

BULLETIN
DE LA
SOCIÉTÉ
DES
SCIENCES NATURELLES
DE L'OUEST DE LA FRANCE

fondée le 27 février 1891

DEUXIÈME SÉRIE

TOME VI

PREMIÈRE PARTIE

1906

Secrétariat au Muséum d'Histoire Naturelle

DE

NANTES

LA

Météorite de Saint-Christophe-la-Chartreuse

ROCHESERVIÈRE (Vendée)

5 Novembre 1841

Par M. A. LACROIX

Grâce à son directeur, M. Louis Bureau, le Muséum d'histoire naturelle de Nantes est entré en possession d'une pièce d'un grand intérêt scientifique, d'une météorite pierreuse, qui, tombée en 1841 dans une petite localité de la Vendée, était restée depuis cette époque dans une famille du pays, sans avoir été, jusqu'à présent, l'objet d'aucune description minéralogique.

Ainsi qu'on le verra plus loin, l'authenticité de cette météorite n'est pas douteuse. Elle a figuré en 1866 à l'Exposition de Géographie de Nantes ; dès cette époque, M. Bureau avait obtenu de son propriétaire, M. Olivier Mercier, la promesse qu'elle serait un jour donnée au Musée de Nantes. Peu après, M. Mercier mourut ; mais à la suite du décès de sa mère, survenu en septembre 1894, l'échantillon précieux entra dans la collection minéralogique de la ville de Nantes, en vertu d'un legs.

M. Louis Bureau ayant bien voulu m'offrir d'étudier cette météorite, j'ai accepté avec plaisir cette proposition, dont je tiens à remercier notre distingué confrère.

I. — Historique de la chute

Les particularités de la chute de cette météorite ont été relatées ainsi qu'il suit dans le numéro du 24 novembre 1841 (1) de l'*Echo du Monde Savant* :

« Vendredi 5 de ce mois, un globe de feu d'une clarté éblouissante et accompagné d'une forte détonation a été vu traversant l'espace avec une grande vitesse dans les environs de Bourbon-Vendée. Le bruit s'est aussitôt répandu qu'un événement extraordinaire avait eu lieu dans le pays et on a même dit que l'Île-d'Yeu avait été engloutie. On a appris depuis que le météore, vu dans les environs de Bourbon, avait été remarqué sur plusieurs autres points de la contrée et notamment à Roche-Servière, où il a été suivi de la chute d'une pierre qui est tombée près de plusieurs cultivateurs effrayés, dans un champ du village de Saint-Christophe, en y faisant une excavation de 12 à 15 centimètres de profondeur. Cet aérolithe, qui pèse 5 kilogrammes et demi, ressemble à une pierre calcinée. Cette pierre qui dans l'intérieur paraît formée de fer, de soufre, et de silice, a été recueillie par M. Mercier (des Lucs) qui se propose de la soumettre à une analyse chimique. »

J'ai vainement cherché dans les journaux de l'époque d'autres informations sur cette chute : la note en question est certainement l'origine de la mention qui en a été faite par divers auteurs (2).

(1) Le 21 juin de la même année, une météorite était tombée à Château-renard, dans le Loiret.

(2). P. Partsch. *Die Meteoriten*. Wien, 1843, 144 ;
G. von Boguslawski. *Pogg. Ann. Ergz.* Bd. IV. 1854, 366 ;
Harris. *The chemical constitution and chronological arrangement of meteorites*. Göttingen, 1859, 88 ;

Buchner. *Die Meteoriten in Sammlungen*. Leipzig 1863, 67 :

Daubrée a consacré quelques lignes à cette chute (*C. Rendus*, CXI, 1880, 30), sans donner l'origine de ses informations ; il indique que l'échantillon est encore entre les mains d'un habitant du pays, qui ne veut ni le montrer ni en laisser détacher un fragment. Il n'est pas possible de savoir quelle est l'origine de la date, 6 septembre, qu'il donne et qui est certainement inexacte ;

Dès qu'il fut en possession de cette météorite, M. Louis Bureau partit à Rocheservière, afin de rechercher s'il n'existait pas encore quelques témoins de sa chute ; il fut assez heureux pour en retrouver un et voici les renseignements qu'il a pu recueillir de la bouche de celui-ci. Ils ont été consignés dans une note intitulée » *Météorite du château de Grammont, commune de Rocheservière, Vendée* » (1).

« Le 12 juin 1895, je me rendis au château de Grammont où m'attendait François Douillard, le cultivateur près de qui eut lieu la chute de la météorite, cinquante-quatre ans avant, et qui en fut le premier possesseur.

« Douillard, âgé de 77 ans, au moment où je le vis, est un homme de petite taille, plein de santé et très alerte. Il me raconta qu'étant encore au travail, une heure après le coucher du soleil, il entendit, arrivant avec une vitesse extraordinaire, de la direction de Legé, c'est-à-dire de l'Ouest, un sifflement effrayant suivi d'une formidable explosion et d'une chute qui se produisit à 100 ou 150 mètres de lui. Au dire de Douillard, il n'y eut pas de traînée lumineuse et la détonation fut entendue aux Lucs.

« Ce ne fut que le lendemain, à une heure de l'après-midi, que Douillard retourna sur le lieu où s'était produite la chute. La météorite était tombée sur la commune de Rocheservière, à 200 mètres de la limite de celle des Lucs, dans un clos de vigne nommé le Fief-de-l'Etendard, à 80 mètres environ du moulin à vent actuel de Saint-Christophe et à 200 mètres de l'ancienne église du même nom.

« Elle avait touché terre dans le fond d'un sillon, séparant deux planches de vigne, appartenant l'une à M^{me} Guichet, de

depuis lors, elle a été substituée à la date réelle, dans les Catalogues de météorites qui en font mention ; c'est-à-dire dans la *Verzeichniss der Meteorite in k. k. naturhist. Hofmuseums. Wien.* ; dans le livre de Walter Flight. *A chapter in the history of meteorites.* London. 1887, 171 et dans celui de M. Wülfing : *Die Meteoriten in Sammlungen* 1897, 300.

(1) *Bull. Ass. franc. Avanc. Sc.* 1898, 330-332.

la Bernardière, l'autre à M. Volland, de Legé, et gisait près d'un trou de 0^m 30 de profondeur, qu'elle avait creusé dans sa chute, mais dont elle était sortie.

« François Douillard emporta la météorite qui lui avait causé une si grande frayeur, et la vendit au docteur Mercier, propriétaire du château voisin de Grammont.

« Un petit fragment, détaché au moment de la chute, se trouvait à un mètre environ de la météorite. Il fut porté à la Bernardière, maison bourgeoise voisine, et remis à M^{me} Guichet. Depuis, il a été divisé en deux morceaux qui sont devenus la propriété de M. le docteur Moreau, à Rocheservière et de M. Tessier, pharmacien à Legé.

« Des contestations ne tardèrent pas à s'élever au sujet de la propriété de la météorite acquise par M. Mercier. M. Volland et M^{me} Guichet revendiquèrent leurs droits sur ce bolide qui, par hasard, avait touché, dans sa chute, la ligne limite de leurs propriétés respectives. Leurs négociations n'ayant pas abouti, ils résolurent d'en appeler en justice et ce fut M. Volland qui intenta à M. Mercier, un procès dont le jugement fut rendu par le Tribunal de la Roche-sur-Yon, à cette époque Bourbon-Vendée.

« Le Tribunal déclara la demande de M. Volland mal fondée, et le docteur Mercier resta ainsi possesseur de la météorite qui figure aujourd'hui au Musée de Nantes ».

En raison de la singularité de la contestation à laquelle a donné lieu cette météorite, je crois intéressant de reproduire *in-extenso* le texte de ce jugement, qui sert de pièce d'identité à l'échantillon qui fait l'objet de ce mémoire (1).

