

se trouve combiné avec la magnésie et avec la chaux. L'oxide de fer et l'oxide de manganèse sont, pour la plus grande partie, à l'état d'hydrate; quelquefois cependant il y en a une certaine quantité de libre; d'autres fois ces minerais contiennent un peu de protoxide de fer combiné avec de l'acide carbonique. Enfin on remarque que la partie insoluble dans les acides renferme presque toujours un peu de silice à l'état gélatineux.

Il est indubitable que les *mines douces* ont été originairement des *fers spathiques*. Elles en conservent souvent la forme extérieure, comme le *maillat* brun, et elles ont une légèreté spécifique qui s'explique par la soustraction de l'acide carbonique, et dont on ne pourrait pas se rendre compte autrement. Enfin, on sait que lorsque le fer spathique reste long-temps exposé à l'air il se transforme en une substance toute semblable. Mais comment cette transformation s'opère-t-elle dans le sein de la terre, et pourquoi certains filons l'éprouvent-ils, tandis que d'autres se conservent intacts? Je ne crois pas qu'il soit possible de répondre à ces questions dans l'état de nos connaissances; cependant, quant à la première, on peut faire remarquer que la composition des mines douces prouve que l'eau et l'air jouent le principal rôle dans le changement que subit le fer spathique, et que, dans ce changement, la magnésie qui existe en si grande proportion dans cette dernière espèce, sur-tout à Alleverd, disparaît presque en totalité. Il paraît donc qu'à mesure que le fer et le manganèse se suroxydent, ils se combinent avec de l'eau, et que l'acide carbonique qu'ils abandonnent se porte sur le carbonate de magnésie et le transforme en bicarbonate, qui, étant soluble, est entraîné par l'eau.

NOTICE

Sur le gisement, l'exploitation et le traitement des minerais d'étain et de cuivre du Cornouailles;

Par MM. DUFRENOY et ÉLIE DE BEAUMONT,
Ingénieurs des Mines.

INTRODUCTION.

LES Iles Britanniques versent dans le commerce plus d'étain et de cuivre qu'aucun autre état de l'Europe. La presqu'île du Cornouailles est le seul point de ces îles où l'on exploite le premier de ces métaux; c'est également ce comté qui fournit la presque totalité (sept huitièmes environ) du cuivre que produit ce Royaume: aussi ses nombreuses exploitations le mettent-elles au premier rang des contrées de l'Europe qui doivent leur prospérité à la richesse minérale de leur sol. Les mines de ce pays sont en outre célèbres par la puissance des moyens mécaniques qu'on y applique. Ces motifs nous ont engagés à y faire une excursion, à la suite d'un voyage dont le but, beaucoup plus étendu, était une reconnaissance des terrains décrits, classés et figurés avec tant de méthode et de précision par les géologues anglais (1).

D'après la grande richesse des mines du Cornouailles, et l'importance dont elles sont pour cette contrée, qu'elles ont élevée au-dessus du rang que lui assignaient son étendue, sa position géographique et la nature de son sol, on doit na-

(1) M. Brochant-de-Villiers, inspecteur-divisionnaire au Corps royal des Mines, membre de l'Institut, avait été chargé de cette importante mission, dans laquelle nous avons été appelés à le seconder.

turellement s'attendre à voir l'exploitation de ces mines portée à un haut degré de perfection; elles sont en effet très-bien conduites, et les découvertes scientifiques et techniques les plus récentes y sont mises à profit avec intelligence.

Cependant le Cornouailles n'a pas contribué, autant que d'autres contrées moins riches qu'elle en substances exploitables, aux progrès que l'art des mines et les sciences qui s'y rapportent ont faits dans les derniers temps. Cela ne tiendrait-il pas à ce que les entreprises particulières qui couvrent ce pays n'ont rien de commun les unes avec les autres, et n'ont pas encore donné naissance à ces institutions qui, dans d'autres contrées, sont destinées et servent, en effet, à encourager des travaux dont l'utilité est d'un ordre trop général pour qu'ils portent avec eux leur récompense? Ce vide, au reste, semble devoir bientôt disparaître. Une Société géologique, formée, il y a quelque années, à Penzance, a déjà, par ses travaux, jeté beaucoup de lumière sur la constitution minérale de ce pays, également intéressant pour les sciences et pour l'art des mines; et peut-être verra-t-on bientôt s'y élever une École des Mines digne d'être citée à côté des premières de l'Europe.

Il est difficile, en effet, de trouver une contrée plus apte à recevoir un établissement de ce genre. Il en existe peu où les richesses minérales soient exploitées avec autant d'activité qu'en Cornouailles, et aucune peut-être ne présente, dans une étendue égale, un aussi grand nombre de filons; il est en outre bien rare que les caractères de ces riches dépôts soient développés avec autant de netteté, et qu'ils soient aussi faciles à observer.

Cet avantage, qui rend le Cornouailles une contrée vraiment classique pour ceux qui étudient la géologie et l'art des mines, résulte de sa forme de presqu'île et des contours sinueux de ses côtes escarpées, qui offrent presque par-tout des coupes naturelles du sol. Toutes les fois que ces coupes se trouvent à peu de distance des districts à mines, elles mettent à découvert les filons qui y abondent, et permettant de vérifier et de compléter les observations faites dans les travaux souterrains, elles fournissent de nombreux moyens d'instruction, tant au mineur qu'au géologue.

