

CONTRIBUTION  
A L'ÉTUDE DES  
MOUVEMENTS MOLÉCULAIRES  
DANS LES  
ROCHES SOLIDES

PAR

**J. Macpherson**

PLANCHES IX ET X.

Le problème de la genèse des roches cristallines est si complexe qu'il me semble que tout fait pouvant jeter quelque lumière sur son éclaircissement, a toujours de l'intérêt.

Beaucoup de travaux ont déjà paru dans ces derniers temps, tant comme résultat de l'observation directe que de la méthode expérimentale, et de nombreux faits ont été apportés qui répandent un vif éclat sur les conditions dans lesquelles les diverses masses rocheuses qui composent l'écorce du globe se sont formées.

Il est un fait acquis, c'est que des masses, actuellement pierreuses, sont sorties, à l'état de fusion ignée, des cratères et des fissures volcaniques et que, par leur refroidissement, elles ont constitué divers types de roches cristallines.

Il est indiscutable aussi que des roches analogues se trouvent remplissant des fissures en relations plus ou moins directes avec des masses de même nature, plus profondément situées et ayant des caractères semblables aux premières. De plus on sait que, par la voie expérimentale, c'est-à-dire par le résultat d'une simple fusion, des matériaux similaires ont été produits.

Cette série de faits a très logiquement conduit le plus grand nombre des observateurs à considérer les roches cristallines comme le dernier terme du refroidissement d'un magma qui, à l'état de fusion, a été injecté des profondeurs dans les couches relativement superficielles de notre globe et où les divers éléments se sont successivement développés suivant les conditions sous lesquelles le refroidissement avait lieu.

Il est hors de doute, à mon avis, qu'une grande partie, et peut-être la plus importante, des roches cristallines est le résultat d'une pareille différenciation des divers éléments minéralogiques dans un magma à l'état de fusion; mais on observe souvent des phénomènes si contradictoire qu'il me semble qu'il y a souvent des cas dans lesquels il devient difficile d'admettre une pareille origine pour beaucoup de roches cristallines.

Il y a à mon avis des cas, et peut-être plus nombreux qu'on le croit, où une pareille origine est non seulement loin d'être démontrée, mais encore fort improbable.

Je ne désire pas pénétrer dans le fond de la question; je compte me borner seulement à signaler quelques faits que j'ai dernièrement étudiés et qui font voir que beaucoup des phénomènes qu'on observe dans les roches éruptives sont loin d'être exclusivement une propriété de celles-ci, mais se retrouvent aussi dans des matériaux que, dans aucun cas, on ne peut supposer comme ayant été fondus; faits qui font voir quelle complexité il existe dans le problème de la genèse des roches cristallines et comment, dans la nature, on arrive souvent au même point par des routes bien différentes.

Dans le Nord-Ouest de l'Espagne il existe une série de roches d'un haut intérêt pétrographique.

A la base des quartzites cambriens de cette partie du pays se trouve une grande épaisseur de schistes lustrés, que M. Barrois, dans son beau travail sur les terrains anciens des Asturies et de la Galice, a fait connaître sous le nom de *Schistes de Rivadeo*.

Dans certains endroits de cette région et surtout dans la lisière que ces roches forment autour de la masse rocheuse de la Galice, on trouve, avec une très grande fréquence, des débris de quartz et de feldspath empâtés dans les schistes; minéraux qui proviennent en toute probabilité de la masse ancienne cristalline sur laquelle ils reposent.

Ces débris, étrangers dans un certain sens à la masse schisteuse, se trouvent répartis avec une très grande irrégularité; dans certains cas, c'est à peine si l'on peut constater la présence de quelques petits grains

de quartz ou de feldspath ; mais dans d'autres, leur nombre augmente d'une manière extraordinaire, et alors les schistes se modifient au point de constituer non seulement de véritables arkoses, mais des conglomérats, même à gros éléments.

Le principal phénomène qui frappe l'observateur en parcourant ces lieux, c'est l'augmentation de l'état cristallin qu'apporte avec elle la présence de ces éléments étrangers à la masse phylliteuse.

Aux environs de Vivero, ville de la province de Lugo, au Nord de la Galice, les schistes cambriens affleurent en présentant une puissance considérable.

