

# La genèse des gîtes métallifères

Autor(en): **Oulianoff, Nicolas**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles**

Band (Jahr): **55 (1923-1925)**

Heft 209

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-271258>

## **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.

## La genèse des gîtes métallifères<sup>1</sup>

PAR

NICOLAS OULIANOFF

---

L'étude des gîtes métallifères ou la métallogénie, si l'on veut employer l'expression proposée par de Launay, présente un intérêt double : d'une part, c'est une science appliquée, pratique par excellence, d'autre part, les observations détaillées sur les gisements métallifères permettent de mieux comprendre la physiologie de l'écorce terrestre.

Autrefois, le prospecteur se bornait à poursuivre une faille, l'emplacement le plus habituel du minerai, et de doser chimiquement, dans la masse à abattre, le pourcentage de la matière précieuse. Actuellement le prospecteur est obligé d'élargir sensiblement son activité et cela dans deux sens : 1<sup>o</sup> l'étude sérieuse d'un gîte doit être étayée par une connaissance approfondie des conditions géologiques de la région explorée, et tout spécialement, de ses conditions tectoniques ; 2<sup>o</sup> l'étude pétrographique ou pétrogénétique doit être poussée aussi loin que possible, et cela à l'aide des méthodes modernes de la microscopie.

Les lois qui régissent la minéralisation, quelque petite que soit son intensité, sont les mêmes que celles qui nous expliquent aussi la formation des grandes accumulations de minerais. Ce sont elles encore qui nous font comprendre la formation de certaines roches non minéralisées.

Ce qu'il importe encore de relever, c'est la collaboration toujours grandissante des deux sciences : de la métallogénie et de la chimie physique. Cette collaboration ouvre de nouvelles et passionnantes perspectives. Il faut de même mentionner comme définitivement acquise, à notre époque, la notion qui considère le minerai comme une roche, une variété de roche, et non pas comme une formation à part.

Nous savons que les roches peuvent être classées génétiquement en trois groupes : 1<sup>o</sup> roches éruptives, 2<sup>o</sup> roches sédimentaires,

<sup>1</sup> Extrait de la leçon inaugurale donnée le 3 novembre 1922, à l'Université de Lausanne.

3<sup>o</sup> roches métamorphiques (y compris le phénomène de métasomatose qui est un cas de métamorphisme).

De même les minerais, au point de vue de leur genèse, peuvent être classés dans ces trois groupes : 1<sup>o</sup> les minerais provenant de l'activité éruptive, 2<sup>o</sup> les minerais sédimentaires, et 3<sup>o</sup> ceux qui résultent des remaniements des gîtes primaires.

Les formations des minerais des deux premiers groupes sont syngénétiques avec la roche encaissante. Les gisements métallifères du troisième groupe sont épigénétiques.

Les gîtes sédimentaires, étant le résultat de la destruction (gîtes alluvionnaires) et du lessivage (gîtes de précipitation) des roches métallisées, — représentent le dernier terme de la série naturelle.

Même dans ce groupe, toute compréhensible que soit — en apparence — la genèse des gîtes sédimentaires, les dernières années ont apporté des idées nouvelles ainsi que de nouveaux problèmes à résoudre. Telle la question sur le rôle des bactéries dans la précipitation des minerais, l'hypothèse sur les structures oolitiques des minerais et tant d'autres.

Cependant les événements scientifiques les plus importants à mentionner se rapportent aux deux autres groupes des gîtes métallifères.

Commençons par les gîtes dont la genèse se rattache à l'activité éruptive.

Les idées géniales d'Elie de Beaumont sur les émanations volcaniques et métallifères (1847) restèrent longtemps inconnues en dehors de la France. Seules, ses conceptions sur les gîtes filoniens pénétrèrent plus ou moins rapidement dans les autres pays. Il en faut chercher la cause dans la pratique minière. Autrefois toute la masse, et de nos jours la plus grande partie des gisements exploités, sont des gisements filoniens. C'est pourquoi les ingénieurs des mines, ainsi que les prospecteurs, donnaient toute leur attention aux failles, aux filons, c'est-à-dire aux phénomènes qui ne sont, à la surface de la terre, que des accidents.