Nous n'avons pu faire dans le Cornouailles qu'un assez court séjour, et si nous avons réussi, en aussi peu de temps, à visiter les points les plus importants et à nous former des notions assez complètes de l'ensemble pour nous hasarder à les publier, nous le devons aux excellentes directions et à l'extrême complaisance de plusieurs personnes du pays, versées dans la connaissance de son sol et de ses mines. Nous sommes sur-tout infiniment redevables à MM. Carne et Boase de Penzance, dont les obligantes et précieuses communications nous ont épargné bien des recherches, et ont beaucoup contribué à étendre le cercle de nos idées.

Nous avons aussi tiré de grands secours des mémoires qui sont contenus dans les deux volumes de *Transactions*, publiés par la Société géologique du Cornouailles (1), et dans celles de la Société géologique de Londres.

(1) Nous sentons d'autant plus l'obligation de reconnaître ici que nous avons beaucoup profité de ce recueil,

L'excellente carte géologique de l'Angleterre, par M. Greenough, nous a également fourni un grand nombre d'indications qui nous ont été de la plus grande utilité pour diriger et coordonner nos observations.

En relisant cette notice après sa première rédaction, nous avons pensé que nos lecteurs sentiraient aussi le besoin de consulter cette carte, pour suivre nos descriptions géologiques et reconnaître la position relative des mines et des districts de mines dont nous parlons; mais comme cette carte est peu répandue en France, nous nous sommes déterminés à joindre à notre travail une copie de l'extrémité Sud-ouest du Cornouailles, qui comprend la partie la plus intéressante du pays que nous décrivons.

C'est la réunion de ces divers matériaux, réunion dont nos propres observations ont été l'occasion, et forment, pour ainsi dire, le cadre, que nous donnons au public, dans l'espérance d'attirer davantage l'attention sur une contrée si digne, à tous égards, de celle des personnes qui s'occupent spécialement de l'art des mines, et dont cependant aucune description de ce genre n'a encore paru.

Division. Nous diviserons cette notice sur le Cornouailles en quatre parties.

Dans la *première* nous décrirons la constitution minérale du Cornouailles et du Devonshire, qui lui est adjacent, la nature des roches, les phé-

qu'ayant souvent réuni ensemble, dans cette notice, des indications extraites de plusieurs mémoires, ou les ayant fondues avec les résultats de nos propres observations, il ne nous a pas toujours été possible de citer les auteurs dont nous avons emprunté ces divers documens.

nomènes géologiques qu'on y observe, et les caractères de gisement des minerais métalliques qui y sont exploités.

La *seconde* sera consacrée à faire connaître les différens modes d'exploitation que l'on emploie suivant la nature du gisement.

La *troisième* aura pour objet la description de la *préparation mécanique* que l'on fait subir aux *minerais d'étain*, et leur *traitement métallurgique*, tel qu'il a lieu en Cornouailles.

Enfin, dans la *quatrième*, après avoir indiqué les différens gisemens du cuivre, tant en Angleterre qu'en Écosse et en Irlande, nous ferons connaître les diverses opérations de la *préparation mécanique* et du *traitement métallurgique* des *minerais de cuivre* du Cornouailles, suivant la méthode pratiquée dans le pays de Galles, où on les transporte au sortir des mines, à cause du bas prix du combustible dans cette dernière contrée.

PREMIÈRE PARTIE.

Constitution minérale et gîtes de minerais.

La presque île du Cornouailles présente deux terrains différens. L'un, qui occupe principalement son extrémité Sud-ouest, est composé de granite et de roches schisteuses, et doit être rangé dans les terrains primitifs, ou du moins dans les terrains de transition les plus anciens; le second, qui forme le Nord-est du Cornouailles, le Nord du Devonshire et les parties de ces deux comtés qui avoisinent Plymouth, est un terrain de transition, composé principalement de grauwacke et de calcaire esquilleux alternant quelquefois ensemble; il présente beaucoup de points d'analogie

avec les terrains de transition de la Bretagne, des Pyrénées et de la Tarentaise.

Les filons métallifères, si nombreux dans cette contrée, ne sont pas indistinctement distribués dans ces deux terrains. Nous avons donc pensé que pour atteindre le but principal que nous nous sommes proposé dans ce travail, qui est de faire connaître les gîtes des minerais métalliques, il convenait de donner d'abord un aperçu général sur cette partie Sud-ouest de l'Angleterre, et de décrire ensuite avec détail le terrain métallifère proprement dit, ainsi que les différentes manières d'être des métaux. Cette idée nous a conduits à diviser cette partie géologique de notre travail en quatre sections.

Dans la *première* nous indiquerons la forme et la nature de la partie Sud-ouest de l'Angleterre.

Dans la *seconde*, nous nous occuperons spécialement de la constitution géologique du terrain métallifère, qui est composé de granite et de roches schisteuses.

Dans la *troisième*, nous développerons les rapports géologiques qui existent entre ces deux roches.

Enfin la *quatrième* sera consacrée à la description des différents modes de gisement de l'étain et du cuivre.

I. Idée générale du sol de la partie Sud-ouest de l'Angleterre.

Aspect du
pays.

§ 1. — La partie de l'Angleterre située entre *Bridge-water*, *Tor-bay* et le cap *Land's-end*, qui comprend le comté de Cornouailles, la presque totalité de celui de *Devon* et la partie occi-

dentale de celui de *Sommerset*, présente un terrain ondulé, composé de collines arrondies et de petits plateaux que séparent des vallées peu profondes. Son sol, assez ingrat, exposé de toutes parts aux influences de la mer, est peu favorable à l'agriculture et même à la végétation en général. On y voit des étendues considérables sans culture et sans arbres, recouvertes seulement de bruyères, d'ajoncs, de tourbes, et, de distance en distance, de pâturages peu productifs. Certains cantons, dont la surface est plus inégale et plus élevée au-dessus de la mer que celle des cantons voisins, se font sur-tout remarquer par la stérilité de leur sol.

