

# Note sur l'application du spectroscope à la minéralogie et à la pétrographie suisses

Autor(en): **Brun, Albert**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Archives des sciences physiques et naturelles**

Band (Jahr): **43 (1917)**

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-743051>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

NOTE

SUR

# L'APPLICATION DU SPECTROSCOPE

A LA

## MINÉRALOGIE ET A LA PÉTROGRAPHIE SUISSES

PAR

**Albert BRUN**

---

Le spectroscope, cet instrument qui permet de pénétrer si loin dans la structure intime de la matière, a été fort négligé par les minéralogistes. En réalité, les méthodes d'investigations avec cet instrument n'étaient pas pratiques. La simple coloration de la flamme du brûleur de Bunsen est trop restreinte dans ses applications. L'arc ou l'étincelle, plus généraux, présentaient encore des inconvénients par le fait des installations électriques nécessaires, outillage qui ne se trouve en général pas dans les laboratoires de pétrographie.

Il faut un grand outillage pour photographier le spectre produit par l'arc ou l'étincelle. Ce dernier ne peut s'obtenir que si l'on a au préalable amené la substance à l'état dissous ou fondu, travail parfois compliqué.

Le comte de Gramont a bien proposé de désagréger le minéral avec du carbonate de litine et de faire jaillir l'étincelle sur la substance maintenue en fusion dans une flamme. Il a obtenu de jolis résultats dans cette voie, qui a été employée quelquefois depuis (pour l'Autunite du Portugal, par exemple).

Plus tard, il a eu l'idée, ainsi que Wernadsky, d'étudier le spectre du minéral placé directement dans une flamme très chaude. L'emploi de la flamme chaude a été d'un usage fré-

quent en spectroscopie et a été étudié surtout par Hartley et Ramage ; mais le spectre fourni n'est en général pas assez riche en raies et n'intéresse pas un assez grand nombre d'éléments pour satisfaire les physiciens, et surtout les astrophysiciens, adonnés à l'étude du soleil ou des étoiles ; aussi la flamme est-elle tombée en désuétude, supplantée par l'arc électrique de plus en plus intense ou, pour les gaz, par les étincelles.

Les méthodes préconisées par les savants précités, m'ont paru devoir attirer l'attention des minéralogistes et des pétrographes. Je me suis mis à les étudier. Les premiers résultats sont probants et parfois si singuliers, que je ne puis qu'encourager les pétrographes à faire quelques recherches dans ce sens.

*Mode opératoire.* — Pour ce travail, il faut un bon spectroscope et une bonne flamme. Le spectroscope dont je me sers est à deux prismes : il dédouble facilement la raie D en  $D_1$  et  $D_2$  et l'écartement de ces deux raies est de une division d'échelle, dispersion bien suffisante pour l'étude du spectre lumineux de la flamme.

Pour la minéralogie, on peut, pour le moment, se limiter à l'étude du spectre lumineux, parce que dans cette région il se trouve suffisamment de raies caractéristiques pour les éléments susceptibles d'être identifiés par ce moyen.

Mais si l'on veut rechercher des traces de Gallium, d'Indium, de Cadmium, il faudra se résoudre à équiper un spectrographe à prisme et lentilles de quartz ; parce que les raies de ces métaux ne peuvent réellement s'obtenir, dans la plupart des cas, que par la photographie. En effet, en prolongeant le temps de pose, les effets s'accumulent et la raie finit par apparaître. Tandis que l'œil, lui, ne peut pas additionner l'impression qu'il reçoit, comme le peut la plaque sensible. Pour les premiers travaux mentionnés ici, je me suis contenté de l'observation oculaire.

*La flamme.* — J'ai monté un chalumeau à gaz d'éclairage et oxygène, pouvant servir aussi pour l'acétylène.

La buse à 25 mm. de diamètre. Au centre est un jet d'oxygène entouré d'une couronne de jets du gaz combustible, entourée à son tour d'une couronne extérieure de jets d'oxygène. L'oxygène sort d'un gazomètre à la pression de 4 à 5 centimè-

tres d'eau seulement, ce qui est suffisant. La flamme, très puissante, fond rapidement le quartz en perles de 10 mm de diamètre. L'orthose, le corindon fondent aisément. Le basalte bout, etc , etc...