C'est vers la fin du XIX<sup>e</sup> et au commencement du XX<sup>e</sup> siècle que les idées d'Elie de Beaumont sont reprises dans tout leur ensemble et fructueusement développées par nombre d'auteurs, parmi lesquels je mentionnerai le Norvégien Vogt et le Suisse Niggli. Ces savants s'étaient largement servis des résultats remarquables acquis au XX<sup>e</sup> siècle par la chimie physique, surtout de l'étude des propriétés des mélanges eutectiques. Un grand nombre

de questions concernant les conditions de la cristallisation des silicates s'explique lorsqu'on les étudie en y appliquant les lois de la chimie physique. Entre autres, la question, si importante pour la pétrographie et pour la métallogénie, de la différenciation magmatique, se trouve être considérablement éclaircie.

Qu'est-ce que la différenciation magmatique ?

Sur le terrain, les observateurs ont remarqué, déjà maintes fois, que le magma ne se solidifie pas en masses absolument uniformes, de même et égale composition chimique et minéralogique. Au milieu d'une masse, par exemple, acide, riche en  $\text{Si O}_2$ , on trouve inopinément un noyau d'une basicité frappante.

D'où provient cette différence ?

De pareils cas observés sur le terrain demandent une étude attentive et chaque cas doit être discuté séparément. Car les causes n'en sont pas toujours les mêmes.

Une de ces causes consiste pourtant dans la tendance du magma en fusion à se cristalliser en masse au moment même où sa composition chimique deviendra un mélange eutectique. Si la composition du magma — dans les conditions données — ne répond pas à la composition eutectique, toutes les molécules qui sont de trop, seront séparées par la cristallisation avant que la masse ne se consolide entièrement.

Prenons un des cas simples de cristallisation des silicates, un cas étudié expérimentalement. Supposons que nous avons un mélange de quartz et de feldspath (albite) en fusion. Le quartz ( $\text{Si O}_2$ ) est fusible à  $1625^\circ$ , l'albite ( $\text{Na Al Si}_3 \text{O}_8$ ) — à  $1100^\circ$ .

Le mélange eutectique est formé de 25 % de quartz et 75 % d'albite (en chiffres ronds), et la température de la solidification pour ce mélange est en dessous de  $1000^\circ$ . Si l'albite entre dans le mélange en proportion plus forte, on voit, pendant le refroidissement, se produire une séparation de cristaux d'albite jusqu'à ce que la proportion de feldspath et de quartz ne devienne 75 : 25, **et** à ce moment le mélange se solidifie dans toute la masse simultanément.

Dans le cas décrit, le magma (mélange de quartz et d'albite en fusion), placé dans les conditions simples d'une expérience de laboratoire, se solidifie en un mélange défini, en repoussant, en éliminant, par la cristallisation préalable, celui des deux éléments qui est de trop.

Dans la nature, les pegmatites présentent un cas de cristallisation d'un mélange eutectique de toute beauté. On sait que ces

roches sont formées presque uniquement de quartz et de feldspath.

Le feldspath est le plus souvent orthose ou microcline, pénétré de veinules d'albite-oligoclase (texture perthitique des pétrographes).

L'étude chimique révèle une constance remarquable de la composition des pegmatites. En prenant les deux molécules, les plus importantes,  $\text{Si O}_2$  et  $\text{Al}_2 \text{O}_3$ , nous verrons leur proportion dans les pegmatites osciller (d'après Vogt) :  $\text{Si O}_2$  entre 72,4 — 74,6 % ;  $\text{Al}_2 \text{O}_3$  entre 15,5 — 13,4 %.

De même, l'étude minéralogique des pegmatites (faite par Holmes) montre que la proportion de quartz et de feldspath est également persistante. Le quartz est représenté (en moyenne), par 26,1% ; le feldspath par 73,9 %.

Quelle sera l'application des résultats de ces expériences et de ces observations concernant la genèse de certains gîtes métallifères ?

On la prévoit déjà. En Scandinavie, au Canada, en Russie, dans les montagnes de l'Oural, se trouvent de grands gisements, on peut même dire des gisements grandioses de fer, de fer chromé, de nickel. Le minerai, au point de vue minéralogique, est formé principalement de spinelles : de magnétite,  $\text{Fe}_3 \text{O}_4$ , de chromite,  $(\text{Fe, Cr})_2 \text{O}_3$ ,  $\text{Fe O}$ , et d'autres. Ces gisements se trouvent dans de grands amas de roches cristallines, de roches de profondeur, principalement de roches basiques. On s'est vainement creusé la tête pour expliquer l'origine de ces masses de minerais. Une explication brillante nous en est actuellement donnée par l'application des lois de la chimie physique à la question de la solidification des magmas. Le minerai a été, pour ainsi dire, rejeté du magma avant que ce dernier ne se fût solidifié définitivement.