§ 2. — Ces divers districts élevés, composés de granites, forment, comme on le voit sur la carte, des espèces d'îlots disposés à-peu-près sur une ligne droite, qui se dirige de l'Ouest-sud-ouest à l'Est-nord-est, depuis le district du *Land's-end* et même depuis les îles Sorlingues, jusqu'au *Dartmoor-forest*, et constituent ce qu'on appelle la *chaîne ochrinienne*. Ces montagnes non-seulement dominent les contrées environnantes, mais elles forment encore les sommités les plus élevées de ce pays. Nous en citerons quelques-unes, pour donner une idée de leur hauteur.

		pieds angl.	mètres.
Hens-barrow-down.	} Cornouailles.	1054	311
Brown-willy		1368	411
Kit-hill		1067	320
Cowland-hill or Beacon.	} Devonshire.	1792	530
Em-head		1131	340
Rippon-tor		1549	466

Ces sommités ne trouvent de rivales dans cette partie de l'Angleterre que dans les montagnes de *grauwacke* du Nord du Devonshire, et de l'Est

du Sommersetshire, dont plusieurs atteignent de 15 à 1700 pieds et même au-delà.

Granite.

§ 3. — Les sommets de ces montagnes granitiques sont généralement arrondis, et présentent, sur leurs pentes peu rapides ou au pied de leurs escarpemens, des réunions considérables de blocs de granite, qui font connaître d'avance la nature du terrain. Des fragmens plus ou moins gros de ce même granite sont aussi épars dans le reste de ces cantons, où ils frappent peu la vue, étant à moitié cachés par la bruyère; mais on les voit reparaître dans toutes les portions un peu moins ingrates et qu'on a défrichées, parce qu'alors, pour en débarrasser les champs, on les a transportés à leurs limites et rangés en petits murs, qui leur servent de clôture.

Roches schisteuses. — Leurs rapports généraux de position avec le granite.

§ 4. — Les protubérances granitiques dont nous venons de parler forment comme autant de noyaux, autour desquels se groupent les roches qui constituent le reste du pays. Chaque protubérance granitique est environnée par une bande de schiste argileux, verdâtre, passant quelquefois au schiste talqueux ou au schiste amphibolique. Les couches de ce schiste plongent dans le même sens que la surface extérieure des masses granitiques, sur laquelle elles paraissent s'appuyer. Ces roches schisteuses constituent des régions plus basses, plus unies et moins incultes. La surface du sol, couverte d'une certaine épaisseur de terre végétale, ne présentant pas de blocs épars, et rarement des rochers saillans, on n'aurait aucune idée de la nature des roches qui le composent, si les escarpemens naturels que présentent les côtes, les bords des rivières, les ravins et les coupures artificielles,

ne faisaient connaître que ces roches sont généralement schisteuses.

Les cantons les plus fertiles sont, en général, ceux qui avoisinent la ligne de jonction des roches schisteuses avec le granite, et où la terre végétale est formée des débris mélangés des deux roches.

§ 5. A une distance plus ou moins grande du granite, ces schistes sont recouverts par des grauwackes communes et schisteuses, passant au schiste argileux, et contenant des couches subordonnées de calcaire. Ces couches constituent, presque à elles seules, le Nord-est du Cornouailles, le Nord du Devonshire, et les parties de ces deux comtés, qui avoisinent Plymouth; elles occupent en outre un espace d'une certaine étendue dans le Midi du Cornouailles, entre *Truro* et *Grampound*, où elles paraissent y être déposées comme dans un bassin. Ces roches, postérieures au véritable killas, s'étendent, au Midi, jusqu'à la mer, et au Nord, jusqu'à Saint-Michel. Quelques lambeaux détachés de ce même système s'observent jusqu'à *Podstonet Tintagal-Castle*. Dans les environs de ce dernier point, la grauwacke, très-bien caractérisée, contient des impressions végétales. On n'a jamais indiqué ni cuivre ni étain dans la grauwacke. Les grands filons Est et Ouest, sur lesquels sont ouvertes presque toutes les mines du Cornouailles, paraissent se terminer à la hauteur de *Truro*, vers la limite occidentale du dépôt de grauwacke dont nous parlons. Il paraît, dit M. Carne, « que si, dans quelques points, les filons se prolongent dans la grauwacke, ils se divisent bientôt en petites branches et disparaissent; mais, continue-t-il, on n'a pu reconnaître

Grauwacke et calcaire.

Ni cuivre ni étain dans la grauwacke.

clairement leur manière de se comporter dans cette circonstance, parce que le passage du vrai killas à la grauwacke est graduel et insensible. A la hauteur de Grampound, c'est-à-dire vers la limite occidentale de la grauwacke, on voit les exploitations reparaître en même temps que le killas. En supposant, comme nous venons de le dire ci-dessus, que la grauwacke soit déposée dans un bassin creusé dans le killas, on serait conduit à regarder les filons qui se trouvent à l'Est de Grampound comme le prolongement de ceux exploités à l'Ouest de Truro, avec lesquels ils correspondent pour la direction.

