



HAL
open science

De l'intérêt de l'histoire des sciences dans la formation des enseignants

Hervé Goix

► **To cite this version:**

Hervé Goix. De l'intérêt de l'histoire des sciences dans la formation des enseignants. Travaux du Comité français d'Histoire de la Géologie, 1998, 3ème série (tome 12), pp.17-23. hal-00930900

HAL Id: hal-00930900

<https://hal.science/hal-00930900>

Submitted on 14 Jan 2014

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

TRAVAUX
DU
COMITÉ FRANÇAIS D'HISTOIRE DE LA GÉOLOGIE
- Troisième série -
(1998)

Hervé GOIX

De l'intérêt de l'histoire des sciences dans la formation
des enseignants

COMITÉ FRANÇAIS D'HISTOIRE DE LA GÉOLOGIE (COFRHIGEO) (séance du 25 février 1998)

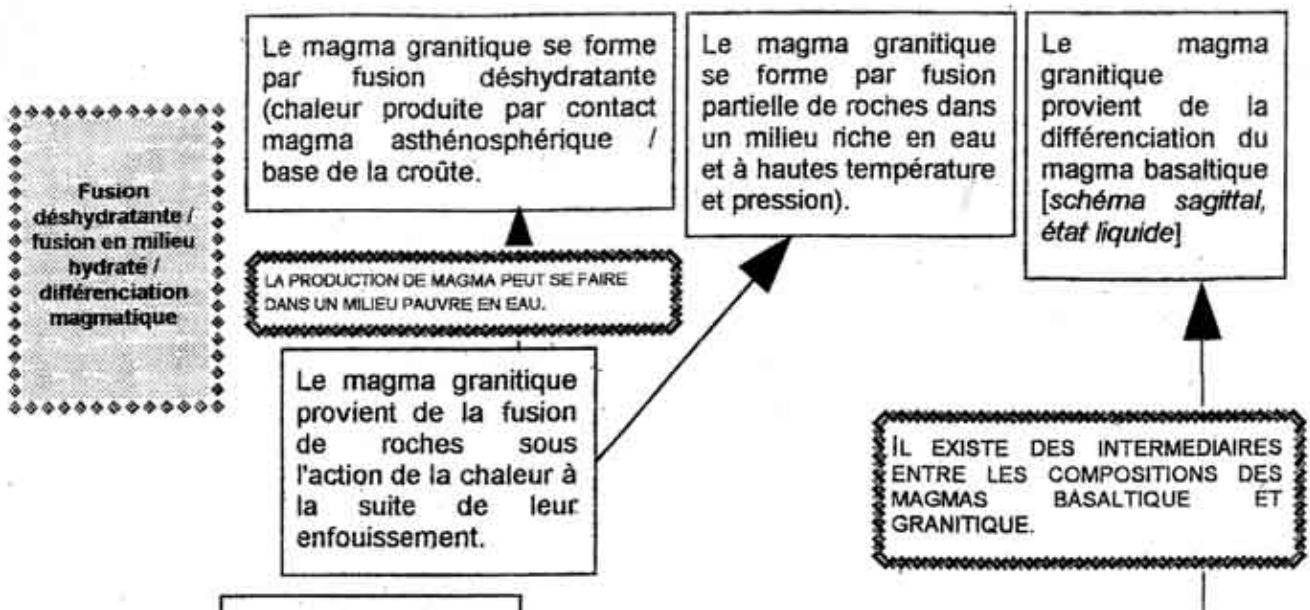
La question de l'enseignement de l'histoire des sciences est régulièrement posée dans le milieu éducatif. L'enquête, sur les lycées, diligentée par le ministre [Claude Allègre](#) en 1998 en est un exemple récent. Examinons quel pourrait être l'intérêt d'une telle formation, pour des enseignants, en nous appuyant sur l'histoire de l'origine du granite dont nous privilégierons deux aspects : la succession des différentes idées sur le mode de formation du granite et l'idée de preuve dans les études sur ce mode de formation.