Ainsi se sont formés, dans le magma, des lentilles, des poches, des agglomérations, des amas de minerais.

L'étude statistique de ces gisements révèle une certaine relation entre les métaux et les roches de différente basicité. Cette étude permet de tracer la classification suivante :

1° Les roches acides donnent lieu à la formation des minerais de molybdène, d'étain, de tungstène ;

2° aux roches basiques se rattachent le cobalt, le nickel ; aux roches ultrabasiques, le platine et le chrome ;

3° l'or, l'argent, le cuivre, le fer se rattachent à toutes les roches de passage entre les ultrabasiques et les ultraacides.

Il faut cependant remarquer que la différenciation magmatique n'est pas une clef qui ouvre toutes les portes. L'observation directe sur le terrain permet de voir qu'une quantité considérable de différentes roches cristallines ne résulte que de l'assimilation par le magma de sédiments, soit par un procédé inverse à la différenciation. Les derniers travaux des auteurs américains sur l'assimilation des sédiments par les magmas concordent entièrement avec les opinions représentées depuis des années déjà par l'école française de pétrographie.

Mais — toutes réserves faites — on ne peut plus nier la possibilité éventuelle de la différenciation du magma, dans des conditions déterminées.

Quittons maintenant l'intérieur du massif cristallin et voyons ce qui se passe à sa périphérie.

Représentons-nous un massif granitique en état de solidification. Il se produit dans la masse granitique, et surtout dans sa partie supérieure, une sorte de liquation qui amène une séparation des éléments volatils, si les conditions y sont favorables. Et elles le sont lorsque, à la périphérie de la masse granitique, les éléments volatils trouvent des issues pour s'échapper. Au cours de la mise en place du massif granitique, la couverture sédimentaire ou cristallophyllienne, manquant de plasticité, craque en plusieurs endroits ; et par ces fentes s'échappent les éléments les plus mobiles du magma, éléments en partie liquides, en partie gazeux. Nous pourrions comparer — d'après Harcker — ce phénomène à une éponge, qui, pressée, laisse couler de l'eau par tous ses pores. Ou, peut-être, comme les pegmatites présentent un mélange semi-liquide, semi-gazeux, la comparaison avec une bouteille de limonade sera ici plus adéquate. De même que de la bouteille, une fois ouverte, les parties volatiles de la limonade s'échappent par l'orifice, ainsi, une fente, formée dans la couverture sédimentaire, détermine-t-elle une *diminution de la pression*, suivie immédiatement par l'échappement des parties volatiles du magma.

La composition de ce mélange semi-liquide, semi-gazeux correspond singulièrement à la composition des pegmatites diluée par une forte dose de minéralisateurs, c'est-à-dire d'éléments extrêmement volatils (tels le fluor, le bore, etc.), ainsi que d'éléments rendus volatils par la combinaison chimique avec ces minéralisateurs (tels le fluorure de fer, le fluorure d'étain et d'autres). Mais en dehors de ces molécules, notre mélange, séparé de la masse du magma et se mouvant avec une grande facilité dans les failles,

les fentes et les diaclases, si petits qu'ils soient, notre mélange est extrêmement riche en eau. Aussi nous pouvons l'envisager comme une solution aqueuse très diluée.

D'où provient cette eau ? La question n'a pas encore trouvé de réponse unanimement reconnue. Une des conceptions déjà ancienne et très répandue, considère ces eaux comme des eaux *juvéniles* (en employant le terme, introduit par le célèbre géologue Süss). Ce sont des eaux qui, provenant directement du magma de profondeur, cheminent, pour la première fois, vers la surface de la terre. Une autre conception — soutenue vigoureusement par le savant genevois, M. Brun, — n'admet pas le magma hydraté.

D'où alors ces molécules d'eau que l'on trouve en abondance dans les formations des pegmatites, des veines et des filons quartzeux dépendant directement des pegmatites ? Cette eau peut provenir, — selon une nouvelle hypothèse, — des couches profondes, d'origine sédimentaire, où cette eau se trouve à l'état pour ainsi dire fossile.