La flamme est horizontale et s'examine « en bout ». Une lentille, mobile sur trois axes rectangulaires, permet de condenser sur la fente, la portion la plus lumineuse de la flamme.

Voyons maintenant ce qu'il est possible de faire avec cet outillage<sup>1</sup> en se limitant au spectre lumineux.

*Analyse.* — L'analyse spectrale, pour donner tous ses fruits, doit être variée dans ses méthodes ; d'autre part, si l'on complique trop celles-ci, on perd les avantages de la rapidité et de la simplicité. On se réglera d'après le but que l'on poursuit.

a) La méthode la plus générale est celle-ci : Le minéral est amené à l'état dissous, la silice est éliminée par l'acide fluorhydrique, et les groupes des éléments sont séparés par les méthodes analytiques de la chimie ordinaire. L'on obtient ainsi trois précipités recueillis sur des filtres ; précipités des sulfures, puis des oxydes et des sulfures du groupe du fer, puis des terres. Il est préférable de réunir la magnésie et les alcalis à l'état de sulfates (et non pas de chlorures), qui formeront une quatrième portion.

Les précipités sont recueillis sur un filtre privé de matières minérales. Le précipité ne sera pas trop volumineux et il sera étalé sur le filtre. On roule celui-ci, encore humide, en baguette et on en introduit le bout dans la flamme<sup>(1)</sup>.

Tous les éléments susceptibles de donner un spectre apparaissent. Pour les sulfates solubles, on trempe le filtre dans la solution concentrée et opère comme ci-dessus.

Cette méthode est un peu longue, mais très sûre, on ne perd que les éléments qui ne peuvent pas donner des spectres de flamme.

b) Si l'on veut agir plus vite, on se contentera de fixer un fragment du minéral avec une pince et de le porter dans la

<sup>1</sup>) Ceci est une simple variante de la cigarette de Hartley, mais qui est plus pratique encore. Je laisse le filtre humide pour qu'il ne s'enflamme pas en arrière.

flamme. Les résultats sont très bons. Le procédé est excellent pour tous les alcalis dans les silicates (Li. K. Na. Rb. Cs.) ainsi que pour le Thallium. Il convient pour les sulfures, les arséniures, les oxydes, les sels, les calcaires, les résidus d'évaporation des eaux des lacs, etc., etc. La méthode est encore assez générale. Les minéraux qui éclatent ou décrépitent au feu sont pulvérisés et placés sur une lamelle de silice fondue pure.

c) Si l'on veut étudier à fond les silicates, on fera deux opérations : d'abord, on introduira le silicate tel quel dans la flamme ; on verra les spectres des alcalis rares, en particulier on s'assurera du Lithium, du Thallium et du Bore. Puis on éliminera la silice par l'acide fluorhydrique pur et complètera comme en a.

La présence de la silice, en donnant des silicates, empêche la formation des spectres des terres et de beaucoup de métaux. Les alcalis très volatils, ainsi que le Thallium, sont à peine influencés par la présence de  $\text{SiO}_2$ .

Le spectre de flamme chaude présente certains avantages. Le nombre de raies spectrales est restreint. Celles qui apparaissent sont très caractéristiques et en général assez intenses. Il ne peut y avoir de confusion : les positions des raies sont telles qu'il n'y a pas de chevauchement pour les raies caractéristiques. L'on observe en général les raies appelées « ultimes » par de Gramont. La méthode est restreinte pour les silicates, mais elle reprend quelque généralité une fois la silice éliminée.

J'ai étudié, comme je viens de le décrire, un certain nombre de minéraux et de roches suisses. Les résultats mentionnés ci-après intéressent la minéralogie, la pétrographie et la géologie de notre pays.

#### MINÉRALOGIE

Voici quelques exemples : une liste plus complète des minéraux examinés sera publiée ultérieurement.