La formation du granite : une histoire longue et tourmentée

Le document joint résume les différents niveaux d'explication du mode de formation du granite depuis le XVIIIe siècle. Rappelons qu'avant cette période, le granite était décrit, localisé sur des cartes mais qu'on se préoccupait peu de son histoire. Le terme lui-même est d'ailleurs basé sur sa description : le granite est formé de grains (en latin *granum* = grain).

Dans la deuxième moitié du XVIIIe siècle, deux explications dominent :

- pour certains, comme [Gottlob Werner](#), la formation du granite est semblable à celle des autres roches qui sont supposées s'être formées par dépôt dans l'océan primitif (d'où le nom de neptunisme donné à cette théorie). C'est une roche sédimentaire. Cela permet d'expliquer qu'il soit situé à la base des autres roches : il correspond aux premières roches formées.
- par contre, à la même époque, [Buffon](#) explique que cette roche provient du refroidissement du liquide occupant l'intérieur de la Terre (1).



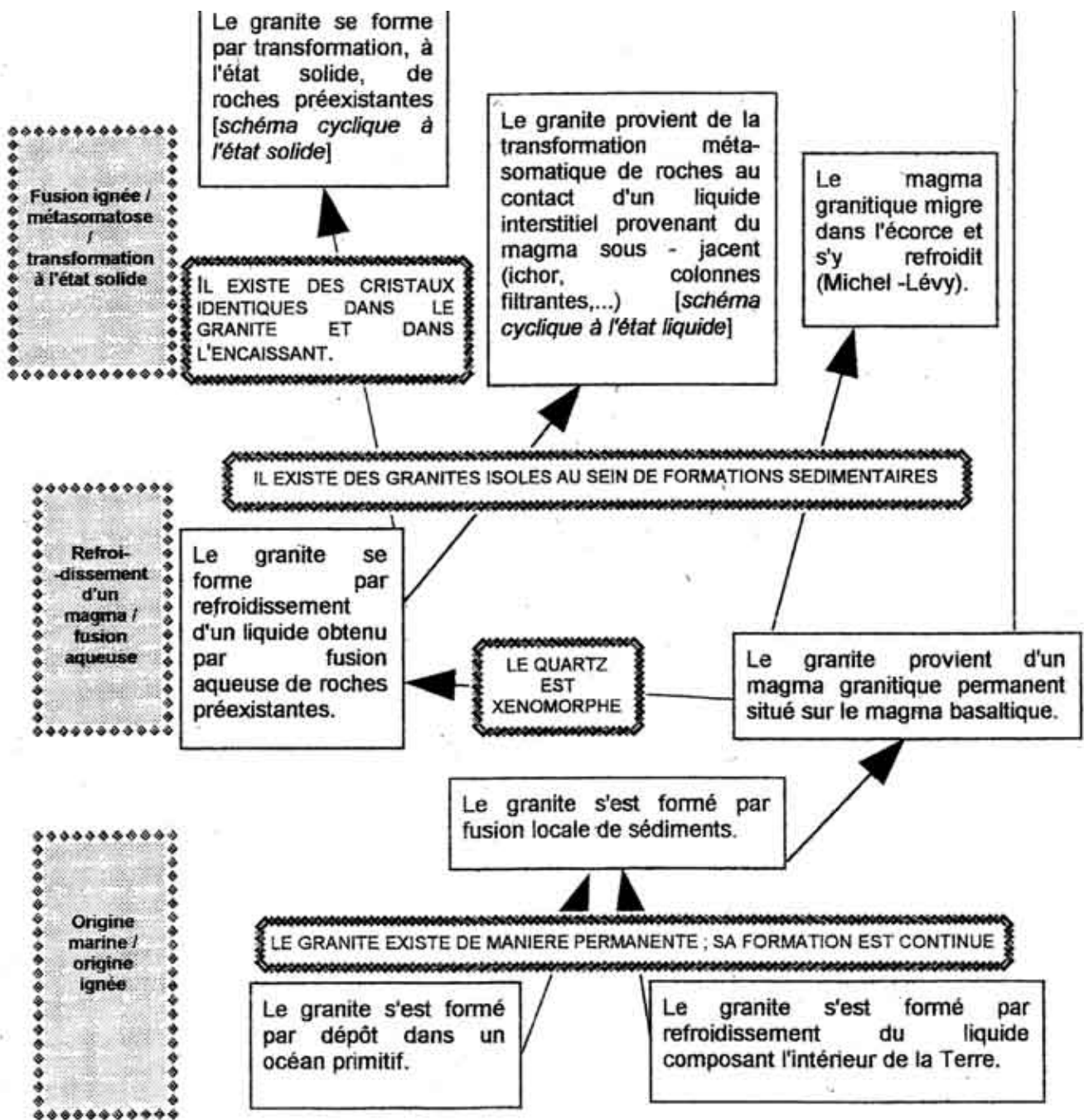


Diagramme résumant l'évolution des idées sur l'origine du granite depuis 1750.

Sur cette figure, les différents cadres délimités par un trait simple représentent les différentes explications formulées, les flèches indiquant les relations entre les différents énoncés. Les cadres délimités par des torsades correspondent à différentes observations par les nouvelles formulations. Les cadres gris, à gauche, représentent les alternatives successives.

Nous avons là deux explications opposées (origine ignée contre origine marine), bâties sur un même schéma : une représentation linéaire du déroulement des phénomènes géologiques. C'est le temps sagittal dont parle S.J. Gould (2).

Au niveau suivant apparaît [James Hutton](#) pour qui le granite provient de la fusion de roches préexistantes sous l'action de la chaleur souterraine, avant d'être injecté dans les couches sus-jacentes. Cela correspond à une double révolution par rapport aux idées précédentes :