Faute de temps nous ne pouvons suivre dans les fissures ni les pegmatites, ni les vapeurs qui en émanent, ni enfin les eaux thermales. Le mécanisme de remplissage des filons par ces émanations provenant du magma est suffisamment connu pour que nous passions, maintenant, à un autre stade de la vie des gisements métallifères.

Le phénomène de la formation des gîtes métallifères, c'est-à-dire de l'accumulation du minerai cesse-t-il, avec l'arrêt complet de l'activité d'un noyau éruptif ?

L'insuccès de l'hypothèse de Sandberger (1871) sur la sécrétion latérale, démontre nettement que, dans la seconde moitié du XIX<sup>e</sup> siècle, on était peu disposé à admettre la genèse des gîtes métallifères filoniens sans l'intervention des eaux thermales. Et pourtant, dans les pseudomorphoses des minéraux, dans l'altération des roches, ou plus généralement dans le phénomène connu sous le nom de métasomatose et dont la description la plus complète, la plus détaillée nous est donnée par l'Américain van Hise, — nous avons justement affaire à la transformation secondaire qui se produit au sein de la roche primaire (primitive), éruptive ou sédimentaire, complètement *froide*.

Mais qu'est-ce que la métasomatose ?

C'est un cas d'altération des roches, accompagné d'un enrichissement de ces roches par l'apport d'une substance nouvelle,

qui ne s'y trouvait pas jusqu'alors et qui entre en réaction avec la substance de la roche, en en déterminant le remplacement molécule par molécule.

Van Hise, dans son ouvrage sur le métamorphisme, a établi un système laborieusement étudié de métasomatose, de différents types de transformation des roches, de leur altération et de leur reconsolidation liée presque toujours au déplacement de certaines molécules, qui se trouvent, de la sorte, « remises en mouvement ». Et les études pétrographiques sur les roches nous donnent chaque jour de nouvelles preuves que celles-ci, transformées métasomatiquement, sont des roches très répandues. Il est tout naturel de se demander si, dans la formation des gîtes métallifères, la métasomatose ne joue pas un rôle tout aussi important (si ce n'est encore plus grand).

Une réponse affirmative, tout d'abord hésitante et puis de plus en plus assurée, nous est donnée par de nombreux travaux. De Launay insistait depuis longtemps déjà sur l'importance des gisements secondaires, remaniés. Au XX<sup>e</sup> siècle nous voyons les géologues et les ingénieurs des mines américains développer une activité prodigieuse dans la voie de l'étude des gisements métallifères métasomatiques, en se basant sur les idées de van Hise. Ce dernier reprend, en principe, l'hypothèse sur la sécrétion latérale de Sandberger, en prêtant à cette hypothèse une envergure incomparablement plus grande.

Voici comment il explique le procédé de la formation métasomatique des gîtes métallifères. La porosité des roches est beaucoup plus grande qu'on ne le pense ordinairement, et cela surtout dans les régions de fortes dislocations ; en étudiant à l'œil nu ou, mieux encore, à la loupe, une surface de roches dans ces régions, on est frappé de voir une multitude de petites diaclases et de failles. Sous le microscope, au fort grossissement, on constatera que même les minéraux isolés sont fréquemment brisés et les morceaux de cristaux sont déplacés les uns par rapport aux autres. On voit donc que les eaux météoriques qui s'infiltrent dans les roches peuvent avoir à leur disposition un réseau de canaux extrêmement développé. Ces eaux dissolvent les grains minuscules des minerais qui se trouvent disséminés primitivement dans ces roches et les déposent dans un milieu propice à la précipitation chimique.

Ainsi il y a lieu de séparer nettement deux catégories de gîtes : les gîtes primaires et les gîtes secondaires. Il est évident qu'avec la profondeur, les gîtes primaires, formés directement dans les



masses cristallines ou à leur périphérie, gagnent en proportion. Par contre, plus près de la surface de la terre, ce sont les gîtes métasomatiques qui occupent une place considérable. Et l'on peut prévoir qu'une forte quantité des gîtes classés jusqu'à présent parmi les primaires sera bientôt remise dans le groupe des gîtes métasomatiques.