« Considérant que la pierre dont il s'agit au procès est une aérolithe qui, évidemment avant sa chute sur notre globe n'était la propriété de personne, et que Volland, qui ne prétend point en avoir jamais eu la détention réelle, la

(1) Ce texte a été publié déjà par CAVOLEAU, dans la *Statistique du département de la Vendée*. Paris, 1844, 380.

réclame à titre d'accession comme propriétaire de la portion du sol que la pierre en tombant a touchée, et sur laquelle elle est demeurée fixée ;

« Considérant que Mercier, sans reconnaître ce dernier fait, qu'il dénie au contraire, soutient qu'il est indifférent au procès, puisque la pierre n'ayant, avant sa chute, appartenu à personne, doit appartenir, selon lui, au premier occupant, ou à l'inventeur au lieu et place duquel il se met, ainsi qu'il vient d'être dit ;

« Considérant, en droit, que notre législation actuelle reconnaît comme la législation romaine, l'existence de choses qui n'ont jamais eu de maître, ou dont le maître n'est pas connu ;

« Considérant que, parmi ces choses, le plus grand nombre est susceptible d'une propriété privée ; qu'il faut donc rechercher *a priori* à qui cette propriété doit être attribuée, sauf toutefois, lorsqu'il s'agit d'un objet perdu, la restitution au premier maître qui se fait connaître avant le temps requis pour la prescription ;

« Considérant que la première idée qui se présente, c'est que les choses doivent appartenir au premier qui les a trouvées et s'en empare : c'est le droit d'occupation, celui qui doit, dans l'ordre naturel, avoir précédé tous les autres, droit dont l'état social a dû modifier l'exercice, et restreindre, dans certains cas, les effets, mais sans jamais l'abolir complètement, ainsi que le prouve l'attribution faite, sans difficulté, au chasseur et au pêcheur de la propriété des animaux sauvages et poissons qu'il a tués ou pris, même sur le terrain d'autrui, pourvu que ces animaux fussent dans leur état de liberté native ; que les dispositions légales qui excluent ce moyen d'acquérir pour les animaux captifs ou apprivoisés en quelque sorte, et fixés sur le sol où ils ont adopté la retraite que l'homme leur a préparée, sont elles-mêmes une confirmation de ce droit, puisqu'elles reposent évidemment sur une occupation première, manifestée, autant qu'il est possible, par la construction des ruches, colombiers,

garences ou étangs, dans lesquels ces animaux se retirent ou sont retenus ;

« Considérant que la seule modification importante apportée à ce droit est relative aux immeubles, qui sont, sans difficulté, attribués à l'Etat, et cela pour éviter les querelles incessantes que pourrait occasionner la prise de possession de ces objets, possession qui, ne pouvant être matérielle, serait sujette à de graves débats qui ne sont pas autant à redouter à l'égard des meubles, dont la possession n'est presque jamais que le résultat d'une détention effective et annuelle ; que c'est en ce sens qu'il faut entendre ce que certains orateurs du Gouvernement ont dit de la suppression du droit d'occupation ;

« Considérant que la seule exception plausible par laquelle on puisse combattre, dans l'intérêt d'un particulier, ce droit de premier occupant, est celle résultant du droit d'accession, par suite duquel on prétend, comme le fait Vollar, que l'objet vacant et sans maître devient la propriété de celui sur le sol duquel il est trouvé ;

« Considérant que, pour apprécier le mérite de cette exception il faut bien se fixer sur la valeur des termes dont s'est servi le législateur, en disant que le droit d'accession est le droit du propriétaire sur tout ce qui s'unit et s'incorpore à la chose ;

« Considérant que ces mots *s'unit* et *s'incorpore* ne peuvent raisonnablement s'entendre d'une simple superposition, mais bien d'une cohésion qui ne fait qu'un seul et même objet de l'accessoire et du principal, cohésion telle qu'il en résulte une augmentation de valeur permanente ou périodique tant qu'elle subsiste, et qu'on ne puisse faire cesser sans que cette valeur ne soit plus ou moins sensiblement diminuée ;

« Considérant que ces conditions, qui paraissent essentielles pour constituer le droit d'accession, ne se rencontrent aucunement dans l'espèce ; car on ne peut pas dire que l'aérolithe dont il s'agit se soit unie et incorporée au champ de Vollar de façon à ne faire qu'un seul tout avec lui, et en ait,

en quoi que ce soit, augmenté la valeur intrinsèque ni les produits périodiques ;

« Considérant qu'à la vérité on doit reconnaître que les pierres des carrières ou autres qui se trouvent dans un champ en sont l'accessoire, parce que ces pierres, faisant partie intégrante de notre globe, avec lequel et pour lequel elles ont été créées dès le principe, font aussi, par voie de conséquence, partie des champs sur lesquels elles ont été placées ; mais qu'on ne peut en dire autant de l'aérolithe, qui est d'une nature toute différente et étrangère à la terre, où elle n'est arrivée que par suite d'un accident qui l'a précipitée du lieu de son origine ; que cette aérolithe ne s'identifie pas plus avec le terrain sur lequel elle est tombée que ne le ferait une montre ou tout autre objet précieux ou non qu'un voyageur y aurait perdu, et jamais personne n'a prétendu qu'un objet de cette nature fût uni par voie d'accession au champ sur lequel il a été trouvé ;

« Considérant qu'une pareille prétention aurait pour résultat de détruire complètement le droit d'inventeur, qui est reconnu par nos lois, et s'exerce sur toutes choses vacantes et sans maîtres, soit qu'on attribue la propriété à l'inventeur, soit qu'on l'attribue à l'Etat, si, contre la décision ministérielle du 3 août 1825, on y veut faire régir ce droit d'inventeur par les dispositions des articles 3 de la Loi du 1^{er} décembre 1750, 539 et 713 du Code civil.

« Considérant que, envisagé sous ce dernier point de vue, la demande du sieur Vollard ne serait pas mieux fondée, puisqu'il n'aurait aucun droit à réclamer entre les mains d'un tiers un objet dont la propriété appartiendrait à l'Etat ;

« Considérant que la distinction que l'on veut faire entre les choses qui n'ont jamais eu de maître et celles qui ont été perdues est sans fondement ; car dès que le maître de la chose perdue ne se représente pas, après les formalités remplies et le temps accordé pour qu'il se fasse connaître, la chose rentre dans la classe de celles qui n'ont appartenu à personne, et doit être régie par les mêmes principes ;

« Considérant que ce serait avec aussi peu de fondement que l'on soutiendrait que l'on ne peut acquérir, par droit d'occupation, la propriété de l'objet trouvé sur le terrain d'autrui, parce que l'introduction sur ce terrain est une sorte de délit, ou tout au moins un quasi-délit, qui ne peut servir de base légitime à l'acquisition de la propriété ;

« Considérant en effet qu'il est impossible d'assimiler raisonnablement à une violation de domicile, ou à l'introduction clandestine dans la maison d'un citoyen, l'action, fort innocente en elle-même, d'entrer dans un de ses champs non clos, et en dehors de son habitation, tant qu'il n'a point manifesté l'intention de s'y opposer ;

« Par ces motifs, le Tribunal déclare la demande de Volland mal fondée. »

Ce jugement n'ayant pas été frappé d'appel, est devenu définitif.

Etant donnée, la rareté des chutes de météorites, il est curieux de noter que le hameau de Saint-Christophe n'est distant que d'une quarantaine de kilomètres de Chantonnay, localité près de laquelle est tombée, le 5 août 1812, une météorite, célèbre par les nombreux travaux auxquels elle a donné lieu. Voici quelques détails sur cette dernière chute, que j'extraits d'une lettre écrite le 24 février 1816 par Cavoleau à Dubuisson, directeur du Musée de Nantes (1).

« ...Le 5 août 1812, à 2 heures du matin, le temps calme et le ciel clair, un météore éblouissant de lumière, frappa les yeux de quelques voyageurs et de quelques paysans, aux environs de Chantonnay, dans le département de la Vendée, sur la route de Nantes à la Rochelle. On assure même qu'il fut aperçu à plusieurs lieues de distance. On n'a pas apprécié le temps de sa durée ; mais il se termina par une violente explosion, que l'on a comparée au plus fort coup de tonnerre que l'on ait entendu dans le pays.

(1) *Journal de physique*, LXXXVIII, 1819, 311.

« Au milieu du jour, le métayer de la métairie de la Haute-Revétison, située à 4,000 mètres de Chantonnay, aperçut dans un champ voisin de sa maison, une grosse pierre qu'il n'y avait jamais vue, il la trouva enfoncée dans la terre, de deux pieds et demi, répandant une forte odeur de soufre qu'elle a conservée pendant six mois, mais qui s'est enfin totalement dissipée...

« On a jugé que son poids devait être de soixante à soixante-dix livres (30 à 35 kilogrammes).