Toute la série de collines qui séparent cette ville du Ria del Barquero, situé sur le revers oriental de la pointe la plus septentrionale de l'Espagne, connu sous le nom de « La Estaca de Vares, » est formée par ces roches, qui présentent une série de phénomènes des plus intéressants.

Les schistes, à la sortie de Vivero, sont noirs luisants et de structure onduleuse, et il est rare de trouver la moindre parcelle de quartz ou de feldspath empâtée dans la masse phylliteuse.

Mais en suivant la route du Barquero on aperçoit bientôt des petits grains de quartz et de feldspath empâtés dans les phyllites.

Peu à peu ces grains deviennent de plus en plus nombreux et volumineux, et, à moitié chemin entre ces deux villes, ils deviennent si abondants qu'ils en arrivent à constituer la partie la plus importante de la roche.

A mesure que ce changement s'opère, on observe que les schistes deviennent de plus en plus cristallins et à un tel point que, très souvent, il devient difficile de savoir si l'on doit encore considérer la roche comme un simple schiste feldspathique ou arkose cambrienne, ou si l'on se trouve en présence d'une roche cristalline appartenant à la série archéenne.

Ce doute se trouve encore plus accentué en arrivant aux environs du Ria del Barquero et surtout à proximité du contact du système schisteux avec la masse granitique qui forme le promontoire de la Estaca de Vares.

En ce point, la roche devient tellement cristalline qu'il devient extrêmement difficile, si non impossible, dans certains cas, de pouvoir la séparer d'un véritable gneiss de la série archéenne.

Mais si l'intérêt de ces roches, observées sur le terrain, est grand, il l'est encore plus lorsqu'on étudie sous le microscope les détails de leur structure intime.

Alors il devient possible de suivre, dans leurs détails, toutes les

phases par lesquelles ces roches ont passé et tout l'ensemble des métamorphoses qu'elles ont subi et dans lesquelles on peut remarquer toute une série de phénomènes tout à fait analogues à ceux que nous sommes habitués à observer comme caractérisant d'une manière constante les roches éruptives.

En effet, en soumettant à un examen microscopique des plaques minces de ces roches provenant des divers points de leurs affleurements, tant de la Galice que de la province voisine de Zamora, on peut suivre dans leurs détails une série de faits de la plus haute importance.

Non seulement on peut observer, dans ses différentes phases, toute une série d'actions réciproques entre ce qu'on peut considérer comme la base fondamentale de la roche phylliteuse et les fragments des minéraux étrangers qui se trouvent empâtés, mais encore des effets dynamiques et chimiques extrêmement curieux.

Ces actions et réactions soulèvent non seulement la curiosité du pétrographe, mais peuvent expliquer dans beaucoup de cas la manière dont des effets analogues se sont produits dans des roches pour lesquelles toute idée de véritable fusion devient difficile à admettre.

Les deux extrêmes de cette série de roches sont bien d'une part une phyllite empâtant quelques débris de quartz et de feldspath, et d'autre part un micaschiste qui, par le plus ou moins grand développement du feldspath, se confond avec le véritable gneiss.

Le fait le plus intéressant qui, du simple examen de plaques minces de ces roches, saute aux yeux, c'est l'activité qui se développe entre la matière phylliteuse et les minéraux étrangers qui s'y trouvent empâtés.

Cette activité se manifeste de deux manières différentes et également intéressantes.

Dans l'une d'elles le quartz se trouve attaqué par le magma, d'une façon tout à fait analogue à ce qu'on observe dans les porphyres quartzifères.

Non seulement le magma phylliteux dissout le quartz, en le corrodant, mais il produit des pénétrations identiques à celles qu'on observe dans le quartz des porphyres quartzifères.

Dans la planche IX, fig. 1, 2, 3, 4 on peut voir la manière dont cette corrosion se manifeste et on verra que non seulement il se produit des effets de segmentation, mais des pénétrations de la substance phylliteuse dans l'intérieur de la masse quartzifère.

Ce procédé, par lequel le quartz tend à disparaître en se fondant dans la substance évidemment basique de la phyllite, est relativement rare dans les roches du Nord-Ouest de l'Espagne.

L'autre, peut-être plus intéressant encore, est celui qu'on observe comme phénomène dominant, et dans lequel le quartz non seulement ne disparaît pas, mais au contraire reste dans la roche tel qu'il s'y trouve et même augmente en quantité.