Telle est — exposée en quelques mots et, par conséquent, nécessairement simplifiée — la conception moderne de la formation des gîtes secondaires, vérifiée déjà à plusieurs reprises sur le terrain. Je veux attirer votre attention sur le fait que cette vérification, ainsi que l'étude approfondie des structures des minerais ne sont devenues possibles que dans ces dernières années. Et cela, grâce à l'application aux études des gîtes métallifères du microscope des métallographes. On sait que les pétrographes étudient les roches, sous le microscope, en coupes minces par transparence, méthode inapplicable aux minerais, qui sont presque tous opaques. Actuellement, pour étudier les structures des minerais et leur composition, on emploie des échantillons dépolis, que l'on examine sous le microscope, en lumière réfléchie. Il est clair que les méthodes de reconnaissance des éléments minéralogiques sont dans ces conditions-là différentes de celles appliquées à l'étude des coupes minces par transparence.

J'ai dit que la formule du remaniement secondaire s'exprime brièvement ainsi : les eaux souterraines dissolvent le minerai pour le reprécipiter ailleurs. La formule est simple, mais il faut encore avoir la permission de la chimie pour dissoudre dans l'eau et reprécipiter une composition donnée. Or, la chimie ne donne pas facilement son consentement.

Cette difficulté se trouve écartée par l'intervention de la chimie des colloïdes. Appliquée à l'étude des gîtes métallifères, la chimie des colloïdes ouvre des horizons aussi larges qu'inattendus, bien que nous n'assistions encore qu'au début de cette collaboration fructueuse.

Il n'y a pas longtemps, on parlait, avec Graham, de colloïdes et de cristalloïdes. Maintenant on sait qu'il n'existe pas de matières colloïdales spéciales, mais qu'il y a, tout simplement, un état colloïdal, et que cet état, probablement, n'est étranger à aucune substance, pour autant qu'elle est placée dans les conditions requises.

L'application aux minerais des résultats acquis par la chimie des colloïdes date de 1909 seulement. C'est Cornu qui fut le premier à se lancer sur cette voie.

On connaît la différence entre les vraies solutions, ou solutions chimiques, et les solutions colloïdales. Si la matière est dissoute à l'état de cristalloïde, les particules de cette matière dissoute ne dépassent pas, en grandeur, ses molécules. Dans les solutions colloïdales, tout au contraire, les particules de la matière dissoute sont plus grandes que ses molécules. Chaque particule peut comprendre plusieurs molécules, mais le diamètre des plus grandes de ces particules ne dépasse pas 100-200 micromicrons (un micromicron =  $1/1\,000\,000$  de millimètre). Ces particules sont ultra-microscopiques, donc invisibles au microscope ordinaire, et les solutions colloïdales sont transparentes ou légèrement opalisantes.

Les particules, quoique en suspension dans le dissolvant, pratiquement, ne se déposent pas. Une particularité importante de la matière en solution colloïdale consiste en un développement énorme de la surface libre. Lorsque nous avons une substance sous forme d'un cube dont les arêtes mesurent un millimètre, sa surface sera de six millimètres carrés. Supposons une même quantité de cette substance en solution colloïdale, et supposons aussi des particules de forme cubique avec les arêtes d'un micromicron de longueur, donc des particules d'un diamètre approximatif de 1,7 micromicron. La surface libre de toutes ces particules sera de six mètres carrés. Une différence, comme on le voit, très estimable.

Or, la surface libre de la matière possède une faculté spéciale que l'on appelle *adsorption*. La matière adsorbante retient à sa surface une certaine quantité d'une autre substance, recueillie dans la solution chimique ou colloïdale. Pour en donner un exemple, je citerai un travail récent, celui de John Don, traitant des filtres de sable. Il a constaté que les grains de sable adsorbent, sans qu'il se forme des réactions chimiques, l'ammoniaque, ainsi que les substances organiques dissoutes dans l'eau qui passe par le filtre.

Cette faculté d'adsorption n'est pas la même pour toutes les matières. Dans le monde des minerais, indiquons le psilomélane ( $MnO_2, n MnO$ ), et le wad ( $MnO_2, n MnO + 10\% Mn_2O$ ), les oxydes de manganèse, qui possèdent la faculté d'adsorption à un degré très élevé. C'est précisément cette grande faculté d'adsorption de certains oxydes qui détermine la formation des minerais d'une composition chimique des plus compliquées.

Les solutions colloïdales peuvent aussi se coaguler. Ce phénomène n'est autre chose que la séparation de la matière à l'état de solution colloïdale de son dissolvant. Et ce qui est extrêmement important, la matière coagulée, gélatineuse, amorphe, peut, avec

le temps, devenir microcristalline et, définitivement, macrocristalline.