*Sulfures.* — Galène et Jordanite. La galène du Loetschen-thal donne un spectre du plomb, larges bandes dégradées du côté du rouge. L'arête est très nette avec les arseniosulfures,

Jordanites, Dufrenoyseite (voir ci-après), moins nette avec la galène.

Les arêtes de 5410, 5353 sont les plus tranchées, surtout avec la Jordanite. 4618, 5260, 5140 sont peu nettes (plomb), 4986, 4820, 4560, sont diffuses avec la galène et aussi avec la jordanite.

*Sulfoarseniures du Binnenthal.* — Le gisement des sulfoarseniures, dans la dolomie du Langenbach, est célèbre. J'ai constaté dans tous les sulfoarseniures de ce gisement la présence du Thallium, en assez grande abondance. La Jordanite, la Dufrenoyseite, la Sartorite, la Binnite semblent contenir une proportion égale de Thallium, qui fait bien partie de leur molécule chimique.

On sait qu'il a été découvert au Langenbach de très petits cristaux rouges de Hutchinsonite, minéral contenant du sulfure de Thallium. Pour éliminer ce minéral, j'ai examiné très soigneusement les cristaux. La Hutchinsonite est très rare à Binn. Je dois dire que je ne l'ai jamais rencontrée dans le matériel que j'avais à ma disposition et qui était assez abondant.

Dans la flamme, la raie du Tl 5350,5 apparaît la première, suivie bientôt par les bandes du plomb (voir ci-dessus : galène) et selon le cas, par la raie du cuivre à 5105,7. Les bandes peuvent envahir le spectre, mais ces deux lignes ressortent toujours.

*Pyrites.* — Un grand nombre de pyrites de fer et de Chalcopyrites contiennent du Potassium et du Lithium.

Une Chalcopyrite mêlée intimement à de la Löllingite provenant du Val d'Anniviers montre le Bismuth d'une façon très nette. La raie du cuivre = 5105,7 est très belle et la raie 4722 du Bismuth présente une certaine intensité. Il y a en outre quelques bandes du Bi dans le rouge et le vert.

*Oxydes du fer.* — Le fer magnétique de Zermatt et des Serpentes du Geisspfad, à Binn, donnent quelques raies du fer. Les raies 5302 et 5266 sont les plus apparentes. Souvent les cristaux condensent du Lithium mais pas d'autres alcalis.

*Fer oligiste.* — Les cristaux d'Hématite du canton d'Uri et du Binnenthal donnent du Lithium. Les raies du fer avec l'Hématite sont mauvaises, on a de la difficulté à les faire appa-

raître. Dans la flamme, le Fer métallique seul donne un bon spectre, mais qui ne s'étend pas au-delà de 5266 du côté du violet. Le spectre devient mauvais sitôt que le globule de métal fondu est trop oxydé.

*Fer Chromé (Chromite).* — La Chromite se rencontre dans les Serpentes du Geisspfad, en petits filonnets visibles à la loupe. Dans la flamme, les raies visibles sont celles du Fer magnétique et 6 du Chrome. Hartley avait annoncé que l'oxyde de chrome donnait de vagues bandes et un spectre continu. Ici il n'y a pas de spectre continu, mais 6 raies sur fond obscur. Le triplet 5208— 5206— 5204 est très caractéristique du Chrome. Il apparaît le premier <sup>(1)</sup>. Puis, quand le grain de Chromite est très chaud, apparaissent les trois belles raies bleues 4289— 4275— 4256 se détachant admirablement sur fond obscur. Parfois avec un très petit grain de chromite, placé dans la partie la plus chaude de la flamme, j'ai obtenu encore trois têtes de bandes du Chrome à 6330— 6103— 5791, mais rendues diffuses par un fond continu et le mélange avec le spectre du Fer.

La flamme est colorée par la Chromite en blanc éblouissant. Pour obtenir facilement le spectre, on fixe sur une pointe de silice un grain du minéral. La Chromite étant infusible, on peut prolonger très longtemps l'observation. De Watteville a pu aussi observer ces raies mais en pulvérisant un sel de Chrome dans la flamme.

