	-	an-	-	X	X	-	X	X	X	Gabbro
10809	Sainte Anne	Monzogranite	-	-	an+	-	X	X	-	X	X	X	Grïde
10909	Tourony	Syénogranite	X	X	-	-	X	X	-	-	-	X	Grïde

Figure 7. Tableau récapitulatif des minéraux présents dans les lames minces des roches du complexe de Ploumanac'h.

En conclusion

Dans l'introduction, nous avons souligné comment l'expérience de terrain est toujours pour nous le point de départ du travail pétrographique en laboratoire. Nous relierions tout au terrain. D'où ce concept d'*Atlas pétrographique*, qui n'est pas un atlas au sens classique de la géographie, mais un outil de travail et une mémoire géologique d'un site, d'un complexe volcanique ou plutonique...

Après tout, une humble lame mince est une sorte d'enregistrement. Car, une fois l'étude sur le site terminée, le temps fait son œuvre et l'expérience acquise risque de s'effacer. Au cours de nos séminaires de pétrographie, la précieuse petite lame mince et son dossier sont des outils bien modestes, et pourtant recelant une part de magie, car elle nous permet de revisiter les affleurements, et même les paysages. Ensuite seulement, elle peut devenir un outil formel et permettre d'élargir la vision vers la

théorie, et vers l'immense et fascinant domaine scientifique de la pétrologie.

Qu'est-ce qu'un pluton ? Comment se met-il en place ? Fameuse question que celle de la mise en place, lancinante et encore mal résolue, qui a suscité tant de recherches et de controverses.

Le géologue amateur de la SAGA n'est pas sismologue et ne maîtrise pas la gravimétrie, ni les mesures magnétiques, ni toutes les techniques modernes géochimiques d'investigation des roches. Il lui reste la pétrographie, mais sous sa forme la plus originelle, la « polarisation chromatique », découverte au début du XIX^e siècle par Arago.

La « pétro » est une des disciplines que doit maîtriser le géologue, avec la stratigraphie et la tectonique. C'est un domaine immense, au carrefour de plusieurs sciences et techniques, servies par la physique et la chimie. On lui donne volontiers un visage ingrat. Pourtant, au prix d'un effort de formation et d'un travail en équipe, cette technique de base qu'est la microscopie en lumière polarisée, simple à mettre en œuvre, peut être acquise et maîtrisée par des amateurs.

Alors la « pétro » devient un régal partagé, par la beauté des images et par la joie de la découverte sans limites, jusqu'aux infimes détails de la roche étudiée. Parmi les roches magmatiques, les roches plutoniques ne sont peut-être pas les plus spectaculaires. Pourtant, leur observation au microscope apporte un éclairage

inappréciable sur leur origine et sur leur mise en place dans la croûte terrestre.

Notes

1. Nous avons traité les Monts Dore, la chaîne des Puys et, en dernier, l'Estérel qui recouvre un volcanisme mixte, le principal datant du Permien, le second, celui de l'estérellite, datant du Cénozoïque.
2. Granitoïdes au sens large incluant diorites et gabbros.
3. Un liquide magmatique est un liquide complexe pour lequel l'amplitude, en température, de la surfusion en dessous du liquidus peut atteindre des valeurs très élevées, de plusieurs dizaines de degrés.
4. Un agrégat glomérophyrique est formé par la nucléation de plusieurs phénocristaux, par synnesis dans le cas des muscovites de la figure 4, c'est-à-dire par accolement de deux cristaux.
5. Micas : principalement la biotite, et sa série, mais aussi, par convention, la muscovite, bien que cette dernière soit incolore.

Remerciements

Nous remercions vivement Roland Maherault et Hélène Quéré pour leur contribution éclairée, patiente et méticuleuse, à la réalisation des fiches individuelles des lames minces. Leur sens critique a été aussi bien nécessaire.

ACTUALITÉ : LES CAILLOUX CONFINÉS



Page d'accueil du site *Cailloux confinés*.

Pendant toute la période de confinement de ce printemps, des géologues, chercheurs, enseignants-chercheurs, enseignants du Secondaire, se sont relayés chaque jour pour « partager » les échantillons présents dans leurs collections personnelles. En trois à quatre minutes, sur la chaîne YouTube : « [Les cailloux confinés](#) », ils ont décrit ces échantillons et expliqué très simplement les conditions de leur formation.

À ce jour, il y a plusieurs dizaines de vidéos qui couvrent de très nombreux domaines de la géologie (magmatisme, métamorphisme, sédimentologie, paléontologie, ressources minérales, météorites, etc.). Les échantillons sont très variés, allant de roches tout à fait classiques à des roches ou minéraux plus rares.

https://www.youtube.com/channel/UCXs9Q2DG8_QMWDY-h_mRyEA
Information communiquée par Dominique Rossier.

L'ATLAS PÉTROGRAPHIQUE DE LA SAGA : LES ROCHES PLUTONIQUES



*Biotite arborescente (15 cm) dans le faciès pegmatitique du granite rose de Ploumanac'h.
Voyage de la Commission de volcanisme en 2005 dans la carrière Gad, près de Ploumanac'h.
Photo Alain Guillon.*

Saga PARIS

Société Amicale des Géologues Amateurs

Muséum national d'Histoire naturelle

61 rue Buffon. 75005 Paris

Adresse postale : 43 rue Buffon. CP 48. 75005 Paris