Dans ce cas la première phase du phénomène qu'on observe est la suivante; dans un grain de quartz empâté dans la substance phylliteuse et qui, à la lumière naturelle, paraît être de structure complètement homogène, dès qu'on l'observe entre les nicols croisés, on trouve que presque toute l'étendue du minéral est de structure homogène, mais que sur les bords il présente une auréole qui montre la structure en mosaïque propre au quartz granulitique.

Ce phénomène, qui s'observe ici à sa période initiale, pourrait très bien passer inaperçu ou encore être considéré comme un simple effet de pression, s'accroissant d'autres fois à un tel point qu'il devient général et que tout le quartz finit par passer de l'état granitique à l'état granulitique.

On observe toujours que la structure granulitique marche constamment de l'extérieur vers le centre et qu'au fur et à mesure qu'elle se développe, il se forme de petites paillettes de mica dans l'intérieur de la masse quartzifère.

En s'accroissant de plus en plus, ce phénomène montre que toute trace du quartz primitif granitique a disparu et quelquefois il ne reste comme témoins du métamorphisme accompli, que quelques petites plages à contours plus ou moins irréguliers, et tout fait croire que les plages quartzifères à structure granulitique que l'on trouve si abondamment répandues dans quelques-unes de ces roches ont eu la même origine.

Dans la planche IX, fig. 5, 6, et dans la planche X, fig. 1 on peut voir quelques exemples de ces phénomènes.

En étudiant avec attention ces transformations du quartz on rencontre beaucoup de faits extrêmement importants.

Je me bornerai seulement à décrire une de ces transformations, qu'on peut suivre dans ses différents phases dans une roche provenant du Ria del Barquero.

Cette roche a l'apparence d'un véritable gneiss, constitué par de grandes plages lenticulaires de quartz opalin, du mica noir et blanc en abondance et beaucoup de feldspath.

En étudiant ces plages de quartz au microscope, on voit qu'elles sont formées en grande partie par du quartz granulitique, mais présentant très souvent, à l'intérieur, des restes, à contours irréguliers, de quartz granitique à extinction homogène: phénomène qu'on perçoit très bien dans la fig. 1 de la planche X.

Mais le fait le plus curieux qu'on observe dans la partie de la plage à structure homogène, est qu'elle est remplie de petites aiguilles de rutile et que, au fur et à mesure que le mica se développe dans la partie granulitique, les aiguilles de rutile disparaissent, présentant un phénomène tout à fait inverse à celui qu'on observe souvent dans la décomposition des micas, où le rutile se forme à leurs dépens.

En effet, quand on regarde une de ces grandes plages de quartz avec un grossissement suffisant, on observe la partie centrale remplie de rutile; minéral qui persiste, quoique plus volumineux, dans la première auréole granulitique pauvre en mica, tandis que dans la troisième auréole, riche en mica, le rutile disparaît tout à fait.

Les altérations du feldspath sont aussi extrêmement remarquables.

Dans les deux processus cités ci-dessus leurs manières de s'altérer sont aussi différentes.

Dans celui qui correspond au premier cas, le feldspath paraît simplement se briser sur place en devenant opaque et se dissout dans la matière phylliteuse, dans laquelle se développe de la chlorite, de sorte que très souvent il résulte des roches qu'il est difficile de pouvoir séparer — lorsqu'elles sont en plaque mince — des porphyres quartzifères, comme on peut voir dans la planche X, fig. 6.

Dans le processus qui correspond à la formation du quartz granulitique il devient également opaque, mais en se transformant en grande partie en mica blanc avec du quartz.

En effet, en étudiant les grands cristaux de feldspath de ces roches entre les nicols croisés on voit qu'ils possèdent encore une action assez énergique sur la lumière polarisée; mais en employant des grossissements suffisants, on voit qu'ils sont remplis de paillettes extrêmement minces de mica blanc.

Quand l'altération est plus profonde, alors on voit qu'il se développe aussi une quantité considérable de quartz granulitique, qui forme des plaquettes et des filonnets dans l'intérieur de la masse feldspathique; le mica se trouvant comme noyé dans la matière pulvérulente qui en résulte.

Tandis que cette série de phénomènes a lieu dans l'intérieur du feldspath, on voit que sur ses bords les paillettes de mica ont une tendance très marquée à se souder et en même temps on observe qu'au contact avec la substance phylliteuse elle s'altère, devient obscure, tend vers une épigenèse et passe au mica noir en formant des membranes qui s'adaptent sur les fragments de feldspath qui n'ont pas encore été totalement détruits, comme on peut voir dans la planche X, figure n° 2.