*Acerdèse.* — J'ai obtenu, avec l'Acerdèse de Sargans, le spectre du Fer magnétique très mauvais, en revanche le spectre du Manganèse est bon.

J'ai obtenu 5587— 5395— faibles, 5377 assez forte, 4030 et 4033 remarquablement fortes et nettes.

Chose singulière, je n'ai rien obtenu avec la Jacobsite : Un vague spectre continu avec des bandes des plus douteuses est tout ce que j'ai pu voir.

*Quartz.* — De nombreux cristaux de Quartz bien limpides

<sup>1)</sup> Mais comme il est plutôt peu lumineux, il y a avantage à élargir la fente du spectroscope pour réunir ces trois raies en une seule. Les autres raies sont beaucoup plus intenses et visibles, parce que le fond est obscur.

m'ont montré du Lithium, mais pas d'autres alcalis. Il en est de même pour les Améthystes du Mont-Blanc (Les Courtes).

*Amphiboles-Asbestos-Actinotes.* — Certaines Amphiboles ne donnent aucun spectre. Cependant des mélanges de calcaires et de silicates peuvent donner le spectre du Calcium qui peut persister avec la perle en fusion, s'il n'y a pas trop de silice. En général, les terres combinées à la silice ne donnent pas de spectre dans ces conditions.

Le Lithium est le plus fréquent, souvent c'est le seul métal alcalin présent.

*Feldspaths-Orthose-Anorthose-Microcline.* — Ces Feldspaths sont dans la règle lithiques, ce qui confirme les travaux de Barbier. (Bull. Soc. Minéral. avril 1908, 404 t. XXXI).

J'ai examiné plusieurs centaines d'Orthoses et je n'ai trouvé que rarement ce minéral privé de Lithium. Dans ces cas les cristaux étaient très purs, très limpides, formés lentement dans des fentes. (Viesch, Kriegalp, Dammastock, Fellithal). Mais des cristaux du même gisement peuvent être fort bien lithiques surtout s'ils sont un peu troubles. En général, un feldspath très sodique (Anorthose) donne facilement le spectre secondaire du Sodium avec la raie 4983. L'apparition de cette raie me renseigne sur la richesse en soude du feldspath étudié.

*Feldspath, Hyalophane.* — Ce Feldspath barytique des dolomies du Langenbach ne donne pas le spectre de la Baryte pour la cause indiquée ci-dessus. En revanche pour l'Hyalophane, j'ai obtenu très facilement les raies du Lithium, du Potassium et du Thallium. La présence de ce dernier métal n'a rien qui doive étonner, car j'ai montré ci-dessus la richesse en Thallium du gisement du Langenbach.

*Micas.* — Tous les Micas, blancs alumino-potassiques, et noirs ferro-magnésiens, des gisements et des roches suisses sont lithiques. Je n'ai rencontré qu'une seule muscovite du Gothard, très bien cristallisée, qui ne m'a donné que le spectre du Potassium. C'est le cas unique au milieu de plusieurs centaines d'observations.

Je n'ai pas encore rencontré en Suisse de Lépidolites avec Césium et Rubidium. Comme contrôle, j'avais à ma disposition

des micas dans lesquels j'ai pu constater aisément le Césium, le Rubidium et parfois le Thallium.

Mica noir	Monts Ilmen . . . . .	K (Na)	Li.	Rb.		
Mica noir	Berwik . . . . .	K (Na)	Li.	Rb.		
Zinnwaldite	Zinnwald . . . . .	K (Na)	Li.	Rb.	Cs.	
Zinnwaldite	d'Auburn . . . . .	K (Na)	Li.	Rb.	Cs.	
Lépidolite de Rözna	. . . . .	K (Na)	Li.	Rb.	Cs.	
Lépidolite de Pala Californie						
grandes lames	. . . . .	K (Na)	Li.	Rb.	Cs.	Tl.
Lépidolite de Pala Californie						
petites lamelles	. . . . .	K (Na)	Li.	Rb.	Cs.	Tl.
Lépidolite de Limoges	. . . . .	K (Na)	Li.	Rb.	Cs.	Tl.
Lépidolite de Campo San Pietro						
(Elbe)	. . . . .	K (Na)	Li.	Rb.	Cs.	Tl.