« J'ai désiré avoir cette pierre entière, pour vous procurer le plaisir d'en faire la description. On s'est empressé de la diviser, parce que chacun a désiré posséder un fragment de la lune. Je n'ai pu m'en procurer que trois fragments pesant ensemble vingt-deux livres, que je vous invite à venir voir chez moi. »

Cette lettre est suivie d'une courte réponse de Dubuisson, en remerciement de l'envoi d'échantillons, dont l'un est conservé aujourd'hui dans le Musée de Nantes.

Les quelques observations sur la météorite de Chantonnay consignées incidemment au cours de cette note, ont été faites sur un petit fragment détaché de ce morceau ; j'aurai d'ailleurs l'occasion de revenir sur cette météorite dans un mémoire ultérieur.

II. -- Caractères macroscopiques de la météorite

La météorite a été remise entière au Musée de Nantes, sous la réserve indiquée page 84 ; son poids était alors de 5 kilog. 396.

Les trois photographies reproduites dans les planches I et II me dispenseront d'une longue description de son aspect macroscopique. La pierre est recouverte d'une croûte d'un brun noir, terne, grumeleuse par places, du type habituel aux météorites essentiellement ferro-magnésiennes. L'une des faces est convexe, presque régulière (Pl. I, fig. 1) ; des cupules sont nombreuses sur une autre (Pl. I, fig. 2). (Voir page 103 la description microscopique de cette croûte).

Cette météorite appartient au groupe des *sporadosidères* et au sous-groupe des *oligosidères* de Daubrée. Sa cassure fraîche montre en effet, qu'elle est essentiellement constituée par des silicates, au milieu desquels sont distribuées des grenailles métalliques discontinues (*sporadosidères*) et peu abondantes (*oligosidères*), grenailles formées par du fer nickelé blanc et de la pyrrhotite jaunâtre.

La texture est finement grenue ; la roche est très cohérente et prend bien le poli. Les silicates sont normalement gris, mais ils sont localement tachés de rouille par suite d'un commencement d'oxydation du fer. A la loupe, on distingue quelques chondres, solidement encastrés dans le reste de la roche ; ils sont gris ou brunâtres. Les figures 2 et 3 représentent une surface polie, mettant bien en évidence les relations des grenailles métalliques et des silicates. La figure 3, qui correspond à un grossissement de 30 diamètres, permet de distinguer nettement le fer nickelé de la pyrrhotite ; grâce à l'inégale dureté de ces minéraux qui prennent un poli différent, le fer nickelé se présente en blanc avec une surface unie, tandis que la pyrrhotite prend une surface raboteuse.

On ne distingue ni structure bréchiforme, ni veines, ni taches noires ; cette dernière particularité distingue essentiellement la météorite de Saint-Christophe de celle de Chantonay, qui, à beaucoup d'égards, peut lui être comparée.

Les caractères macroscopiques qui viennent d'être exposés permettent de rattacher la météorite de Saint-Christophe au groupe de l'*aumalite* de M. Stanislas Meunier, à celui des *chondrites grises* de la classification Tschernak-Brezina.

III. — Composition minéralogique

La composition minéralogique est assez simple ; la roche est, en effet, essentiellement composée par du *péridot* et du *pyroxène rhombique* ; le premier de ces minéraux constitue, d'après les calculs qui sont donnés plus loin, environ 51 % de la matière pierreuse et 43 % du poids total de la météorite, alors que la proportion de l'hypersthène est d'en-

viron 34 % pour la première et d'environ 28 % pour la seconde ; les silicates accessoires sont des *feldspaths*, de la *maskelynite*, de l'*augite*, et enfin un minéral de nature incertaine ; il existe en outre un peu de *chromite* ; enfin il faut citer les minéraux métalliques, le *fer nickelé* et la *pyrrhotite*.

En plaques de 0^{mm}02, tous les silicates sont incolores, très fissurés ; dans leurs fentes, il existe fréquemment un enduit ferrugineux résultant de l'oxydation du fer nickelé.

Le *péridot* appartient à un type très ferrifère, voisin de la *hyalosidérite* ; on verra plus loin qu'il contient 22 % de FeO. Il se présente parfois en cristaux automorphes, présentant alors les formes habituelles au péridot des roches volcaniques : p (001), g^1 (010), g^3 (120), e^1 (011). La figure 1 de la planche V représente un cristal de ce genre, qui possède la particularité d'être évidé et de renfermer dans sa cavité centrale un chondre irrégulier d'hypersthène ; il est tout à fait analogue à celui figuré par M. Tschermak (*op. cit.* (1) I, Pl. IX, fig. 4), et observé par lui dans la météorite de Dhurmsala. Le péridot se trouve aussi en individus cristallitiques, constituant des chondres et enfin en grains irréguliers.

L'angle des axes optiques est très voisin de 90°, mais avec bissectrice négative, ce qui s'accorde avec la composition chimique déterminée directement. Les inclusions vitreuses sont inégalement fréquentes, mais très abondantes dans certains échantillons ; la *chromite* s'y rencontre souvent aussi, sous forme d'inclusions.

Le pyroxène rhombique possède des formes assez variées ; il n'est jamais entièrement automorphe, mais il constitue parfois des baguettes distinctes, très allongées suivant l'axe vertical. On le trouve aussi en grains ; sous forme cristalline, il entre enfin dans la constitution des chondres.

(1) J'aurai plusieurs fois, au cours de ce mémoire, à renvoyer à des figures du livre de M. Tschermak : *Die mikroskop. Beschaffenheit der Meteoriten*, Stuttgart, 1885, dont les magnifiques planches sont connues de tous ceux qui étudient les météorites ; ces renvois seront indiqués sous l'abréviation *op. cit.*

L'examen des propriétés optiques de la zone verticale montre que la biréfringence des sections h^1 (100), perpendiculaires à la bissectrice aiguë n_p , est inférieure à 0.04 ; l'angle des axes optiques est relativement faible ; le minéral doit donc être rapporté à l'*hypersthène*.

Je ferai remarquer à cet égard que la distinction des divers termes de la famille des pyroxènes rhombiques (*enstatite*, *bronzite*, *hypersthène*), qui, tous, se trouvent dans les météorites et qui ont été parfois décrits (en partant de la considération de la densité de poudres fractionnées par les liqueurs denses), comme associés dans une seule et même pierre, peut se faire d'une façon précise par l'étude de la biréfringence des sections, respectivement perpendiculaires aux deux bissectrices n_g (section p) et n_p (section h^1).

On sait en effet que dans les types pauvres en fer (*enstatite*), la bissectrice est positive, avec axes peu écartés ; comme d'autre part, la biréfringence du minéral est faible, il en résulte que les sections p , perpendiculaires à cette bissectrice, sont presque éteintes en lumière polarisée parallèle pour une épaisseur de 0^{mm}02, épaisseur moyenne des plaques que j'emploie. La valeur $2V$ augmente avec la teneur en fer et par suite la biréfringence de la section p augmente en même temps ; puis au delà de 10 % de FeO (*bronzite*), l'angle $2V$ autour de n_g , dépasse 90°, puis devient de plus en plus grand ; la bissectrice aiguë est alors négative (n_p) ; comme conséquence, la section h^1 est moins biréfringente que la section p et pour les hypersthènes riches en fer, la biréfringence de cette section devient aussi faible que celle de la face p des enstatites, dépourvues de fer.

De ces propriétés, découle un moyen de diagnostic précieux, même lorsque le défaut d'orientation rigoureuse des sections considérées, ne permet pas de déterminations numériques précises. Le procédé à recommander consiste à chercher dans les préparations de météorites à l'étude et ayant une épaisseur moyenne de 0^{mm}02, les sections comprises entre l'extinction et le gris noir très sombre. Les sections de ce genre, si elles appartiennent au périclote, sont plus ou moins

rigoureusement centrées sur un axe optique, tandis que si elles sont formées par un pyroxène rhombique, pauvre en fer ou renfermant plus de 10 % de FeO, elles sont plus ou moins perpendiculaires à la bissectrice aiguë ; le signe optique permet dans ce cas de trancher la question entre l'enstatite et l'hypersthène.