- le feu (ou la chaleur), agent jusque-là destructeur, devient créateur de nouvelles roches ;
- le prétendu « primitif », formant le soubassement de l'écorce n'est en réalité formé que d'anciens sédiments fondus (3) ; il y a donc reprise des roches anciennes dans un nouveau cycle de formation et non formation continue de nouvelles roches (par refroidissement d'un liquide ou sédimentation dans un océan). C'est l'idée

d'un temps cyclique opposée à celle du temps sagittal (4).

Ainsi à ce niveau de l'histoire, le granite devient une roche qui se forme de manière continue par recyclage d'autres roches.

Un peu avant la moitié du XIXe siècle apparaît, avec [Fournet](#) et [Durocher](#) (5), la notion de magma, localisé sous l'écorce terrestre. Elle s'appuie sur des connaissances précises sur la chaleur de l'intérieur de la Terre (travaux de [Louis Cordier](#)). Les conditions thermodynamiques particulières qui y régissent permettent d'imaginer la présence de cette matière fondue. Deux magmas sont cités, l'un, granitique, superposé à un second, basaltique. Cela veut-il dire que, la théorie de Hutton aidant, Durocher et Fournet pensent que les roches anciennes ont été fondues en quantité suffisante pour donner naissance à ces enveloppes magmatiques ? Rien n'est moins sûr car, pour ces auteurs, le magma est juvénile. Le magma granitique a été injecté en premier à la surface de la planète ce qui, pour Durocher, explique le fait que les roches granitiques soient plus anciennes que les roches basaltiques. Le magma basaltique a, en effet, été expulsé après l'épuisement des réserves granitiques. On a donc là coexistence de deux idées : celle de magma, nouvelle, juxtaposée à un schéma sagittal que l'on pouvait croire disparu depuis les travaux de l'auteur écossais.