M. de Gramont a obtenu des résultats semblables avec des minéraux de Madagascar (Micas-Feldspaths) récoltés par M. le prof. Lacroix. (Bull. Soc. Miner. t. XXXV, n° 2, p. 73 : février 1912).

J'ai constaté que les poudres de Lépidolite sont facilement attaquables par l'eau froide, au bout de peu de temps, une quantité notable de Lithium est dissoute.

*Tourmaline.* — Toutes donnent les bandes de l'acide borique, toutes les bandes vertes et souvent 2 ou 3 bleues. Le Lithium est fréquent, mais, chose singulière pour un minéral qui contient si souvent du Lithium, les Tourmalines ont beaucoup de Li, ou, pas du tout ; il n'y a pas de passages.

*Pérowskites.* — La Perowskite du Rymfischwänge à Zermatt, donne le spectre du Calcium, mais seulement à très haute température. Ceci est une différence avec le Silicate de chaux qui ne donne jamais de spectre directement (Il faut éliminer la Silice comme je l'ai déjà dit).

*Serpentines-Talcs-Chlorites-Pennines-Ripidolites.* — Ce groupe de minéraux se comporte d'une façon très particulière vis à vis des alcalis. En principe, tous ces minéraux contiennent d'autant plus de Lithium qu'ils sont plus terreux ou cristallisés en lamelles plus petites. Les Ripidolites du Gothard et du massif du glacier du Rhône, sont très pures sous le microscope, mais elles contiennent beaucoup de Lithium à l'exclusion absolue des autres alcalis. Certaines Ripidolites du Galenstock sont si

riches en Li que leur spectre est aussi intense que celui d'une Lépidoïite. Les Chlorites et les Pennines se comportent différemment si elles sont bien cristallisées. Les larges lames de Pennine de Zermatt ne donnent absolument aucun spectre. De même pour les Chlorites de l'Ofenhorn à Binn.

Les Serpentes et les Talcs peuvent parfois donner une raie ultime très faible du Lithium, mais en général, les serpentes vertes et les talcs du Geisspfad sont absolument privés d'alcalis.

Il est visible que la cristallisation des talcs élimine d'une manière absolue les impuretés. Du reste, les forces de cristallisation sont, en réalité, les seules capables d'assembler des molécules pures. Cela est parfaitement visible lorsqu'on suit au spectroscopie la serpentinisation des péridotites suisses (Arolla-Cervin-Geisspfad et serpentes diverses erratiques).

La Péridotite, ou le Gabbro à olivine originel, contiennent dans leur feldspath ou dans le pyroxène, des traces de Li. L'Olivine n'en a jamais. Au fur et à mesure de la serpentinisation, le Li, s'élimine. Il se condense dans les parties fibreuses de l'asbeste comme au Geisspfad ou chose curieuse, dans l'oxyde de fer magnétique. Au Rymfischwänge (Zermatt) il y a des assises de schistes serpentineux à gros cristaux de magnétite. La gangue schisteuse ne donne aucune raie de Li, tandis que le cristal de magnétite montre cet alcali nettement. Le même phénomène s'observe dans les filonnets de magnétite et de fer chromé des roches serpentes du Geisspfad. Enfin la vraie serpentine est purifiée.

Ce silicate magnésien en se formant élimine les silicates alcalins : il arrive à être, dans la nature, SPECTRALEMENT PUR.

*Glauconies.* — Les Glauconies, du Gault de Bellegarde, sont très riches en Li.

*Calcites.* — Les Calcites cristallisées contiennent presque toujours du Strontium (Salève, Meillerie, etc.) rarement du Lithium. Ici, comme pour les talcs, la cristallisation élimine l'alcali (voir calcaires ci-dessous) mais peut conserver le Sr.