Le tableau suivant met en relief ces propriétés :

	n_g	n_m	n_p	$n_g - n_p$	$n_g - n_m$	$n_m - n_p$	2 V
<i>Enstatite</i> , M ^r Zjar, Mallard (1)	1,665	1,659	1,656	0,009	0,006	0,003	70°32 (n_g)
<i>Enstatite</i> , Kimberley, Offret (2)	1,674	1,669	1,665	0,009	0,005	0,004	83°37 (n_g)
<i>Hypersthène</i> , St-Paul, Michel-Lévy et A. Lacroix (3)	1,705	1,702	1,692	0,013	0,003	0,010	57°25 (n_p)

En appliquant ce procédé à une météorite, réputée comme exclusivement constituée par du péridot, celle de Chassigny, j'ai pu mettre en évidence l'existence d'enstatite sous forme de grands squelettes enveloppant poeciliquement l'olivine, et réduits en réalité à une fine bordure qui entoure ceux-ci, mais offre une même orientation sur une large surface.

Pour revenir au pyroxène rhombique de la météorite que nous étudions, on verra plus loin que le calcul des silicates non attaqués par les acides indique 14 % de FeO, c'est-à-dire, un hypersthène. Ce minéral renferme des inclusions vitreuses, des inclusions de chromite, mais elles sont moins abondantes que dans l'olivine.

Je n'ai rencontré qu'en très petite quantité le *clinohypersthène*, caractérisé par la même biréfringence que l'hypersthène, mais appartenant à un système cristallin différent (monoclinique) ; il possède d'une façon constante de fines bandelettes polysynthétiques (rappelant celles des plagioclases) d'une

(1) FeO : 2.76 %, V. Hauer.

(2) FeO : 7.17 %, Friedel.

(3) FeO : 15 à 21 %, proportion exacte non déterminée.

macle suivant h^1 (100). L'extinction maximum, dans la zone verticale, est d'environ 29° par rapport à cette macle. Dans la planche V, on verra ce minéral photographié dans deux orientations différentes; dans la figure 3, l'allongement a été disposé parallèlement à la section principale de l'un des nicols croisés, ce qui permet de mettre en évidence les macles polysynthétiques; dans la figure 4 au contraire, la position, à 45° environ de la précédente, est celle de l'égal éclairément commun de toutes ces bandelettes, de telle sorte que la macle n'est plus visible.

Des expériences en cours d'exécution me permettent de démontrer que ce clinohypersthène est bien une forme dimorphe du pyroxène rhombique de même composition; il existe une *clinoenstatite*, une *clinobronzite*. J'ai obtenu ces divers produits aux dépens de leurs formes rhombiques en maintenant celles-ci au voisinage de leur température de fusion, pendant un temps assez court pour ne les fondre qu'imparfaitement. La partie fondue recristallise alors, non pas sous la forme orthorhombique, mais sous la monoclinique, en s'orientant sur les débris anciens. Ce minéral monoclinique est celui qui a été obtenu par les divers savants qui ont cherché à faire la synthèse de l'enstatite (Ebelmen, MM. Fouqué et Michel-Lévy, M. Stanislas Meunier), MM. Fouqué et Michel-Lévy qui l'ont reproduit dans leurs expériences de synthèse l'ont désigné sous le nom de *pyroxène magnésien* (1); ils l'ont signalé dans les météorites de Soko-Banja et de Rittersgrün.

C'est ce minéral que M. Tschermak a figuré (*op. cit.* Pl. XV, fig. 2), d'après un échantillon de la météorite de Renazzo en le considérant comme appartenant à l'augite. Cette substance est complètement distincte de l'augite, puisqu'elle est dépourvue de chaux; elle est d'ailleurs elle-même fréquemment associée à un véritable pyroxène calcomagnésien et c'est particulièrement le cas pour la météorite de Saint-Christophe.

(1) *Bull. Soc. Min. de France*, IV, 1881, 279.

Les figures 3 et 4 de la planche V permettent en effet de voir que les cristaux de clinohypersthène sont cerclés par une bordure d'un minéral plus biréfringent qui n'est autre que cette *augite* ; elle est géométriquement orientée sur le clinohypersthène, et présente parfois des plans de séparation suivant p , accompagnés de macles. Les caractères distinctifs du minéral qu'il entoure consistent dans la valeur de l'angle d'extinction dans g^1 , qui atteint 40° et dans la biréfringence, qui est voisine de 0.020. Je n'ai trouvé que très exceptionnellement cette *augite* sous forme de petits grains indépendants, en partie maclés suivant h^1 .

En réalité, le clinohypersthène, et, d'une façon plus générale, les pyroxènes ferromagnésiens monocliniques, sur lesquels l'attention des spécialistes de météorites paraît ne s'être guère portée, sont très fréquents dans les chondrites ; je les ai rencontrés dans un très grand nombre de celles que j'ai examinées :

Tysnes, Lancé, San Giovanni d'Asso, Saint-Mesmin, Pul-tusk, Amana (1), Limerick, Cabarras, Murcie, Kerillis, Renazzo, Deniliquin, Mac Kinney, Sevrukowo, Bénarès, Bjurböle, Kesen, Ornans, Misshoff, Ochansk, Tiesch, Krahenberg, Tennesilm.

Enfin la météorite d'Indarch est uniquement constituée par des chondres de ce minéral, qui contiennent en outre un peu d'*oldhamite*. Il est intéressant de noter que c'est surtout dans les météorites riches en chondres, que ce type de pyroxène abonde ; je ne l'ai rencontré dans aucune *erxlébénite* (*krystallinische Chondrite*). Ce fait, rapproché du résultat des expériences que j'ai relatées plus haut, est peut-être une indication au sujet d'un réchauffement que ces roches paraissent avoir subi avant leur arrivée dans notre atmosphère.

(1) Je dois l'échantillon de cette météorite que j'ai examinée à l'obligeance de M. Hinrick, qui a publié divers mémoires sur sa chute ; M. Stanislas Meunier a bien voulu me communiquer des plaques de plusieurs des autres météorites citées.

Les intervalles laissés entre eux par le péridot et les pyroxènes sont remplis essentiellement par du feldspath et par de la *maskelynite*. Cette dernière substance se présente avec son aspect habituel, celui d'un verre incolore, moins réfringent que les feldspaths en contact desquels elle se trouve parfois ; elle est d'ailleurs très peu abondante, sauf dans la zone moyenne de la croûte, dont l'origine sera discutée plus loin.

Quant aux feldspaths, ils forment soit de petites plages homogènes, soit plus souvent des réunions de petits grains, dans lesquels on ne distingue, ni macle, ni clivages, il ne saurait donc être question d'une détermination précise. Les alcalis se trouvant presque exclusivement dans la portion de la roche inattaquable par les acides ; il s'agit donc certainement d'un type moins basique que le labrador ; on verra plus loin que l'analyse chimique conduit à admettre pour l'ensemble des éléments blancs la composition $Ab^{10}An^{11}$.

Il me reste maintenant à parler d'un minéral accessoire, incolore et limpide en lames minces. Il possède deux clivages faciles interrompus ; les sections, dans lesquelles ils se coupent, sous un angle d'environ 60° , sont monoréfringentes. En lumière convergente, elles ne donnent aucune image, mais il faut tenir compte de ce fait que la biréfringence du minéral atteint à peine 0,003 et que les plaques étudiées sont forcément très minces, le minéral ne se présentant qu'en plages de petite étendue. Les sections biréfringentes, présentant des traces de clivage dans une direction unique, s'éteignent parallèlement à celui-ci. La réfringence est inférieure à celle de l'olivine, mais nettement supérieure à celle des feldspaths avec lesquels ce minéral se trouve quelquefois en contact ; j'ai vainement essayé de l'isoler par les liqueurs denses, ses dimensions sont trop petites et il n'existe qu'en trop faible quantité.

Ces propriétés ne correspondent à celles d'aucune espèce minérale connue, mais il me paraît y avoir identité entre cette substance et celle qui a été signalée par M. Tschermak dans les chondrites de Knyahinya, de Mezo Madarasz, de Mocs, de

Dhurmsala, d'Affianello (1) et dans l'angrite (2), puis par M. Doss (3) dans la chondrite de Misshof et enfin par MM. Kunz et Weinschenk (4) dans celle de Farmington ; j'ai pu en effet la retrouver dans ces différentes météorites (sauf dans l'angrite dont je n'ai pas eu de plaque à ma disposition). Je l'ai rencontrée en outre dans les chondrites de Chantonay, d'Aumale, de Barboïan, de Satles, de Berlanguillas et Lançon, dans lesquelles je ne crois pas qu'on l'ait signalée encore. M. Tschermak a émis l'hypothèse que ce minéral est de la monticellite ; cette assimilation paraît peu vraisemblable à cause de sa biréfringence beaucoup trop faible ; la monticellite de la Somma (5), en effet, possède une biréfringence au moins six fois plus grande ($n_g - n_p = 0,017$), avec un angle $2V = 74^\circ$ environ ; notre minéral doit avoir ses axes optiques très rapprochés.