A la même époque, certains auteurs n'admettent pas l'origine ignée du granite. C'est la xénomorphie du quartz qui pose problème puisque, à partir d'un mélange fondu, ce minéral devrait cristalliser en premier et donc être automorphe. Il y a donc nécessité de proposer une explication capable de rendre compte de ce fait. On l'attribue à une fusion de roches préexistantes en présence d'eau (fusion aqueuse). Les partisans de cette théorie (tels [Théodore Virlet](#) d'Aoust et [Scheerer](#)) se placent ainsi dans un schéma cyclique du temps (6).

Au XXe siècle le débat se poursuit entre trois types d'explications nettement tranchées :

- . le granite a une origine magmatique (la variété des roches obtenues est liée soit à la contamination soit à la différenciation magmatique),
- . le granite provient de la transformation, à l'état solide, des roches préexistantes (c'est la thèse de [René Perrin](#) et [Marcel Roubault](#)),
- . le granite a une origine métasomatique (action de fluides minéralisateurs provenant des zones sous-jacentes sur les roches de l'écorce).

L'alternative ne se présente plus sous l'aspect cyclique/sagittal mais transformation à l'état solide contre fusion partielle ou totale de roches préexistantes. C'est la thèse magmatiste qui émergera avec les études expérimentales fusion/ recristallisation de minéraux (Tuttle et Bowen, [Wyart](#) et Sabatier, Winkler et von Platen). Elle sera nuancée avec les travaux sur la fusion anhydre. Toutefois la thèse solidiste ne sera pas vraiment réfutée.

Nous concluons ce rapide historique par trois remarques :

- Il y a rarement continuité entre les différents niveaux d'explication de la formation du granite. Nous ne sommes pas dans un schéma de théorie qui se constituerait par accumulation de connaissances. Il y a, au contraire, changements de système de pensée, intégration d'idées nouvelles, résurgence d'idées anciennes avec un statut différent : ainsi l'eau pour [Gottlob Werner](#) est le lieu de la sédimentation des composants du granite alors que, pour [Scheerer](#), elle est un élément permettant la fusion de roches préexistantes. Entre les deux, un changement de paradigme : l'idée de temps cyclique remplaçant celle de temps sagittal. Ces changements de paradigme rendent compte, a posteriori, des obstacles à l'évolution des idées. On en aura un autre exemple avec la tectonique globale : il sera difficile d'envisager un déplacement de masses continentales tant que le débat portera sur l'état de la matière (solide ou liquide) et non sur le comportement (ductile ou cassant) ;
- Ces blocages sont d'autant plus intéressants à analyser qu'il ne sont pas perçus par les chercheurs, plus ou moins enfermés dans un schéma qui fonctionne bien : l'origine sédimentaire du granite est en plein accord avec sa position à la base de toutes les autres roches. Pourquoi chercher une autre explication ?
- Le débat progresse dès qu'un nouveau problème apparaît, c'est-à-dire quand les connaissances ne paraissent plus suffisantes pour rendre compte d'une observation : c'est le cas de la théorie de la fusion aqueuse qui n'est explicitée qu'à partir du moment où la forme des cristaux de quartz ne peut pas être expliquée.

Le modèle de science qui apparaît ainsi n'est pas un modèle cumulatif mais plutôt un modèle de construction par rectification du savoir rendue nécessaire par les blocages résultant de nouvelles données (observations, études expérimentales, etc.). Nous retrouvons ici le concept de révolution scientifique décrit par Kuhn (7).

La démarche utilisée par ces chercheurs

Quand [James Hutton](#) réalise ses observations concernant l'origine du granite, le terrain n'est pas son point de départ.

Il ne pratique pas une démarche inductive mais déductive (8). Il considère en effet a priori que les sédiments qui proviennent de l'érosion des montagnes sont si importants en quantité que, depuis le temps qu'ils sont charriés par les fleuves, il ne devrait plus y avoir de montagnes. Or il y en a toujours. Cela signifie que les roches se reforment continuellement. Et [Stephen J. Gould](#) rapporte que le chercheur écossais n'avait, en tout et pour tout, réalisé qu'une seule observation de granite avant son exposé à l'Académie royale d'Edimbourg en 1785. Il considère que sa théorie est confirmée quand, plus tard, à Glen Tilt, il observe du granite discordant : c'est, pour lui, du granite injecté.