*Dolomies.* — Comme pour les Calcites (voir roches dolomitiques ci-dessous).

*Gypses et Anhydrites.* — Les Gypses contiennent en général du Strontium et du Lithium.

Les Anhydrites du Simplon sont assez riches en Strontium. Le Gypse gris de Bex contient Li et Sr.

Les Gypses très purs de Granges (Valais) sont pauvres en ces deux métaux.

Encore une fois la cristallisation élimine les impuretés.

*Barytine.* — La Barytine se trouve surtout en particules microscopiques entourant les cristaux de Blende ou de Jordinite, à Binn : de plus gros cristaux se rencontrent aussi dans des petites géodes. Le spectre est celui du Baryum. Mais il y a avantage, pour ne pas être gêné par les bandes de la Baryte, à réduire la quantité du minéral et à n'utiliser qu'une portion infime de la zone extérieure de la flamme. L'on obtient ainsi un spectre superbe n'ayant AUCUNE bande et présentant  $\lambda = 5535,5$  avec une netteté et une intensité extraordinaires. Je n'ai obtenu que très difficilement la raie bleue du Baryum. La flamme est fortement colorée en vert.

#### PÉTROGRAPHIE

Il serait fastidieux d'énumérer en détail toutes les roches que j'ai étudiées. Les roches de près de 600 localités, représentant plus du double d'échantillons, ont été examinées.

Pour établir la répartition des alcalis et surtout celle du Lithium, il est nécessaire d'avoir un aperçu quantitatif ; c'est-à-dire de connaître au moins la teneur approchée de l'alcali dans la roche. Jusqu'à présent le spectroscope n'est pas considéré comme étant un instrument quantitatif. Cela est vrai. Mais les différences que l'on observe entre l'intensité des différents spectres, l'apparition des spectres secondaires, l'élargissement de certaines raies, la disparition d'autres, pour ne plus constater que les raies ultimes, tout cela constitue un élément quantitatif de classification qui est excellent, et qui ne peut pas être négligé.

La différence entre une Lépidoïte et une Muscovite riche en Lithium est immense, celle entre une roche lithique riche, comme un schiste lustré, et une roche pauvre, comme un calcaire blanc du Jura, est appréciable, même à l'observateur le moins averti. Entre une serpentine privée de tout spectre et

un gabbro très pauvre en Li, il y a même une quantité de nuances. Si l'observateur ne peut pas donner le pour mille de l'alcali, il peut à coup sûr classer les roches par ordre de richesse. Cet ordre est suffisant pour l'étude de la répartition du Lithium ; et si le nombre des échantillons de même localité est assez grand, l'on arrive à une classification très convenable.

Il ne faut pas croire que les alcalis se montrent toujours dans un spectre. C'est une légende qui a été créée, on ne sait comment ; mais en tout cas par des opérateurs peu soigneux, malpropres, travaillant dans des laboratoires spectroscopiquement sales.

Dans mon laboratoire, convenablement entretenu, et avec une buse de chalumeau propre, la flamme ne donne pas même  $D_2$  <sup>(1)</sup> elle est privée de spectre. Lorsque les serpentines introduites dans cette flamme ne montrent rien, c'est qu'elles ne possèdent réellement rien de volatil pouvant colorer la flamme.

S'il y a beaucoup de soude, le spectre continu devient gênant et alors pour la recherche des dernières traces de Li, Cs, ou Sr, il y a avantage à éteindre (filtrer) ce spectre continu à l'aide de verres teintés en rouge ou en bleu interposés entre la flamme et le spectroscope. Les raies monochromatiques sont à peine influencées par un filtre de même couleur qu'elles.

Ceci dit, voici les conclusions auxquelles j'ai été amené.

*Roches éruptives, y compris le Gneiss et les Micaschistes.*

Tous les magmas éruptifs acides suisses sont lithiques. Dans les roches jeunes, les Feldspaths et le Mica <sup>(2)</sup> se partagent le Li. Mais si le Mica se développe en larges lames, il absorbe le Lithium, si bien, que la gangue feldspathique peut n'en plus contenir (Pegmatites de Ferret et du Trient).