Simultanément avec ces changements dans le quartz et le feldspath, on observe que la substance phylliteuse tend à disparaître et à être remplacée par du quartz granulitique et du mica noir, à un tel point que quelquefois il devient même difficile de découvrir des traces de la substance phylliteuse au milieu du magma nouvellement formé.

Un des faits qu'on observe dans ces roches et qui a, à mon avis, une certaine portée, c'est la manière dont se fait la segmentation du feldspath, ainsi que la direction dans laquelle les éléments minéralogiques nouveaux se sont développés.

Quelquefois la segmentation du feldspath se fait d'une manière irrégulière, mais d'autres fois il existe une tendance extrêmement marquée, dans la segmentation, à se faire normalement à la stratification de la roche. Dans ce cas, le plus général, on observe qu'à travers les fissures du feldspath le quartz y pénètre sous forme de filonnets granulitiques et dans ceux-ci se développe du mica noir en abondance; et le cas le plus remarquable c'est que le développement se fait avec le clivage basique parallèle à la stratification, comme on peut s'en faire une idée dans la planche X, fig. 4.

Dans quelques échantillons de ces roches, on peut voir d'une manière très nette, ce phénomène de pénétration normale à la stratification.

Dans la figure 3 de la planche X on peut voir une foule de petits filonnets de quartz, qui ont pénétré à travers le feldspath et gardant toujours un parallélisme très marqué.

Mais le fait le plus remarquable que ces filonnets présentent, c'est que dans la direction de leur prolongation on observe, à travers le quartz, d'innombrables traînées d'inclusions liquides; et si on regarde le quartz avec attention, on voit que, en dehors de ces inclusions, qui ont une direction déterminée, il y en a d'autres qui n'ont pas d'orientation constante.

Quelquefois ces inclusions normales à la stratification sont si évidentes qu'elles sautent aux yeux et donnent à la roche un cachet fort remarquable, comme on peut s'en faire une idée dans la fig. 5 de la planche X.

Il me semble que la manière de se segmenter des éléments empâtés dans la masse phylliteuse et celle dont les substances nouvelles paraissent avoir pénétré dans la roche, avec le fait du développement longitudinal des minéraux dans une direction rectangulaire à la première, présentent une certaine portée. Si ces roches, comme toutes celles de la contrée, ont été soumises à l'effort tangentiel dans le processus orogénique, il est, à mon avis, hors de doute que normalement à cette

direction, il y avait un maximum de pression ; et si les couches soumises à l'effort tangentiel ont perdu leur horizontalité primitive, ce maximum de pression doit avoir concordé plus ou moins avec la normale à la sédimentation primitive.

Dans ce cas il devient probable que les pénétrations des substances nouvelles se sont faites en suivant la direction du maximum de pression, tandis que le développement des minéraux nouveaux s'est fait en suivant le plan normal, direction dans laquelle la pression était à son minimum.

Des faits que nous venons rapidement d'examiner il découle que dans un ensemble de schistes dans lesquels il y a des couches où il se trouve des débris de quartz et de feldspath empâtés, il peut se produire, entre la roche et les éléments empâtés, une série de réactions mutuelles de la plus haute importance.

Nous avons vu se développer deux séries d'actions réciproques, du moment que ces roches ont été soumises à l'action des forces orogéniques.

Dans l'une, comme résultat de la trituration et de la dissolution du quartz et du feldspath dans le magma phylliteux, il s'établit un passage évident à des roches d'aspect tout à fait porphyroïde.

Dans l'autre série de réactions, au contraire, par la formation du quartz granulitique aux dépens du quartz granitique, par l'altération du feldspath, par la génération du mica blanc et par l'épigénie de celui-ci en mica noir au contact du magma, il se forme un passage à de véritables micaschistes et aussi à de véritables gneiss, s'il est resté une quantité suffisante de feldspath non altéré.

Un autre fait qui paraît découler de l'ensemble des phénomènes qu'on observe dans ces roches, c'est la diminution de l'élément alcalin et sa substitution probable par de la magnésie et du fer.