Jusqu'à ces derniers temps il restait encore un point délicat à élucider concernant l'application des colloïdes aux problèmes de la métallogénie. Tandis que les oxydes de métaux donnent facilement des solutions colloïdales, les sulfures, eux, jusqu'à présent, se sont montrés récalcitrants. Mais, tout récemment, cette difficulté fut écartée. Deux savants américains, Clark et Manual, ont démontré que les sulfures, tels que la pyrite ( $\text{Fe S}_2$ ), la chalcosine ( $\text{Cu}_2 \text{S}$ ), la chalcopyrite ( $\text{Cu Fe S}_2$ ), etc., donnent des solutions colloïdales dans les conditions suivantes. Le minerai pulvérisé est placé dans un flacon avec une solution aqueuse d'hydrate de potassium. Au travers de ce mélange, on fait passer pendant plus de deux mois un courant d'hydrogène sulfuré. Au bout de quelques semaines la solution colloïdale de sulfure commence à se former.

Il faut ajouter à cela que, dans une solution alcaline, par laquelle passe l'hydrogène sulfuré, il se forme du sulfure de potassium qui peut transformer certains sulfures de métaux en sulfates. Dans ce cas, nous aurons simultanément, dans la liqueur, une solution chimique et une solution colloïdale d'un même métal, mélange qui doit se trouver fréquemment dans la nature.

Tels sont les caractères des colloïdes qui nous intéressent en ce moment, en vue de leur application à la genèse des minerais.

Les conclusions sont nettes.

Principalement dans la zone superficielle, c'est-à-dire dans la zone d'oxydation des minerais primaires, il se forme des colloïdes qui sont facilement transportés dans les moindres fissures ou diaclases. Dans la zone de cémentation, plus profonde, les colloïdes reprécipités passent peu à peu à l'état cristallin, déterminant, de la sorte, la régénération du minerai.

J'ai souligné que c'est dans la zone d'oxydation, tout particulièrement, que se forment les solutions colloïdales. Maintenant que nous savons que les sulfures sont également susceptibles de donner lieu à la formation de solutions colloïdales, nous pouvons descendre jusque dans les zones des minerais primaires, qui se trouvent aussi bien à l'intérieur des massifs cristallins qu'à leur périphérie.

Dans ces profondeurs, nous constaterons aussi que, l'activité éruptive à peine terminée, il commence à se former des solutions

---

mystérieuses, semi-chimiques, semi-colloïdales, qui serviront à véhiculer des masses énormes de minerai, pour les disperser, les disséminer ou, au contraire, pour les concentrer, de nouveau, quelque part ailleurs. Tout est en mouvement perpétuel, rien n'est stable, immobile.

Quel spectacle grandiose ! Et quelles complications et quelles difficultés nouvelles pour l'explorateur des gîtes métallifères !

---

## CORRECTION

Dans l'article de M. Nicolas Oulianoff, « La genèse des gîtes métallifères » (page 13, Bull. N° 209, vol. 55), le passage commençant par les mots : « Prenons un cas simple..... » et se terminant par : « ..... celui des deux éléments qui est de trop », doit être remplacé par le suivant :

Prenons un des cas simples de cristallisation des silicates, un cas étudié expérimentalement. Supposons que nous avons un mélange de quartz et de feldspath (anorthite) en fusion. Le quartz ( $\text{Si O}_2$ ) est fusible à  $1625^\circ$ , l'anorthite ( $\text{Ca Al}_2 \text{ Si}_2 \text{ O}_8$ ) — à  $1550^\circ$ .

Le mélange eutectique est formé de 48 % de  $\text{Si O}_2$  et 52 % d'anorthite, et la température de la solidification pour ce mélange est  $1353^\circ \pm 2$ . Si l'anorthite entre dans le mélange en proportion plus forte, on voit, pendant le refroidissement, se produire une séparation de cristaux d'anorthite jusqu'à ce que la proportion de feldspath et de  $\text{Si O}_2$  ne devienne 52 : 48 et à ce moment le mélange, se solidifie dans toute la masse simultanément.

Dans le cas décrit, le magma (mélange de  $\text{Si O}_2$  et d'anorthite en fusion), placé dans les conditions simples d'une expérience de laboratoire, se solidifie en un mélange défini, en repoussant, en éliminant, par la cristallisation préalable, celui des deux éléments qui est de trop.

---