La quantité du Lithium est d'autant plus grande que le magma est plus granitique (Aar-M<sup>l</sup>-Blanc et Gneiss très micacés) et d'autant plus faible que le magma est plus ferro-magnésien (Gabbros-Péridotites). Enfin Li disparaît dans les Péridotites (Cervin) et dans les Gabbros à olivine (Arolla).

Cette dernière règle n'a de valeur que pour les échantillons

<sup>1)</sup>  $D_2$  est plus intense que  $D_1$ .

<sup>2)</sup> J'ai toujours soutenu que le Mica était toujours secondaire : dans les granites il joue le rôle que jouent les zéolites dans les basaltes.

prélevés loin des places de contact avec d'autres roches, car la diffusion du Lithium dans les magmas avoisinants est sensible.

Enfin le Lithium DISPARAIT COMPLÈTEMENT dans les serpentines vertes (Geisspfad, région centrale, etc.) et les talcs. La région périphérique pouvant contenir encore des traces de cette impureté (voir ci-dessus Talcs).

*Roches sédimentaires*, y compris schistes lustrés plus ou moins calcarifères, dolomies, gypses, ardoises, argiles.

Toutes les roches sédimentaires examinées contiennent du Lithium et du Strontium. Mais ici la marche de la séparation des impuretés est moins évidente. Dans la règle, il y a d'autant plus de Lithium que le calcaire sédimentaire contient plus de silicates argileux ou micacés. Si nous rangeons les schistes lustrés dans les roches sédimentaires décalcifiées et laminées, nous trouvons alors le maximum de Lithium. Les calcaires blancs assez purs, le Barrémien du Salève, par exemple, est assez pauvre en Li, tandis que le calcaire noir de Meillerie et les schistes noirs, sont riches.

Quant au Strontium, je n'ai pas pu jusqu'à présent établir pour lui de répartition ayant des chances de vérité. J'en ai constaté un peu partout. La molasse suisse est lithique, ce qui était à prévoir, étant donné sa constitution pétrographique.

L'argile glaciaire, les Kaolins purs blancs, les terres végétales sont tous fortement lithiques.

#### APPLICATION A LA GÉOLOGIE

Du moment que le Lithium et le Strontium sont si généralement répandus et constituent des éléments constitutifs de nos roches suisses, il s'en suit de toute nécessité que ces mêmes éléments doivent se rencontrer dans nos eaux minérales, nos eaux courantes et dans nos lacs. Donc l'analyse de ces eaux constitue un contrôle. Je l'ai fait.

*Eau de Birmenstorf.* C'est une eau sulfatée magnésienne, elle est très riche en Li. Il suffit de tremper un papier pour analyses chimiques, dans l'eau, et de le porter dans la flamme : on observe immédiatement 6707,8, du Li, D<sub>1</sub> et D<sub>2</sub>, puis les raies

de la magnésie 5205-5177-5110. Il est singulier qu'elles soient assez fortes, alors qu'elles sont considérées par les auteurs comme peu visibles. Puis les 4 bandes vertes si caractéristiques de la magnésie, qui semblent ici donner de véritables fortes raies à leurs têtes, à 5007-4997-4986-497. Le complexe est dégradé vers le violet.

La raie secondaire du Sodium à 4983 vient avec son fond brillant se surajouter à ce groupe. Mais si on laisse évaporer le Sodium le groupement de MgO devient superbe de netteté, sur fond obscur.

*Eau de Champéry.* — Il y a quelques années, j'ai analysé une source sulfureuse à Champéry, j'y avais constaté beaucoup de Li.

*Eau des Salines de Bex.* — En éliminant par cristallisation la majeure partie du sel des eaux mères, il reste une solution jaunâtre extraordinairement riche en Lithium ; du reste, l'eau mère donne directement sans autre la raie 6707,8.