Plomb et antimoine dans la grauwacke. Quoique la grauwacke soit dépourvue d'étain et de cuivre, elle n'est pas cependant entièrement stérile; car il est probable que les mines de plomb de Garras et de Pantin-glaze et le filon d'antimoine de Huel-boys sont dans cette roche.

Serpentine et Euphotide. § 6. — Outre les roches que nous venons de citer, il existe aussi dans le Cornouailles des serpentines et des euphotides associées à des roches talqueuses et amphiboliques. Ce système, qui compose la presque île à l'extrémité de laquelle se trouve le cap Lizard, n'a présenté aucun gîte de minerai jusqu'ici exploitable.

Analogie avec la Bretagne. § 7. — En terminant cet aperçu général de la constitution géologique du Cornouailles, nous ferons remarquer que cette province anglaise présente une foule de rapports avec la Bretagne, tant par la nature et les autres caractères de son sol, composé aussi principalement de granite, de roches schisteuses et de grauwacke, que par sa position géographique à l'entrée du détroit de la Manche.

Cette ressemblance existe également dans la sinuosité et la disposition des côtes des deux pays, qui, présentant des havres excellens, ont donné

lieu de part et d'autre à l'établissement de plusieurs ports militaires importants, qui ont été pour les contrées environnantes une source de prospérité.

Néanmoins, sous le rapport des avantages dus à la nature du sol, le Cornouailles est bien plus favorisé. Ses nombreuses mines d'étain et de cuivre ont formé des centres d'activité et d'industrie qui manquent à la Bretagne, où l'on n'a jusqu'à présent reconnu que de faibles indices d'une richesse souterraine analogue.

Les travaux des mines, le mouvement qu'elles font naître, interrompent en Cornouailles la monotonie du tableau que présente un pays presque isolé, peu fertile et incomplètement cultivé, et lorsque le voyageur approche des cantons où l'on exploite les mines, il est averti de loin de leur existence par les monceaux de décombres qui couvrent le sol autour des orifices des puits, et par la fumée des machines à vapeur qui servent à élever les eaux et les matières extraites.

II. Constitution géologique du terrain métallifère.

§ 8. — Les dépôts d'étain et de cuivre existent dans le granite et dans les roches schisteuses qui l'entourent de tous côtés. Le premier de ces métaux se trouve aussi disséminé en stockwerks ou petits filons dans un porphyre, lequel forme, lui-même, au milieu des roches schisteuses et du granite, des filons proprement dits, très-puissans, qui coupent quelquefois les filons métallifères, ou dérangent leur allure.

Il en résulte que les mineurs du Cornouailles travaillent toujours soit dans le granite, soit dans le schiste argileux verdâtre, soit dans le porphyre; aussi leur langage technique ne présente que

Roches dans lesquelles existent l'étain et le cuivre.

trois noms de roches, qui sont *growan*, *killas* et *elvan*.

Définition
des noms de
growan, de
killas et
d'*elvan*.

§ 9. — Le nom de *growan* est employé pour désigner les roches granitoïdes, soit intactes ou dans leur état de solidité naturelle, soit décomposées.

On appelle *killas* toutes les roches schisteuses en général et plus particulièrement le schiste argileux verdâtre, dans lequel sont ouvertes les plus riches exploitations de cuivre et d'étain.

Enfin, le nom d'*elvan* comprend en général les masses étrangères qui se rencontrent dans le granite ou le schiste argileux, et qui dérangent soit les allures des filons, soit même seulement la stratification de la roche. Il a par suite été appliqué à des roches de nature et de gisement très-divers, telles que du granite d'une composition et d'un grain différens de ceux du granite qui les encaisse, et à des masses de roches chloritiques, quarzeuses et quarzo-chloritiques très-dures; mais il se rapporte, dans le plus grand nombre de cas, à des porphyres feldspathiques qui constituent des filons bien prononcés.

Description
de l'*elvan*.
Porphyre
feldspathi-
que.

§ 10. — La pâte et la plupart des cristaux de ces porphyres sont toujours de feldspath; on y voit aussi très-souvent des grains presque amorphes de quartz hyalin et de petits amas rayonnés, ou des cristaux imparfaits d'amphibole, d'un vert sombre. La pâte feldspathique est ordinairement d'un rouge ou d'un bleu pâle et sale, souvent aussi jaunâtre; mais cette dernière couleur paraît due à la décomposition. Dans certaines parties de ces masses feldspathiques, les cristaux disparaissent et il ne reste qu'un feldspath compacte, rougeâtre, que les minéralogistes

anglais appellent *hornstone-porphry*, et qui paraît en effet se rapporter au *hornstein-porphry* des minéralogistes de Freyberg.

Nous n'entrerons pas ici dans plus de détails sur l'*elvan*, dont nous aurons occasion de parler plus particulièrement, en décrivant les filons de cette substance qui traversent le granite et le *killas*. Nous avons voulu seulement donner dès à présent une idée abrégée de ces porphyres, afin de ne pas interrompre ensuite la description des roches de granite et de *killas*, qui forment essentiellement la masse principale du terrain. (Voir § 23.)