La *chromite* se trouve exclusivement, sous forme de grains ou d'octaèdres extrêmement petits, en inclusions dans les divers éléments de la météorite ; ils se groupent quelquefois au milieu du feldspath, dans lequel ils constituent alors une poussière, dont il est difficile de distinguer les éléments d'une façon distincte. Cette chromite n'est transparente, et alors d'un brun foncé, que dans les grains extrêmement minces.

Je n'ai observé aucune particularité spéciale dans les éléments métalliques, *fer nickelé* et *pyrrhotite*.

Je noterai en terminant que dans une de mes plaques, j'ai rencontré une petite tache noire, aux bords effrangés, qui, par sa couleur et son aspect, m'a paru appartenir au *graphite*, sans qu'il m'ait été possible de le démontrer.

(1) Beitrag zur Klassifikation der Meteoriten. *Sitzungsb. K. Akad. Wissensch. Wien*, LXXXVIII, 1883, 356, et *Die mikroskopische Beschaffenheit der Meteoriten*, 1885, 11, et Pl. XIV (section montrant le clivage à 60°).

(2) Ludwig. *Tschermak's min. u. petr. Mitteil*, VIII, 1887, 346.

(3) *Arbeit. der Naturforsch. Vereins, zu Riga*, VII, 1891, 34.

(4) *Tschermak's min. u. petr. Mitteil*, XII, 1891, 181.

(5) Monticellite de la Somma de composition suivante : 21, 44 MgO 34, 23 CaO ; 41, 61 FeO ; 1, 58 MnO, Penfield et Forbes, *Amer. Journal*, 1896, 129.

IV. — La structure

Comme dans tant de météorites, la structure de la pierre de Saint-Christophe est assez difficile à définir en peu de mots. La roche est extrêmement hétérogène, sans cependant pouvoir être considérée comme bréchiforme. La trace d'actions dynamiques (structure cataclastique, extinctions roulantes de l'olivine et de l'hypersthène) y est des plus nettes. On peut y distinguer, d'une part les *chondres*, et d'une autre une masse non chondritique, dans laquelle s'observent surtout les variations. Le péridot est distribué dans cette masse fondamentale, d'une façon assez régulière, mais il n'en est pas de même pour l'hypersthène, qui forme fréquemment de petites accumulations ne possédant pas la structure chondritique.

Souvent, le péridot et l'hypersthène sont xénomorphes, leurs intervalles sont remplis par le feldspath et la maskélynite (Pl. VI, fig. 2) : ça et là, le pyroxène rhombique enveloppe pœcililiquement quelques grains d'olivine. Par places, on voit apparaître une structure porphyrique, grâce au développement de cristaux nets d'olivine, entourés d'un fouillis de petites baguettes d'hypersthène cerclées d'augite ; cette structure sera étudiée en détail un peu plus loin, à l'occasion de certains chondres qui la présentent parfois. Ces baguettes d'enstatite constituent, selon toute vraisemblance, le résultat d'une recristallisation, après fusion, du genre de celle que M. Berwerth a signalée dans un grand nombre de météorites (1).

Les feldspaths remplissent d'ordinaire, comme je viens de le dire, les intervalles laissés entre eux par les silicates magnésiens. Parfois, ils se présentent sous la forme d'aires globuleuses, (Pl. VI, fig. 2), connues dans beaucoup d'autres météorites et qualifiées par quelques auteurs de *chondres feldspathiques* ; il me semble préférable de réserver le nom de chondres aux formations cristallitiques globulaires, constituées par les minéraux magnésiens ; les chondres forment des solides, existant,

(1) *Centralblatt für Miner. Geol. und Pal.* 1901, 641.

pour ainsi dire, pour eux-mêmes, tandis que ces pseudo-chondres feldspathiques remplissent seulement des cavités laissées entre eux par les minéraux ferro-magnésiens, dont ils en renferment des fragments.

Dans aucun cas, je n'ai rencontré de plages globuleuses de ce genre, formées par un seul individu de feldspath ; elles sont toujours constituées par un grand nombre de grains, à orientation quelconque, ce qui rend difficile l'examen de leurs propriétés optiques. Je ferai remarquer en passant qu'au point de vue structurel, il y a identité complète entre ces plages feldspathiques, englobant des fragments du péridot et des pyroxènes, dont ils remplissent les intervalles et le feldspath que j'ai rencontré, également en très petite quantité, dans les ariégités des Pyrénées (1).

Notons en terminant quel est le rôle structurel des minéraux métalliques ; ils forment des plages de quelque étendue, qui moulent tous les autres éléments (Pl. II, fig. 2 et 3). Parfois, on les voit, mais toujours en petite quantité, entrer dans la constitution des chondres. D'une façon générale, le fer nickelé paraît antérieur à la pyrrhotite, mais il existe cependant des exceptions à cette règle.

Les Chondres

Les chondres (2) ne sont pas très nombreux, cependant, on en rencontre au moins un dans chaque préparation d'un centi-

(1) Les roches basiques accompagnant les thersolites et les ophites des Pyrénées. *C. Rendus du VIII^e Congrès géol. internat.*, 1900, Paris, 1901, 806.

(2) J'appelle, comme l'a proposé M. Tschermak, *chondres simples*, ceux qui sont constitués par un seul minéral et *chondres complexes*, ceux qui en renferment plusieurs ; il s'agit, bien entendu, des minéraux à forme cristallitique, constituant essentiellement les globules, car il existe souvent une autre substance (feldspath, maskelynite, etc.), formant le remplissage des intervalles laissés entre elles par les baguettes cristallitiques. Un chondre simple est qualifié de *monosomatique* ou de *polysomatique*, suivant que le minéral qui en constitue la partie cristallitique a une orientation unique ou en a plusieurs, suivant qu'il est constitué par un ou plusieurs squelettes cristallins.

mètre carré ; ils sont d'ordinaire assez régulièrement globulaires ; ils sont solidement encastés dans la roche et il est impossible de les en détacher. Voici les principaux types que j'ai observés.

CHONDRES SIMPLES

Chondres monosomatiques. — Tous les chondres monosomatiques que j'ai rencontrés sont constitués par de l'olivine ; le type le plus régulier est représenté par la figure 1 de la planche III ; ce n'est pas le plus fréquent. Il est constitué par un cadre extérieur continu, d'où partent des bandes parallèles, en forme de gril ; l'ensemble constitue un seul individu à orientation optique homogène : ce type est tout à fait identique à celui de la météorite de Dhurmsala, figuré par M. Tschermak (*op. cit.*, Pl. IX, fig. 4). Le remplissage de ces chondres est généralement constitué par de petits grains de feldspath.

Un type plus fréquent est celui qui est réalisé par l'accolement, à axes parallèles, d'un très grand nombre de minces baguettes d'olivine, continues ou annelées. Ces baguettes sont d'ordinaire rectilignes, mais elles ont parfois subi des phénomènes de torsion, grâce auxquels elles présentent des extinctions roulantes. Les intervalles, que laissent entre elles ces aiguilles, sont remplis par du feldspath et plus rarement par de la maskelynite. Dans quelques cas, j'ai rencontré au milieu de ces éléments blancs une véritable poussière de petits grains ou de petits octaèdres de chromite, qui n'apparaissent transparents et colorés en brun qu'à de très forts grossissements. Parfois, ces aiguilles d'olivine sont si fines et si rapprochées les unes des autres que la structure réelle du chondre n'apparaît que dans les lames extrêmement minces.

Chondres polysomatiques. — Les chondres polysomatiques sont assez variés de forme, quand ils sont constitués par de l'olivine ; la figure 2 de la planche III et la figure 1 de la planche IV en représentent les deux types les plus fréquents. Dans la première, le chondre est constitué par une série de plages, correspondant à un seul cristal, formé par une série de baguettes annelées, groupées à axes parallèles. Ces baguettes

sont serrées les unes contre les autres, laissant peu de place pour le feldspath qui remplit leurs intervalles ; les plages cristallitiques sont groupées d'une façon quelconque. On verra dans la figure 1 de la planche V la photographie d'une disposition régulière à quatre secteurs que j'ai rencontrée, non dans la météorite qui nous occupe, mais dans celle de Chantonay ; elle est tout à fait semblable à un chondre de la météorite de Knyahinya, dont M. Tschermak a reproduit la photographie (*op. cit.*, Pl. X, fig. 4). Il est possible qu'il s'agisse là d'une véritable macle, malheureusement l'orientation de l'unique exemplaire que j'ai observé ne permet pas de le démontrer.