*Eau du lac de Genève.* — Le lac de Genève est le grand collecteur des eaux qui érodent et dissolvent les roches du Valais, du Chablais et d'une partie du Plateau suisse. Il fallait donc savoir si ces eaux sont lithiques et strontianiques. En effet, pour la lithine, j'ai montré ci-dessus que la Lépidoïite est facilement attaquée par l'eau froide, et l'on sait que le carbonate de Strontium est plus soluble que celui de chaux. Le sulfate aussi est un peu soluble : cependant moins que celui de chaux.

J'ai fait deux essais, le premier avec de l'eau puisée en avril aux fontaines de la ville, et quelques jours plus tard avec de l'eau puisée dans le petit lac, à la surface, et à 2 mètres de profondeur. Le point de la récolte était environ 1 kilomètre en dehors des jetées. Depuis plusieurs semaines le niveau du lac était très bas. J'ai pris toutes les précautions pour qu'il n'y ait aucune cause d'erreur. La récolte de l'eau a été faite dans un flacon en cuivre étamé et l'eau a été évaporée dans une grande capsule en argent à 1000 <sup>00</sup>/<sub>00</sub>.

Comme j'ai constaté que tous les Kaolins sont riches en Lithium, l'emploi d'ustensiles en porcelaine était prohibé.

L'eau n'a pas été en contact avec les métaux plus de 3 heures, temps de transport et heures d'évaporation compris. La quan-

tité évaporée a été de trois litres, le résidu a été directement absorbé à l'aide d'une baguette de papier à filtrer pour analyse chimique, papier privé de matières minérales. Il n'y a donc pas eu de manipulations. L'examen spectral a montré immédiatement le Lithium et le Strontium. Le Lithium est très fortement visible alors que le Potassium l'est à peine. La raie bleue du Strontium à 4607 est à peine moins forte que celle du Calcium à 4226.

J'ai contrôlé ces résultats avec tous les résidus et croûtes de chaudières où l'on chauffe de l'eau, que j'ai pu me procurer. Si les garanties scientifiques ne sont pas aussi sérieuses que celles que présente une évaporation faite par moi-même, les résultats sont néanmoins intéressants, j'ai toujours constaté le Sr, parfois aussi le Li. Les croûtes d'une chaudière alimentée par le service des eaux d'Arve qui fournit un mélange d'eau d'Arve et d'une eau de source, se sont montrées très riches en Sr. Le chimiste M. Lossier avait déjà en 1877 annoncé que l'eau d'Arve contenait du Sr, mais il n'en avait pas constaté dans l'eau du Rhône, prélevée en mai, en hautes eaux.

On peut donc considérer que le Lithium et le Strontium sont des éléments constitutifs des roches alpines qui forment le bassin d'alimentation du lac de Genève, ainsi que des masses des roches des massifs éruptifs suisses. Ils existent aussi comme éléments en dissolution dans les eaux courantes. Les sels de Lithine étant solubles, cet oxyde est entraîné dans la mer ; mais il se retrouvera dans les roches sédimentaires, parce qu'il est à nouveau en partie fixé par la formation des glauconies (voir ci-dessus), par les vases et par la vie animale. En effet, j'ai constaté que beaucoup de coquillages, en particulier ceux des huitres, des moules, des pecten, etc., contenaient dans leur calcaire, du Lithium et du Strontium. Certaines nacres très pures ne m'ont parfois donné que le Sr, mais alors le Li se trouvait dans la partie externe colorée de la coquille.

M. le prof. E. Yung m'a fait part que les analyses effectuées par les physiologistes montrent que le Lithium fait toujours partie de la molécule chimique du protoplasma vivant : ce qui serait d'accord avec l'universalité de la présence du Li dans les roches et les eaux.

*En résumé:* l'on voit que l'analyse spectrale, même réduite et privée de son aide la plus puissante, la photographie de l'ultra violet, peut néanmoins donner des renseignements utiles au minéralogiste, au pétrographe et au géologue. La minéralogie et la géologie suisses lui sont redevables de quelques faits nouveaux.

*Genève, avril 1917.*

---