§ 11. — Le granite, qui forme, comme nous l'avons déjà indiqué (§ 3), une suite de groupes de collines situées assez exactement sur une même ligne, dirigées de l'Ouest-sud-ouest à l'Est-nord-est, depuis le cap *Land's-end* jusqu'au Dartmoor-forest, présente peu de variété dans sa composition. Il est en général à gros grains et souvent porphyrique. Le feldspath est généralement d'un blanc sale ou d'un rose pâle; le quartz, qui est presque transparent, est d'un blanc grisâtre, et le mica passe, par des nuances insensibles, du noir au blanc. La proportion de ces trois éléments est variable, le feldspath domine ordinairement beaucoup; les cristaux de cette substance, qui donnent fréquemment au granite la structure porphyrique, sont souvent très-larges, et présentent une teinte différente de celle des autres parties feldspathiques. Lorsque la roche reste long-temps exposée à l'air, ces cristaux finissent par s'en détacher par l'effet de la facile décomposition de la masse. Cette décomposition s'opère en effet avec tant de facilité, que les masses granitiques sont toujours décomposées jusqu'à

Description
du granité.

plusieurs mètres de leur surface, excepté dans les parties qui sont journellement baignées par les eaux. On profite de cette circonstance, soit pour y ouvrir des carrières de sable, soit pour y creuser des caves et même des habitations.

En plusieurs points, le granite du Cornouailles est extrêmement friable, par une raison indépendante de cette décomposition superficielle, c'est que tout son feldspath se trouve à l'état de kaolin. Cette substance argileuse est exploitée, aux environs de Saint-Austle, pour les fabriques de porcelaine du Staffordshire.

Si l'on fait abstraction des dépôts de minerais métalliques, la tourmaline est presque la seule substance étrangère que le granite du Cornouailles renferme d'une manière un peu abondante, encore est-il très-rare de rencontrer ce minéral dans l'intérieur des masses granitiques. On ne le trouve ordinairement que disséminé ou tapissant des cavités dans les parties du granite qui avoisinent certains petits filons de quartz et de tourmaline, qui le traversent en grand nombre dans certains endroits.

Le granite renferme aussi en quelques points du Cornouailles des cristaux de pinite.

On y a même trouvé quelquefois de l'émeraude.

La présence de ces divers minéraux, jointe à celle du kaolin, forme un point de rapprochement entre le granite du Cornouailles, et celui de certains points du centre de la France et de la Normandie; mais on doit sur-tout remarquer la ressemblance du granite ordinaire du Cornouailles avec celui de Cherbourg, qui, comme lui, se trouve en contact avec un schiste talqueux vert.

On n'a observé dans le granite du Cornouailles

Minéraux
accidentels.
Tourma-
line.

Pinite.

Émeraude.

Rapports
avec quel-
ques grani-
tes de
France.

Aucune stra-
tification.

aucune stratification. Quelquefois, à la vérité, il présente une structure tabulaire, dont on voit des exemples remarquables au mont Saint-Michel près Penzance, au Cap-Cornwall, dans les carrières de Saint-Just, etc.; avec un peu d'attention on reconnaît aisément que cette structure n'est pas le résultat d'une stratification du granite, mais d'un fendillement qu'il a éprouvé et qui a été rendu plus sensible par la décomposition: on n'aperçoit cette structure que dans le granite exposé à l'action de l'air; jamais on ne l'observe dans la profondeur ni dans les falaises, où le granite est surmonté par des roches schisteuses. Elle provient aussi fréquemment de la destruction de petits filons qui traversaient le granite (1): c'est ce qui a lieu, par exemple, dans toute la partie Ouest du mont Saint-Michel, qui est traversée par un très-grand nombre de petits filons verticaux de quartz, lesquels ont été dégradés, jusqu'à une assez grande profondeur, par l'action atmosphérique.

On ne connaît dans le granite du Cornouailles

Aucune cou-
che subor-
donnée, au-
cun passage.

(1) M. C. Prevost a cru remarquer au Lands'-end que l'apparence de stratification indiquée par des tissures coïncide avec un changement de structure dans le granite; c'est-à-dire que les lignes de séparation paraissent exister entre du granite à très-gros cristaux de feldspath blanc et du granite à grains fins dont le feldspath est rosé. Cette observation a paru à M. Prevost s'accorder avec ce qu'il avait remarqué en France et dans plusieurs localités du Cotentin, et notamment dans la falaise du port de Dielette; dans ce dernier endroit, il a distingué au moins sept bancs puissans de granites différens par la structure, la couleur, et le plus ou moins de rapprochement avec le porphyre. Ces bancs sont inclinés sous un angle de 45 à 50° au Nord-ouest, et dirigés du Sud-ouest au Nord-est, direction générale des couches.

aucune couche subordonnée proprement dite, et on ne cite qu'un très-petit nombre d'exemples d'alternances entre cette roche et les roches schisteuses qui l'avoisinent, encore est-il très-douteux que ce soient de véritables alternances dans le sens ordinaire de ce mot. On ne connaît pas non plus de point dans lequel on voie un passage minéralogique gradué du granite aux roches schisteuses qui s'appuient sur les flancs des protubérances qu'il forme. Nous reviendrons sur ce sujet en parlant des phénomènes très-remarquables qui s'observent près du point de contact des roches granitiques et schisteuses. (V. § 15.)

Description
du killas.

§ 12. — Les roches schisteuses qui constituent le sol de la majeure partie de la contrée que nous décrivons peuvent se diviser, ainsi que nous l'avons indiqué plus haut (§ 4), en deux classes distinctes ; savoir :

Deux classes
de roches
schisteuses
en Cor-
nouailles.

1°. Schiste argileux verdâtre, passant au schiste talqueux et au schiste amphibolique, et prenant quelquefois dans ses parties supérieures une texture arénacée, qui en fait une véritable grauwacke.

2°. Schiste argileux grisâtre, passant à la grauwacke et alternant avec elle, et contenant des couches subordonnées de calcaire compacte.