Les chondres grenus sont plus fréquents que les précédents ; ils se présentent sous la forme d'agrégats de petits grains irréguliers, pressés les uns contre les autres, ce qui exclut, à peu près toujours complètement le feldspath et la maskélinite existant dans les autres types. Dans quelques cas, les minéraux métalliques bordent çà et là quelques grains et ils deviennent surtout abondants, à la périphérie du chondre ; c'est grâce à leur présence qu'apparaît nettement la forme globuleuse de celui-ci, qui, sans eux, ne se distinguerait pas de la masse fondamentale qui l'enveloppe.

Dans le type, réalisé par la figure 1 de la planche IV, les cristallites d'olivine sont très allongés suivant l'axe vertical, constitués par des paquets de baguettes, non annelées, s'entrecroisant dans tous les sens et laissant entre elles beaucoup de place pour le feldspath. L'apparition de grains d'hypersthène fait assez fréquemment passer ce type de chondre au groupe complexe.

Les chondres polysomatiques constitués par de l'hypersthène, sont peu nombreux ; ils appartiennent tous au type fibreux excentrique (Pl. IV, fig. 2). Ils sont formés par des baguettes assez larges, serrées les unes contre les autres et présentant parfois à leur contact mutuel de petits grains opaques, que l'on peut parfois assimiler avec certitude à la chromite. A la périphérie du chondre, les baguettes de pyroxène rhombique sont moins serrées et se terminent librement au milieu d'une

mince zone de feldspath, qui constitue parfois une fine bordure au chondre, le séparant du reste de la roche.

CHONDRES COMPLEXES

Les chondres complexes sont fort variés par suite des modes différents suivant lesquels l'olivine et l'hypersthène y sont associés. Un type assez fréquent est celui dans lequel l'olivine et l'hypersthène sont groupés à axes parallèles ou enchevêtrés ; chacun de ces minéraux étant formé par un squelette de grand cristal résultant de la réunion à axes parallèles d'un grand nombre de petites baguettes.

Ces chondres peuvent être comparés à l'emboîtement de deux chondres monosomatiques de chacun des minéraux constitutifs.

Un second type, plus fréquent, est celui dans lequel, le remplissage des cavités d'un chondre monosomatique ou polyso-matique d'olivine est constitué, non par du feldspath seul, mais par des grains, à orientation quelconque, d'hypersthène accompagné ou non de feldspath. J'ai rencontré plusieurs exemples de chondres d'olivine analogues à celui représenté par la figure 1, de la planche III, mais se terminant à l'extrémité par de longs et grêles prolongements, pectinés, dont les intervalles sont remplis par de fins granules d'hypersthène.

Enfin, il me reste à signaler des chondres complexes, à contours souvent vagues, et par suite difficiles à distinguer de la masse fondamentale ; ils sont essentiellement formés par des cristaux d'olivine, arrondis ou à formes nettes, qu'entoure un agrégat d'aiguilles d'hypersthène, souvent bordées d'augite ; ces agrégats de pyroxène, vraisemblablement recristallisés, semblables à ceux dont il a été question plus haut, sont parfois tellement fins, que, même avec des lames très minces, la plage reste trouble par suite de superpositions.

Notons en terminant un dernier type de chondres, moins fréquent que les précédents, qui est représenté par les figures 3 et 4 de la planche V. Il s'agit de grosses baguettes de clinohypersthène, bordées d'augite, enchevêtrées et associées à de

larges plages d'olivine ; ces chondres, qui renferment en outre parfois une très petite quantité de feldspath, se distinguent souvent, eux aussi, assez mal de la masse générale au milieu de laquelle ils sont plongés.

V. — La croûte

La croûte des météorites a un grand intérêt, car elle est le résultat des actions calorifiques subies par la pierre par suite de la perte de sa force vive au cours de sa traversée de l'atmosphère, son étude nous renseigne donc sur l'intensité de ces actions calorifiques. Celles-ci ne se sont effectuées que sur une portion bien faible de la masse de la pierre, puisque la croûte est toujours très mince ; dans le cas qui nous occupe, elle n'a guère en moyenne que 0^{mm}6, avec quelques irrégularités.

Les planches I et II montrent l'aspect extérieur, de cette croûte et en particulier sa surface chagrinée et grumeleuse, qui est rendue plus distincte encore par l'examen à la loupe. Les petites pustules qui apparaissent en certains points de la surface sont dues à des fragments de fer nickelé et de pyrrhotite, qui n'ont pas, comme la matière silicatée, subi une fusion complète.

Plusieurs coupes taillées perpendiculairement à la surface de la météorite m'ont permis d'étudier en détail l'anatomie interne de cette croûte (P. VI, fig. 1). On y voit plus ou moins nettement les trois couches que M. Brezina et M. Tschermak ont observées dans beaucoup de météorites, mais on y distingue quelques particularités dignes d'être notées.

La zone externe n'a guère en moyenne plus de 0^{mm}05 ; elle est entièrement fondue, par places bulleuse ; elle présente extérieurement des aspérités (voir la fig. 1, à gauche) qui correspondent aux saillies des rides vues à la loupe. Elle est opaque et ce n'est que dans les plaques excessivement minces, que çà et là, on la voit devenir localement brunâtre et translucide. On y distingue parfois de très petits fragments trans-

parents et biréfringents, restes de minéraux non fondus. Cette zone est peu adhérente à celle qui suit et dans le montage des préparations microscopiques, il arrive fréquemment qu'elle tombe en partie. Quand une grenaille de pyrrhotite ou de fer nickelé se trouve à la surface de la météorite, la croûte à leur niveau se réduit à un liseré opaque extrêmement mince, qui paraît formé par de la magnétite.

Sous cette zone fondue, s'en trouve une autre, la zone *moyenne*, irrégulière, transparente; les minéraux magnésiens y sont plus ou moins fissurés et un peu veinés de noir. Dans bien des points, cette zone est plus large et plus distincte que dans la fig. 1 de la planche VI. Les silicates ferromagnésiens n'y sont pas fondus; il est intéressant à ce point de vue d'étudier des chondres d'olivine, voisins de la surface, et dans lesquels les baguettes très grêles finissent brusquement dans la zone externe. Quant au feldspath, il se comporte différemment suivant les points considérés; j'ai observé par exemple, des régions où à 0^{mm} 07 de la croûte externe, il est absolument intact, tandis que dans d'autres, sur 0^{mm} 1, il a complètement disparu; il est alors remplacé par une substance vitreuse, renfermant parfois de grosses bulles. Enfin, j'ai rencontré des cas intermédiaires, dans lesquels au milieu du verre, subsistent des *glaçons* de feldspath, imparfaitement fondu. Cette substance vitreuse ne paraît pas se distinguer de la maskelynite et ce fait doit être considéré comme un argument en faveur de la thèse proposée par M. Tschermak (1) et d'après laquelle, la maskelynite ne serait autre chose qu'un feldspath fondu. Notons en passant à ce sujet, que M. Brezina a montré (2) que la croûte de la météorite de Mocs renferme de la maskelynite, tandis que dans l'intérieur de la pierre, il n'existe que du feldspath.

Le fer nickelé et la pyrrhotite de la zone moyenne sont intacts, ou parfois bordés de noir.

(1) *Sitzungsb. Akad. Wissensch.*, Wien, LXV, 1872, 127-131 et *op. cit.*

(2) *id.* LXXXV, I, 1882, 195.

La zone interne est beaucoup plus large que les précédentes, puisqu'elle mesure jusqu'à 0^{mm} 4 d'épaisseur. On y reconnaît en place, tous les minéraux de la roche, mais ils sont extrêmement fendillés, parcourus par un réseau noir qui, peu à peu, les envahit complètement en les rendant opaques sur une grande surface. Il me paraît tout à fait évident que cette substance opaque est identique à celle des météorites veinées et des météorites entièrement noires et qu'elle n'est pas constituée par du verre ; elle est comparable, au point de vue structurel, à l'hématite du péridot rubéfié des nodules à olivine, qu'il est si facile d'imiter (1) dans le laboratoire, en chauffant du péridot dans un creuset de platine découvert ; je vais y revenir d'ailleurs.