Mais le fait qui a encore une importance plus capitale, c'est que cette série de réactions et de mouvements moléculaires ont eu lieu nécessairement dans des roches qui, évidemment, n'ont pas été fondues, et dont l'état de plasticité n'a probablement pas dépassé celui des schistes intercalés qui les accompagnent, le tout ayant subi les mêmes effets mécaniques.

Ces faits démontrent une fois de plus, non seulement la possibilité de produire un puissant métamorphisme dans un système de roches sédimentaires sous l'effort des forces orogéniques, mais encore que certaines couches peuvent être soumises aux mêmes efforts sans subir d'altération notable, tandis que d'autres, par l'effet même de ce

qu'elles contiennent dans leur masse des éléments chimiquement actifs, peuvent éprouver des métamorphoses profondes.

Une série de faits analogues peut aussi être étudiée dans les conglomérats cambriens de la Sierra Morena, en Andalousie.

Dans ma description de la partie Nord de la province de Séville, j'ai décrit la série des roches qui accompagnent les conglomérats cambriens entre Malcocinado et Guadalcanal, et les difficultés qu'il y a de séparer, même sous le microscope, les diabases intercalées des tufs qui les accompagnent.

Ici, à l'inverse de ce qui s'observe dans les roches du Nord-Ouest de l'Espagne, les phénomènes de corrosion et de dissolution du quartz et du feldspath sont prédominants et, au lieu de la formation du mica blanc et noir, c'est de la chlorite qui se forme, et naturellement au lieu de la formation de micaschistes qu'on observe dans la Galice, ce sont des schistes chlorités qui en résultent.

Il y a certainement une coïncidence bien remarquable dans le fait que la prédominance de ces deux séries de réactions différentes coïncide, pour la Galice, avec une prépondérance d'éruptions granitiques et pour la Sierra Morena, avec un développement extrêmement remarquable de roches basiques; comme si, dans l'effort orogénique, il existait un étroit rapport entre les manifestations profondes et les réactions qui avaient lieu à une distance relativement faible de la surface.

Si de ces altérations qui ont lieu dans des roches franchement sédimentaires et dans lesquelles rien n'autorise à supposer qu'elles sont passées par un état de véritable fusion, nous passons aux changements qui se produisent dans les roches éruptives après leur solidification, nous constaterons encore des faits bien intéressants.

Sans m'arrêter sur toute la série des phénomènes secondaires bien connus, tels que l'uralitisation de l'augite, la serpentinitisation du péridot, les divers produits de l'altération du fer, etc., je vais simplement me borner à signaler certains faits relatifs au développement de l'épidote dans quelques roches de la Sierra Morena.

Dans certaines régions de cette contrée montagneuse, et surtout dans la partie qui correspond aux provinces de Cordoue et de Séville, il y a une série de roches porphyriques extrêmement riches en épidote, à un tel point même que quelquefois, en étudiant la province de Séville, j'ai cru nécessaire d'en faire un groupe à part.

Ce groupe est parfois formé par des granophyres et d'autres fois par de véritables porphyres quartzifères, et le tout constitue un ensemble

qui commence par être simplement moucheté par de l'épidote et finit par être exclusivement formé par ce minéral et par du quartz.

Il suffit d'une étude même superficielle de ces roches pour se convaincre que l'épidote est un produit secondaire de l'altération du feldspath.

Comme confirmation de cette genèse, je ne connais pas de plus bel exemple que celui qui s'observe dans un porphyre qui affleure dans la Sierra de Los Santos, à l'Ouest d'Espiel, dans la province de Cordoue.

Ce porphyre est formé par une pâte assez homogène, de couleur rouge brique, avec de nombreux cristaux de feldspath porphyriquement empâtés et d'un peu de quartz.

La plupart des cristaux de feldspath sont tachetés de vert par de l'épidote et, en étudiant la roche en plaques minces, au microscope, on voit que dans presque tous ces cristaux, il y a, engagés dans la masse, des fragments de diverses grandeurs d'épidote, à un tel point que quelquefois, la totalité de la substance feldspathique a été remplacée par ce minéral.

Dans ces pseudomorphoses, où l'épidote remplit tout l'espace primitivement occupé par le feldspath, le minéral nouvellement formé conserve la forme cristalline du feldspath d'une manière extrêmement nette; et quelquefois même on voit des mâcles de Carlsbad qui ont été remplacées par de l'épidote, tout en conservant la trace du plan d'assemblage parfaitement distincte.