A propos du rôle du terrain dans l'argumentation d'une thèse, il est intéressant de noter comment [René Perrin](#) et [Auguste Michel-Lévy](#) utilisent les mêmes observations pour soutenir des thèses contraires. En 1893, celui-ci affirme, à propos d'échantillons recueillis dans le Massif de Flamanville (9) : « [...] nous avons recueilli au sud de la Grande Carrière quelques beaux échantillons des types par superposition, dans lesquels le mica noir, le pyroxène, le sphène des schistes voisins flottent dans un magma microgranitique ». En 1939, Perrin et Roubault affirment à propos d'observations réalisées au même niveau : « A vrai dire, ces phénomènes de bordure invoquent avant toutes choses ces superpositions et cristallisations successives dont nous avons déjà parlé et qui, pour nous, caractérisent des réactions dans le solide (10) ». Michel-Lévy part du principe que le granite a une origine magmatique : il interprète les différentes observations faites en Normandie en fonction de ce qu'il sait. De la même manière, Perrin et Roubault retrouvent dans la même roche tous les arguments leur permettant de rendre compte de la présence des différents constituants observés dans la roche. Les observations du terrain sont donc bien souvent interprétées à la lueur de la théorie à laquelle un chercheur adhère. Elles n'ont de sens que pour celui qui sait ce qu'il cherche. Les analyses de roches, de modes de gisement ne font souvent que conforter l'observateur dans sa théorie. Faut-il prendre cela pour une vérification ?

Quels apports pour la formation des enseignants ?

S'intéresser à l'histoire des sciences ne signifie pas que l'on cherche à retrouver chez les élèves la même évolution des idées que celle que l'on a pu reconstituer dans l'histoire. Ils ne sont pas de petits savants du XVIIIe ou du XIXe siècle : ils ne possèdent pas les mêmes fondements et les mêmes connaissances, ne partagent pas la même culture qu'un [Buffon](#), [Gottlob Werner](#) ou [Durocher](#).

Par contre, il est utile de faire prendre conscience, aux jeunes enseignants par exemple, que la différence entre l'élève et l'enseignant ne se réduit pas à une simple soustraction : somme des connaissances du second moins somme des connaissances du premier. Tout comme Werner ou Buffon avaient leur explication sur l'origine du granite, l'élève a ses propres explications sur les phénomènes qu'il étudie. L'enseignant doit donc être persuadé qu'il n'a pas en face de lui des esprits vierges mais des élèves qui ont leur propre système explicatif, conséquence de conceptions naïves du monde. Si Hutton avait face à lui une société avec des opposants accrochés à des thèses où se mêlaient, de manière rationnelle ou irrationnelle, des conceptions rigoureusement étayées et d'autres basées sur les récits de la Bible, l'enseignant exerce dans une classe qui, elle aussi, peut être considérée comme une société où rationnel et irrationnel se mêlent. L'histoire des sciences peut alors être un moyen de prendre conscience de l'intérêt d'analyser les connaissances initiales des élèves en ne cherchant pas à mesurer simplement l'écart avec le savoir savant mais en prenant le temps de rechercher comment elles fonctionnent (ce qu'elles expliquent et ce qu'elles n'expliquent pas).

Une deuxième conséquence pédagogique découle de la précédente : l'élaboration d'une théorie ne se fait pas forcément par accumulation de faits. Nous l'avons écrit précédemment en décrivant l'évolution des idées sur le granite. C'est d'une rectification du savoir des élèves qu'il faut parler, plutôt que d'une acquisition spontanée de connaissances nées de l'observation. C'est là que l'on peut trouver les raisons de l'échec partiel de certaines méthodes qui consistent à vouloir « faire parler » les roches. Un élève ne comprendra l'origine d'une roche, le mode de formation d'un gisement que par rapport à ce qu'il sait déjà. Ainsi justifiera-t-il l'existence de volcans par la présence de magma sous-jacent au nom du principe que la Terre est entièrement liquide à l'intérieur. Il ne ressentira pas la nécessité d'étudier la formation du magma puisqu'il sait qu'il existe. Par contre, mettre ce même phénomène en regard d'un manteau entièrement solide permet de poser un véritable problème scientifique et de créer une réelle motivation intellectuelle.