Il est particulièrement instructif pour l'étude de cette croûte de trouver des points où un même cristal homogène d'olivine est compris dans les trois zones successives ; fondu à l'extérieur, traversé par quelques veines noires dans la zone moyenne, il est devenu presque complètement opaque dans la zone interne. Quand au fer nickelé et à la pyrrhotite, sous la réserve d'un mince enduit noir, on les trouve à l'état, intact dans les trois zones. Le magnétisme de la croûte n'a donc aucune signification spéciale ; il me paraît probable d'ailleurs que, même sans l'existence de restes de ces minéraux métalliques, elle serait magnétique, la coloration noire étant due à la formation de magnétite.

Quelle interprétation faut-il donner à tous ces faits ? L'action décroissante de la chaleur est évidente, mais seule la mince cuticule a été fondue ; la température à laquelle elle a été soumise est beaucoup moins élevée qu'on ne pourrait le supposer *a priori* ; on vient de voir que dans la zone externe, les minéraux métalliques sont souvent encore intacts ; les silicates seuls ont été modifiés dans la zone moyenne ; le fer nickelé et les silicates ferromagnésiens n'ont pas été fondus à partir de 0^{mm} 04 de la surface.

(1) A. LACROIX. *Les enclaves des roches volcaniques*, Mâcon, 1893, 487.

Les données actuelles sur la température de fusion des silicates sont malheureusement très discordantes, puisque pour le périclase les nombres fournis oscillent entre 1720° (M. Brun, 9 % de FeO) et 1270° (M. Delter, 8 % de FeO). Il est cependant un groupe de minéraux pour lequel des mesures de haute précision de MM. Arthur L. Day et E.-T. Allen (1) sont venues serrer de près les déterminations antérieures de M. Brun (2); c'est celui des feldspaths. M. Brun a donné 1370° pour le plagioclase $Ab_2 An_3$, alors que MM. Day et Allen ont obtenu 1419° pour $Ab_1 An_1$ et 1463 pour $Ab_1 An_2$.

Or, on vient de voir que dans la zone moyenne de la croûte, le plagioclase est en voie de fusion, et que, d'autre part, sa composition est voisine de $Ab_1 An_1$, il est donc permis de penser que la température a dû y osciller aux alentours de 1400° en chiffres ronds.

Bien que je ne veuille pas pour l'instant discuter à fond la question de la substance noire, je tiens à faire remarquer que le mécanisme de sa production peut être éclairé par le fait suivant que j'ai observé au cours de l'éruption récente de la Montagne Pelée (3). Pendant l'ascension par extrusion de l'aiguille d'*andésite à hypersthène*, qui a constitué l'un des traits saillants de la structure du dôme récent de ce volcan, on voyait parfois, pendant la nuit, des cicatrices incandescentes se produire par la mise à vit, sous l'influence d'une explosion ou de toute autre cause, de portions de l'aiguille, encore à haute température. Lorsque le phénomène se renouvelait, les blocs provenant de cet éboulement, présentaient souvent superficiellement une coloration noire ou rouge. L'examen microscopique m'a fait voir que les minéraux ferro-magnésiens (*hypersthène* et *olivine*) de l'*andésite* étaient alors plus ou moins complètement devenus noirs

(1) *The isomorphism and thermal properties of the feldspars*. Washington. Carnegie Institution, 1905.

(2) Etude sur les points de fusion des minéraux. *Arch. sc. phys. et nat. Genève*, 1902-1904.

(3) *La Montagne Pelée et ses éruptions*. Paris, 1904. 531.

ou rouges (1) et opaques ; ils s'attaquaient par l'acide chlorhydrique à condition d'être réduits en poudre très fine, en donnant une solution, qui contenait à la fois du protoxyde et du sesquioxycde de fer ; j'ai attribué ce phénomène à des stades variés d'oxydation, ne se produisant que dans la lave à haute température, brusquement placée au contact de l'air.

Tel est, à mon avis, la voie dans laquelle devra être cherchée l'interprétation définitive des phénomènes qui nous occupent. Dans tous les cas, les faits que j'ai observés dans la météorite de Saint-Christophe ne permettent pas d'accepter avec M. Tschermak (*op. cit.*, 20), que la zone intérieure (*Impregnation-zone*) de la croûte, résulte de la pénétration de la matière fondue périphérique (*Schmelzrinde*), ayant au préalable traversé la zone moyenne, ou zone de succion (*Saugzone*).

IV. — Composition chimique

La composition chimique a été déterminée à l'aide de plusieurs analyses en bloc, contrôlées par des analyses partielles ; j'en ai effectué personnellement une partie ; M. Pisani a bien voulu se charger des autres : je ne donnerai ici que les conclusions de ce travail chimique.

La composition moyenne de la météorite, rapportée à 100, est la suivante :

Partie métallique	}	Fer nickelé	9.57	}	16.47
		Pyrrhotite	6.90		
Partie non métallique					83.53
					100 00

(1) Cette différence de couleur tient à ce que, dans un cas, il se produit de la magnétite et dans l'autre de l'hématite ; cette dernière prend naissance, aux dépens des silicates ou de la magnétite normale de l'andésite. A la suite de plusieurs expériences, M. Stanislas Meunier a fait remarquer (*Bull. Soc. minér. de France*, XII. 1893, 79), que pour obtenir une météorite noire, il faut opérer dans un creuset fermé, tandis que dans un courant d'air, la météorite devient rouge, c'est évidemment là un fait du même ordre que celui que j'ai observé à la Martinique. Il faut aussi noter que, dans le cas des météorites, la dissémination du fer métallique en fines particules doit faciliter son oxydation et sa transformation en magnétite.

Partie métallique. — Le fer nickelé a la composition suivante :

		%
Fe	7.79	81.1
Ni	1.67	17.8
Co	0.11	1.1
	9.57	100 0

Il existe des traces seulement de phosphore, indiquant une proportion indosable de *schreibersite*, que je n'ai pu mettre directement en évidence.

La pyrrhotite n'a pas été isolée ; on s'est contenté de doser le soufre dans la partie de la roche attaquable par les acides et d'en déduire la proportion de sulfure, en admettant la formule FeS : ce résultat n'est donc qu'approximatif, mais voisin de la réalité.

Partie silicatée. — Le tableau suivant renferme le résultat des analyses de la partie silicatée, avec les proportions moléculaires correspondantes et le groupement probable des molécules en prenant pour base les résultats de l'examen minéralogique.

			Chromite	Orthose	Albite	Anorthite	SiO ₂ Ca	SiO ₂ Mg	SiO ₂ Fe	SiO ₂ Mg ²	SiO ₂ Fe ²
SiO ₂	39.33	0.656		12	48	22	16	226	56	210.5	65.5
Al ₂ O ₃	2.15	0.021		2	8	11					
FeO	13.66	0.190	3						56		131
MgO	25.90	0.647						226		421	
CaO	1.51	0.027				11	16				
Na ₂ O	0.51	0.008			8						
K ₂ O	0.18	0.002		2							
Cr ₂ O ₃	0.39	0.003	3								
	83.53										

Pour déduire de ces nombres la composition minéralogique centésimale, il est nécessaire de faire quelques hypothèses que je dois légitimer.

En ce qui concerne le péridot et les pyroxènes, j'ai distribué le fer et la magnésie en tenant compte d'une analyse de la

partie de la roche attaquable par les acides. J'ai dû cependant effectuer une correction : la quantité de silice trouvée dans cette attaque, comparée à celle du fer et de la magnésie, est un peu inférieure à celle qui est nécessaire pour faire un orthosilicate. Or on devrait trouver un peu trop de silice, car on sait que les pyroxènes rhombiques sont légèrement attaquables par les acides et que, par suite, en opérant comme on le fait d'ordinaire dans ce genre d'analyse, on ne détruit pas que du péridot. La séparation des parties métalliques, malgré tous les soins apportés à cette opération, n'avait sans doute pas été suffisante, à cause de la finesse extrême des particules non oxydées, incluses dans les silicates.