Dans ce porphyre, non seulement l'action secondaire de la genèse de l'épidote est clairement démontrée, mais encore il est acquis que dans le cas où cette genèse a eu lieu, la roche était déjà à un état de consolidation tel que le feldspath comme on le trouve aujourd'hui.

Dans l'étude détaillée de tous ces porphyres épidotifères, on peut voir de même que, non seulement l'épidote est un produit secondaire formé aux dépens du feldspath, mais que dans le cas où cette altération a été poussée à ses dernières limites, il ne reste, dans la nouvelle roche qui en résulte, que du quartz et de l'épidote.

Il me semble forcément que, pour arriver à cet extrême, il faut non seulement que de la chaux ait remplacé toute la potasse et la soude du feldspath, mais encore que les relations quantitatives de la silice des minéraux en présence aient changé de fond en comble.

Si, comme tout porte à le croire, ces actions secondaires se sont produites quand les roches étaient déjà à l'état solide, il me semble que leur enseignement ne peut être méprisé.

Pour expliquer toute la série des réactions qu'on observe dans ces

porphyres, il faut admettre non seulement une série de mouvements moléculaires au sein même de la masse pierreuse, mais un transport extrêmement remarquable de substance vers le dehors.

De nouveaux exemples d'altérations secondaires dans des roches déjà solides ne feraient qu'élargir inutilement les limites de cette note; je crois que cet exemple suffit pour faire voir quelle peut être l'importance de ces actions secondaires, qui se font à l'intérieur d'une masse rocheuse déjà solide, pour expliquer la genèse de beaucoup de roches, dans des conditions qui peuvent varier à l'infini.

Dans ces porphyres de la Sierra Morena, les altérations se sont faites sur une échelle si énorme et les limites extrêmes de ces altérations sont si souvent atteintes, que si par hasard on se trouvait en présence de masses rocheuses formées exclusivement par du quartz et de l'épidote semblables à celles d'où il vient d'être question, mais où toute trace du passage intermédiaire aurait disparu, on serait fort embarrassé pour pouvoir se décider au sujet de leur véritable origine et ce n'est que par analogie qu'on serait en état d'affirmer que ces roches sont simplement des produits secondaires et non des produits primaires.

De l'ensemble des faits que nous venons d'étudier, une chose me paraît hors de doute : c'est que *des mouvements moléculaires de la plus haute importance peuvent avoir lieu dans des roches sinon solides, au moins dans lesquelles l'état de plasticité n'a rien de comparable avec celui qui est propre à une véritable fusion.*

Nous avons vu encore que des phénomènes et des modifications de structure, qu'on a regardés souvent comme une propriété exclusive des roches éruptives, peuvent se développer aussi dans des roches sédimentaires comme résultat du simple jeu des forces orogéniques.

On a vu aussi que dans cette série de métamorphoses, des échanges moléculaires se sont établis avec le dehors et comme résultat, la roche a non seulement changé de structure et de facies, mais sa composition même s'est modifiée et de nouveaux minéraux se sont développés à la place des anciens, faisant voir le constant travail protéique qui s'opère dans le grand laboratoire de la nature. Ces faits montrent avec quelle prudence il faut avancer dans la tâche de découvrir la vraie origine des roches cristallines.



## EXPLICATION DE LA PLANCHE IX

---

- FIG. 1. — Grain de quartz à structure granitique, corrodé et pénétré par le magma phylliteux. — Province de Zamora. — *Phot. à la lumière naturelle.*
- FIG. 2. — Morceau longitudinal de quartz granitique corrodé et entamé par la substance phylliteuse. — Province de Zamora. — *Phot. à la lumière naturelle.*
- FIG. 3. — Débris de quartz segmenté et pénétré par la substance phylliteuse et montrant un pointement qui ressemble à la forme régulière du rhomboèdre. — Province de Zamora. — *Phot. à la lumière naturelle.*
- FIG. 4. — Petite lentille de quartz, à extinction homogène, pénétré par le magma phylliteux. — Province de Zamora. — *Phot. à la lumière naturelle.*
- FIG. 5. — Masse lenticulaire de quartz à structure homogène. — Province de Zamora. — *Phot. à la lumière naturelle.*
- FIG. 6. — La même masse lenticulaire de quartz vue à la lumière polarisée et montrant la structure granulitique à l'extérieur et la structure granitique dans la partie centrale. — Province de Zamora. — *Phot. entre nicols croisés.*
-



FIG. 1.