Peut-être les roches de la première classe passent-elles à celles de la deuxième, qui paraissent cependant constituer une formation à part et plus récente.

Peut-être aussi ces deux classes de roches sont-elles séparées l'une de l'autre par une série de dépôts calcaires, dont le calcaire esquilleux, amygdalin et souvent un peu translucide de Plymouth, ferait partie.

Quoi qu'il en soit, les schistes et les grauwackes de la deuxième classe ont toujours dans

leur cassure quelque chose de terreux qui ne permet pas de les confondre avec les roches analogues de la première. Les schistes argileux verdâtres, qui contiennent la plus grande partie des gîtes de minerai du Cornouailles, sont *le vrai killas des mineurs*, et ce sont les seules roches que nous ayons observées d'une manière assez suivie pour pouvoir espérer d'en donner une description complète.

La variété la plus commune du *killas* est un schiste argileux, médiocrement dur, assez fissile, à feuillet le plus souvent plans, quelquefois contournés, souvent un peu luisans à la surface, et dont la couleur varie du vert d'herbe clair au gris verdâtre et au gris bleuâtre ; quelquefois il passe au schiste talqueux, présente des noyaux de quartz blanc, et rappelle le schiste talqueux le plus ordinaire des Alpes ; quelquefois aussi il passe à l'amphibole schisteux d'un vert sombre. En outre, il présente, en divers points, des masses d'un grunstein tantôt grenu, tantôt compacte, qui paraît y former des amas.

En approchant des masses granitiques sur lesquelles il s'appuie, et vers lesquelles ses couches se relèvent, le schiste argileux devient généralement plus dur, moins fissile et beaucoup plus tenace. Il présente alors des variétés nombreuses, qui paraissent être des passages soit à l'amphibole schisteux, soit à une roche feldspathique, tantôt compacte, tantôt schisteuse et micacée, soit même à une espèce de gneiss.

III. *Rapports géologiques entre le granite et le killas.*

§ 13. — Le *killas* enveloppe presque de toutes parts les protubérances granitiques, dont il n'est jamais séparé par aucune autre formation. On

Variété la plus commune de *killas*.

Variétés accidentelles.

Aucun passage, ou dégradation insensible de l'une à l'autre roche.

n'observe pas entre ces roches, comme dans plusieurs pays, et notamment en Saxe, un passage par dégradations insensibles. Ce passage, qui a lieu au moyen du gneiss et du mica-schiste, roches qui participent à-la-fois de la structure du granite et du schiste argileux, lie ensemble les membres extrêmes des terrains primitifs. Outre cette relation, on voit encore dans ces contrées les roches contiguës alterner entre elles, circonstance qui porte à conclure que leur origine est due au même ordre de causes, et qu'il n'y a pas eu de changemens brusques entre la formation d'aucune d'entre elles.

Alternatives très-rarcs.

Le granite et le killas du Cornouailles ne présentent jamais le premier caractère de contemporanéité, et que très-rarement le second, si toutefois il existe dans ce pays. En effet, on ne cite qu'un ou deux exemples de l'alternative de ces deux roches, encore ne paraissent-ils pas très-bien constatés. Cette espèce d'indépendance du granite et du killas a fait supposer à plusieurs géologues qu'il s'est écoulé un laps de temps considérable entre leur formation; quelques-uns ont admis que le killas, déposé depuis longtemps en couches horizontales, a été soulevé par le granite qui est sorti des entrailles de la terre. Certains phénomènes que présentent ces terrains, dont les principaux sont la disposition du killas, qui s'appuie de tous côtés sur le granite, et l'existence des filons de granite qui traversent le killas et semblent se fondre dans la masse du granite, ont été invoqués par les Huttoniens comme des preuves irrécusables de cette hypothèse.

Nous nous contentons de faire mention ici de ces idées systématiques, dont la discussion nous entraînerait hors de notre objet; et laissant de

côté toute espèce d'induction théorique, nous nous bornerons à exposer succinctement les différens rapports qui existent entre le killas et le granite.

§ 14. — Dans tous les points où la disposition du terrain permet de voir le granite et le killas dans un petit espace, on remarque que ce dernier occupe toujours la partie supérieure (1). Les côtes qui bordent le Cornouailles nous offrent de nombreux exemples de cette superposition (2); mais c'est sur-tout dans les mines que ce phé-

Killas toujours superposé au granite.

(1) Au nord de Saint-Austle, on voit, dans un ravin, le contact du killas et du granite dans une circonstance remarquable, mais qui n'est pas en contradiction avec ce que nous venons de dire plus haut. Ces deux roches sont séparées par un plan à-peu-près vertical et dirigé de l'Est à l'Ouest. Au midi de ce plan, le sol est entièrement formé de killas, dont les feuillets, dirigés de l'Est à l'Ouest, plongent légèrement au Nord, et sont coupés nettement par la surface du granite, dans le voisinage duquel leur dureté augmente et leur fissilité diminue. Au nord du même plan, le terrain est entièrement formé de granite, qui constitue une colline considérable et paraît s'étendre à une grande distance. Dans tout ce canton, le killas devient dur, presque compacte, et offre souvent des contournemens remarquables lorsqu'on approche de la ligne qui le sépare du granite. Ces faits nous auraient probablement échappé, sans l'obligeance de M. Smith, savant géologue bavois, qu'un hasard heureux nous fit rencontrer à Saint-Austle.