Cette hypothèse est rendue vraisemblable par une petite quantité de nickel retrouvée dans le fer soluble et démontrée en outre par un traitement de la poudre par une solution de sulfate de cuivre. Cette proportion de nickel a servi à calculer (en se basant sur la composition du fer nickelé donnée plus haut), la teneur probable de la partie métallique incluse : une fois celle-ci déduite du fer total, le rapport $\text{SiO}_2 : (\text{MgO}, \text{FeO})$ est devenu très sensiblement égal à 1 : 2, le fer nickelé total a subi la correction correspondante.

Je déduis de ces divers essais que le rapport $\text{FeO} : \text{MgO}$ dans le péridot de notre météorite est 1 : 3, 2 ; c'est ce rapport qui a été utilisé dans le calcul de la composition minéralogique donnée ci-dessous.

D'autre part, en ce qui concerne le métasilicate de chaux, il est évident que celui-ci entre dans la composition du diopside que met en évidence l'examen microscopique ; n'ayant aucun moyen d'apprécier sa teneur du fer, je l'ai calculée sous la forme $(\text{SiO}_3)_2 \text{Ca}, \text{Mg}$, faisant ainsi une légère erreur qui a sa répercussion sur la composition du pyroxène rhombique ; celui-ci est un peu trop ferreux, mais eu égard à la petite quantité de ce pyroxène monoclinique, l'erreur commise n'est pas grande.

La composition minéralogique calculée est la suivante :

<i>Péridot</i>	} SiO ⁴ Mg ²	29.47	} 42.83	
		SiO ⁴ Fe ²		13.36
<i>Hypersthène</i>	} SiO ³ Mg	21.00	} 28.39	
		SiO ³ Fe		7.39
<i>Diopside</i>	} SiO ³ Ca	1.86	} 3.46	
		SiO ³ Mg		1.60
<i>Feldspaths</i>	} Orthose	1.11	} 8.39	
		Albite		4.19
		Anorthite		3.09
<i>Chromite</i>		0.67		
			83.74	

La concordance entre les résultats du calcul, pour lequel les hypothèses ont été réduites au minimum, et la réalité est mise en évidence par la teneur en péridot, rapportée à 100 parties de silicate : elle est de 51.2 % dans le calcul et a oscillé, entre 48.1 et 50.6 %, dans trois attaques de la poudre de la météorite par l'acide azotique.

La composition centésimale du péridot et de l'hypersthène, déduite des nombres précédents, est la suivante :

	<i>Péridot</i>	<i>Hypersthène</i>
SiO ²	38.7	56.3
MgO	39.3	29.6
FeO	22.0	14.1
	100.0	100.0

Ces nombres concordent d'une façon suffisante avec les propriétés optiques étudiées plus haut.

Quant aux feldspaths calculés, ils correspondent à la formule Or²Ab⁸An¹¹, soit (Ab, Or)¹⁰An¹¹, c'est-à-dire à un type très voisin du labrador, Ab¹An¹ : cela explique pourquoi la presque totalité de l'alumine, des alcalis et de la chaux (à rapporter à des feldspaths) se trouve dans la partie de la

roche inattaquable par les acides. On a vu dans le chapitre III que l'examen optique ne fournit malheureusement aucune caractéristique précise en l'absence des maçles. Cette formule correspond à la composition centésimale suivante :

SiO ²	58.7
Al ² O ³	25.9
CaO	7.2
Na ² O	6.0
K ² O	2.2
	100.0

Celle-ci n'est elle-même pas éloignée de celle que M. Tschermak a déterminée pour la maskelynite de la météorite d'Umjhiawar et il est fort possible que dans la météorite qui nous occupe, les parties biréfringentes, que je regarde comme des plagioclases, et les monoréfringentes (maskelynite), aient une composition voisine, sinon identique.

Il reste toutefois sur cette question une autre incertitude, dont je n'ai pas encore parlé. C'est celle qui résulte de l'existence du minéral *inconnu*, décrit plus haut et qui, par son apparence, me paraît être un silicate alumineux, alcalin ou calcique, mais il existe en quantité si faible que, quelle que soit sa composition, il ne peut pas, par sa présence, influencer beaucoup sur le calcul de celle des minéraux voisins.

Pour terminer, je résumerai ainsi qu'il suit la composition minéralogique de la météorite de Saint-Christophe :

Fer nickelé	9.57
Schreibersite	traces
Graphite	traces
Pyrrhotite	6.90
Chromite	0.67
Péridot	42.83
Hypersthène	28.39
Diopside	3.46
Feldspaths	8.39
	100.21

Une météorite étant chose précieuse, il n'a pas été possible de faire, pour l'analyse, des prises d'essai très considérables et par suite d'éviter les causes d'erreur dues à la concentration possible de quelques minéraux sur certaines parties de l'échantillon étudié : la quantité de matière mise à ma disposition par M. Bureau, permet toutefois de penser que ce qui a été analysé correspond sensiblement à la composition moyenne de la pierre.

PLANCHE I

PLANCHE IV

Fig. 1. — CHONDRE POLYSOMATIQUE d'olivine.

Fig. 2. — CHONDRE POLYSOMATIQUE de bronzite, à structure excentrique.

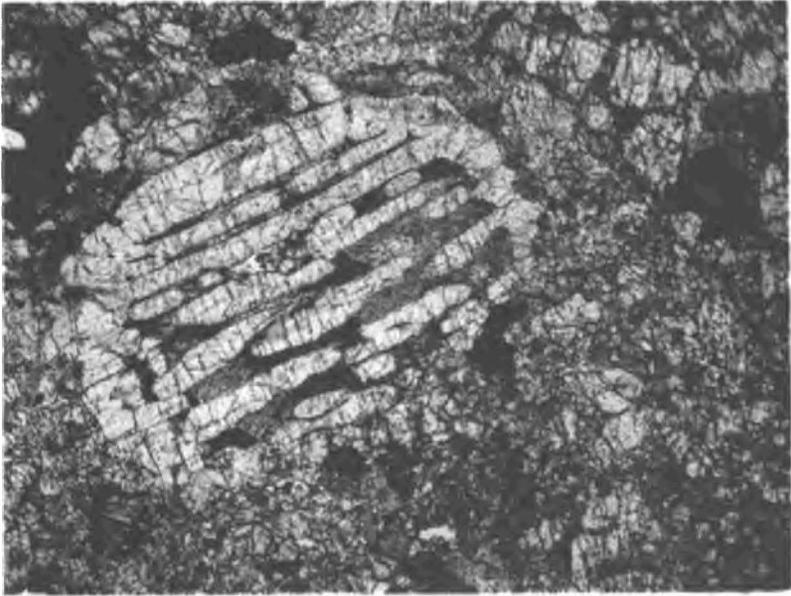
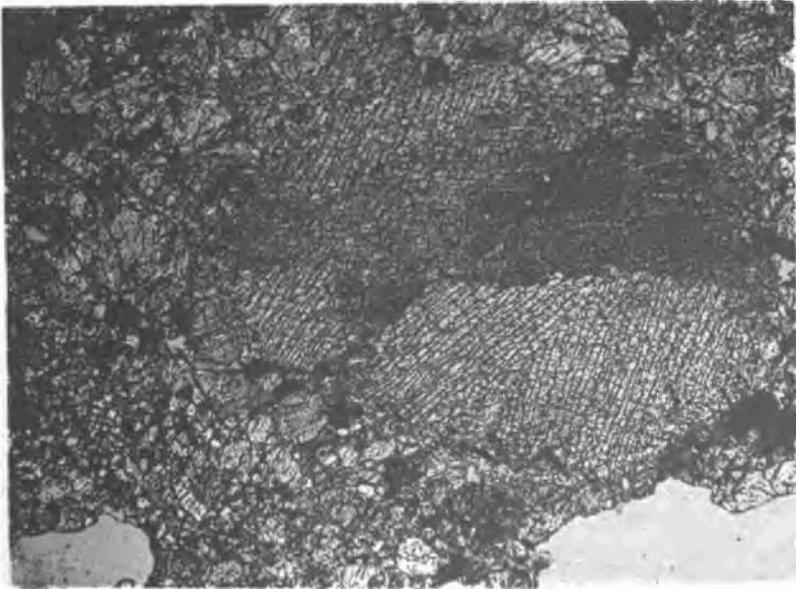


FIG. 1



Monpillard, phot.

FIG. 2

Météorite de Saint-Christophe-la-Chartreuse (Vendée)