FIG. 2.

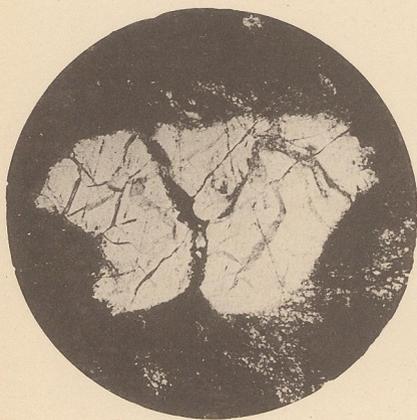


FIG. 3.

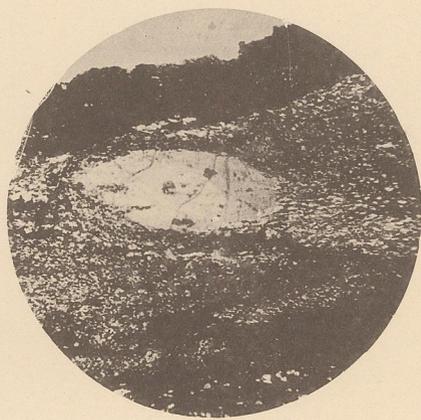


FIG. 4.



FIG. 5.



FIG. 6.

MACPHERSON. — MOUVEMENTS MOLÉCULAIRES DANS LES ROCHES SOLIDES.

## EXPLICATION DE LA PLANCHE X

---

- FIG. 1. — Masse de quartz à structure granulitique, mais montrant à l'intérieur des plages à extinction homogène. — Rio du Barquero. — *Phot. à la lumière polarisée, nicols croisés.*
- FIG. 2. — Masse de feldspath avec des membranes de mica s'adaptant à ses contours — Rio du Barquero. — *Phot. à la lumière naturelle.*
- FIG. 3. — Masse de feldspath, traversée, à la partie inférieure, par des fissures normales à la stratification, remplies de quartz et montrant, à la partie supérieure, des traînées d'inclusions traversant le quartz, avec la même direction. W. de Vivero. — *Phot. à la lumière naturelle.*
- FIG. 4. — Masse arrondie de feldspath, traversée par un filon de quartz normal à la stratification et dans lequel le mica s'est développé parallèlement à la stratification. — Province de Zamora. — *Phot. à la lumière naturelle.*
- FIG. 5. — Lentille de quartz corrodée et traversée par des fissures et par des traînées d'inclusions normales à la stratification. — W. de Vivero. — *Phot. à la lumière naturelle.*
- FIG. 6. — Masse de feldspath, brisée et corrodée sur place, avec chlorite se développant dans les fissures. — Province de Zamora. — *Phot. à la lumière naturelle.*
-



FIG. 1.



FIG. 2.



FIG. 3.



FIG. 4.

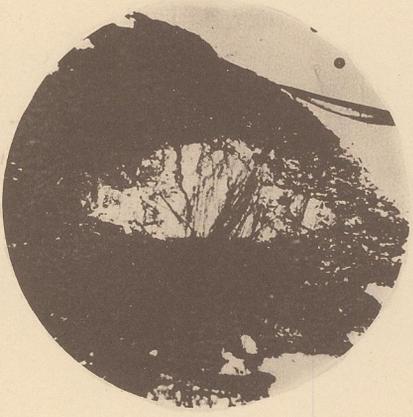


FIG. 5.

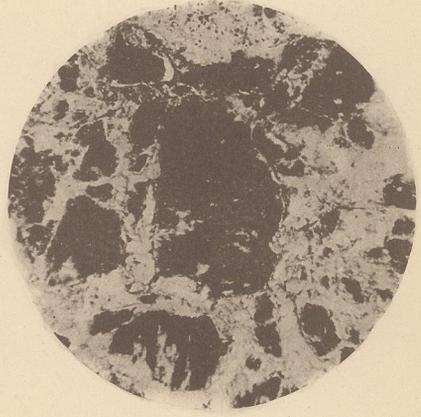


FIG. 6.

MACPHERSON. — MOUVEMENTS MOLÉCULAIRES DANS LES ROCHES SOLIDES.