(2) M. C. Prevost a eu la complaisance de nous transmettre la note suivante : A White-sand-bay, on voit, à marée basse, la jonction de la roche schisteuse amphibolique avec le granite. Celui-ci compose la falaise, et s'avance sur la plage; la roche amphibolique est le prolongement des roches de Saint-Just dans la mer. Au point de contact, les deux roches se pénètrent. J'ai vu la même disposition, les mêmes accidens au cap de *Roesel*, dans le Cotentin. Il y a identité jusque dans la direction de la ligne de jonction des deux roches; cette ligne court du Sud-ouest au Nord-est.

nomène est développé d'une manière frappante. Les principales dans lesquelles on l'observe sont les mines de *Poldice*, *Huel-unity*, *Huel-Alfred*, *Huel-gorland*, *Treskerby*, *Dolcoath*, *Cook's-Kitchen*, etc. Dans ces mines, les travaux ont découvert, sur une longueur de plus de 200 mètres, la ligne de jonction du granite et du killas. On n'y observe aucun bouleversement d'une grande étendue; le killas, seulement, paraît avoir plus de solidité à son point de contact avec le granite, où ces deux roches, suivant l'expression des mineurs, sont entrelacées sur une épaisseur de plusieurs toises. Les filons exploités dans le schiste ont été poursuivis dans le granite, sans que leur puissance, leur richesse et leur composition aient éprouvé aucune altération en passant d'une roche dans l'autre. Cette circonstance très-remarquable prouve, d'une manière certaine, que si le granite est postérieur au killas, sa formation est antérieure à celle des filons, qui elle-même remonte à une époque très-reculée dans l'âge des terrains.

L'alternative, rare à la vérité, qui existe entre les parties extrêmes des formations de granite et de killas, si elle est bien constatée, semblerait nous indiquer que ces deux formations sont presque contemporaines. C'est sur-tout dans la mine appelée *Cook's-Kitchen* (1) qu'on a observé ce phénomène. « Le granite s'étend à la profondeur de 30 mètres (15 fath.) (2) de la

(1) Extrait d'un mémoire de M. John Hawkins, inséré dans le deuxième volume des *Transactions* de la Société géologique du Cornouailles.

(2) Afin d'avoir des mesures en nombres ronds, nous avons toujours supposé que le fathom équivalait à 2 mètres, quoique sa longueur soit seulement de 1^m,848.

Caractères
de leur jonction.

Les filons du
killas se prolongent
dans le granite.

Exemple de
l'alternation
du granite et
du killas.

surface au côté sud du filon, et recouvre le killas, qui forme une couche de 76 mètres (38 fath.) d'épaisseur, à laquelle succède une couche de granite de 6 mètres (3 fath.) de puissance. Il existe encore une couche de killas, puis le granite forme la masse du terrain dans lequel le filon est exploité. » Cet exemple remarquable d'alternative ne paraît pas se prolonger sur une grande étendue, puisqu'elle n'est pas indiquée dans les mines voisines. Les partisans de la théorie de Hutton ont pensé que peut-être cette alternative n'était qu'apparente, et qu'elle n'était que le résultat de masses de granite qui auraient rempli des cavités existant dans le killas.

§ 15. — L'intérieur des masses de granite et de killas renferme peu de minéraux étrangers; mais il existe une grande variété d'espèces minérales sur les bords de ces roches, et sur-tout dans les parties qui, par leur altération, annoncent le voisinage de masses d'une autre nature. Ces minéraux sont rarement disséminés dans la roche; ils s'y trouvent en veines, en amas, en petits filons et même en véritables filons. C'est près de la ligne de jonction des deux terrains que l'on observe tous les stockwerks, les amas et la plupart des filons stannifères. Ces derniers se prolongent souvent de l'une des deux roches dans l'autre. C'est aussi près de cette ligne que se trouvent les localités du Cornouailles les plus célèbres par le nombre des variétés minérales qu'elles ont fournies, telles, par exemple, que la paroisse de Saint-Just.

On observe souvent dans le granite, près de sa jonction avec le killas, un grand nombre de petits filons dont la masse est formée de quartz et de tourmaline (*shorl-rock* des Anglais). Ces petits filons et le granite qui les encaisse pré-

Grande variété de minéraux près de la jonction des deux roches.

Petits filons et amas pierreux dans le granite au voisinage du killas.

sentent souvent une ligne nettement tranchée ; mais souvent aussi les deux roches semblent se fondre et passer de l'une à l'autre ; quelquefois ce shorl-rock atteint un volume considérable et paraît constituer de véritables amas au milieu du granite. Ces amas sont, dans quelques cas, stannifères, ainsi que nous aurons occasion de le dire plus bas.

Petits filons stannifères et pierreaux dans le granite aux approches du killas. § 16. — Les parties du granite qui avoisinent le killas contiennent aussi de petits filons de quartz et de tourmaline souvent plus ou moins stannifères, quelquefois assez nombreux pour former des stockwerks exploitables ; enfin, les parties du granite voisines du killas présentent en quelques points, comme au mont Saint-Michel, près de Penzance, de petits filons ou filons de quartz qui contiennent à la-fois de la tourmaline, du wolfram, de l'étain oxidé, des topazes, de la chaux phosphatée et quelques minerais de cuivre.

Les petits filons de quartz et de tourmaline, et les petits filons stannifères ne se trouvent pas exclusivement dans le granite ; il en existe aussi un très-grand nombre dans les parties du killas qui avoisinent le granite, et ils y sont accompagnés de veines, d'amas et même de couches des mêmes substances. Nous donnerons plus bas des détails plus circonstanciés sur ce sujet, en parlant des gîtes de minerais. (V. § 20.)