Le dernier intérêt de l'histoire des sciences que nous citerons est le travail sur la notion de preuve. On recommande souvent aux enseignants de privilégier le travail sur le terrain et je souscris volontiers à cette idée. Mais pour quoi faire ? L'exemple de la discussion entre les solidistes représentés par Roubault et surtout Perrin et les magmatistes tels que Michel-Lévy doit nous inciter à rester prudents et à considérer comme abusifs des raisonnements que l'on trouve dans certains ouvrages où la disposition du granite sur le terrain, la présence de cristaux sont autant de preuves de son passage par un état liquide. Nous avons vu la faiblesse de tels arguments pour imposer une explication. Il vaut mieux retenir de l'histoire que c'est plutôt un faisceau d'arguments qui permet de rendre une explication vraisemblable plutôt que vraie, c'est-à-dire capable d'expliquer un maximum de faits.

Conclusion

L'histoire des sciences est loin d'être une discipline anecdotique comme elle apparaît parfois. Elle est aussi à distinguer d'un simple énoncé de repères chronologiques. Son intérêt est tout autre : elle permet de prendre conscience des multiples changements de pensée qui se sont opérés dans l'évolution des idées. Nous en avons cité quelques-uns : schéma neptunien contre schéma plutonien, temps sagittal contre temps cyclique, magmatisme contre transformisme. Essayer de se mettre à la place d'un Perrin permet de se décentrer et de comprendre que tous les arguments développés n'ont souvent du sens que pour celui qui est convaincu. C'est sans aucun doute une lecture bachelardienne de l'histoire des sciences. Dans l'enseignement c'est plus souvent le professeur qui est convaincu, l'élève ne faisant souvent que restituer les connaissances sans avoir modifié ses propres conceptions c'est-à-dire sans avoir fait sa propre révolution scientifique.

Notes

- 1) GOHAU, G. (1990). Les sciences de la Terre aux XVIIe et XVIIIe siècles. Albin Michel, Paris, 420 p.
- 2) GOULD, S. J. (1987). Aux racines du temps. Trad. Fr., Grasset & Fasquelle, Paris, 1990 ; Rééd. Le livre de poche, Paris, 1997, 318 p.
- 3) ELLENBERGER, F. (1994). Histoire de la géologie. T. 2, Technique et Documentation, Lavoisier, Paris, 381 p.
- 4) GOULD, S.J., Op. cit.
- 5) DUROCHER, J. (1857). Essai de pétrologie comparée ou recherches sur la composition chimique et minéralogique des roches ignées, sur les phénomènes de leur émission et sur leur classification. Ann. Mines,. (5), 11, p. 217-259.
- 6) GOHAU, G. In : BONIN, B., DUBOIS, R., & GOHAU, G. (1997). Le métamorphisme et la formation des granites - Evolution des idées et concepts actuels. Nathan, Paris, 317 p.
- 7) KUHN, T. (1972). La structure des révolutions scientifiques. Flammarion, Paris, 246 p.
- 8) GOULD, S. J. Op. cit.
- 9) MICHEL-LÉVY, Aug. (1893). Contribution à l'étude du granite de Flamanville et des granites français en général. Bull. Serv. Carte géol. Fr. topogr. souterr., Paris, T. 5, n° 36, 41 p.
- 10) PERRIN, R. & ROUBAULT, M. (1939). Le granite et les réactions à l'état solide. Bull. Service Carte géol. Algérie, Alger, 5e série, Pétrographie, n° 4.