Petits filons analogues dans le killas aux approches du granite. § 17. — On trouve en outre dans les mêmes parties du killas beaucoup de petits filons, de veines et d'amas de quartz, de feldspath, de mica, de chlorite, d'actinote, de grenat, d'axinite, d'asbeste, de prehnite, d'épidote, de topaze et d'autres minéraux ; qui sont généralement rares dans les autres parties de ce terrain. Ces minéraux sont

quelquefois réunis plusieurs ensemble et accompagnés d'étain oxidé. L'un des exemples les plus remarquables de ces singulières agglomérations de minéraux est le rocher dans lequel est creusé le puits de descente de la mine de Bottalack, située près du cap Cornwall. Ce rocher, appelé *Crown-Rock*, est principalement formé de quartz, de tourmaline, d'amphibole, de grenat et d'axinite compacte, qui alternent par veines, ayant de quelques lignes à quelques pouces de puissance, et paraissent constituer un amas dans le killas, qui est ici amphibolique.

Quoique les grands filons d'étain paraissent indépendans des gîtes de minéraux que nous venons de citer, il est remarquable que les cantons où ces minéraux sont les plus abondans sont en même temps les plus riches en filons stannifères.

Plusieurs des petits filons, des amas et des veines que nous venons d'indiquer, se trouvent indifféremment dans le granite et le killas ; et comme, d'après leurs caractères, ils paraissent s'être formés à une époque où les roches dans lesquelles on les observe n'avaient pas encore le degré de consistance qu'elles présentent aujourd'hui, plusieurs géologues se croient autorisés à penser que si le granite est postérieur au killas, ainsi que quelques personnes l'ont avancé, les causes qui l'ont produit ont agi à une époque très-peu différente de celle où le killas a été déposé.

§ 18. — Dans plusieurs localités du Cornouailles on observe de petits filons de granite (1) qui traversent le killas, et qui coupent même des filons de quartz existant dans ce killas. La présence de

(1) Nous nous servons de l'expression de *petits filons*, le granite ne formant pas de véritables *filons*.

ces petits filons, qui, pour la plupart, paraissent appartenir à la masse du granite, dans laquelle ils se fondent, semble, au premier abord, mener à une conclusion différente. En effet, si ces masses granitiques sont de véritables filons, et si elles appartiennent réellement au corps du granite, on serait conduit à conclure que cette roche non-seulement serait postérieure au killas, mais qu'elle le serait même aux filons quarzeux.

Ces petits filons de granite sont très-nombreux; on en a déjà observé dans quatorze localités différentes du Cornouailles (1) : les deux exemples les plus remarquables sont ceux que l'on voit à un mille Est de Trewavas-Head, paroisse de Brea-ge, et au mont Saint-Michel. Nous allons indiquer ces deux exemples, parce qu'ils présentent des circonstances différentes.

Petits
filons de
Trewavas.

Les petits filons de *Trewavas* sont les plus puissans; ils sont également les plus réguliers : on les

(1) Ce phénomène géologique n'est pas particulier au Cornouailles; divers géologues ont cité de pareils filons en plusieurs points de l'Écosse et de l'Allemagne. Dernièrement, M. Boué, dans un mémoire fort intéressant sur la géologie du Sud-ouest de la France, inséré dans les *Annales des sciences naturelles*, a indiqué que ces filons granitiques sont abondamment répandus dans les Pyrénées, et la description qu'il donne de ceux qui existent dans la vallée de Lacour, de Cierp et de Loucrup, se rapporte exactement avec les caractères des petits filons de granite du Cornouailles, à l'exception que, dans cette dernière localité, les petits filons sont dans un schiste argileux, tandis que dans les Pyrénées ils traversent du gneiss et du mica-schiste. M. Constant Prevosten avait également observé de très-remarquables sur la côte occidentale du département de la Manche, et dans le dernier voyage que cet habile observateur a fait dans le midi de l'Angleterre, il a été frappé de l'analogie qui existe entre les filons du mont Saint-Michel et ceux qu'il avait vus plusieurs années auparavant dans le Cotentin.

voit se dessiner en blanc sur l'escarpement vertical que forme le killas sur cette côte. Ils sont presque verticaux; quelques-uns ont 8 pieds de puissance : leur direction est à-peu-près Nord et Sud; ils plongent rapidement vers l'Est. Plusieurs de ces petits filons se réunissent à leur partie supérieure, et paraissent se fondre dans une masse de granite d'une épaisseur de 40 pieds qui repose horizontalement sur le schiste. La difficulté de gravir ce rocher couvert de bruyère a empêché de constater la relation de ce granite avec les filons; mais il est probable que ce granite est le résultat de leur réunion.

Quelques-uns de ces petits filons renferment des fragmens de schiste (1) : ils contiennent tous une grande quantité de quartz et très-peu de mica.

Le *mont Saint-Michel*, situé dans l'anse formée par la baie de Penzance, est élevé à-peu-près de 231 pieds au-dessus de la mer; sa base peut avoir un mille de circonférence; il est composé de granite, à l'exception de quelques lambeaux de roche schisteuse, qui reposent sur sa base au Nord, au Nord-est, et sur une partie de sa pente au Nord-ouest. Cette roche schisteuse contient dans quelques parties beaucoup de mica, et ressemble au mica-schiste ou au gneiss : elle plonge vers le Nord et vers le Nord-est, sous un angle de 20° avec l'horizon, de façon qu'elle paraît s'appuyer de tous côtés sur le granite.

La superposition du killas sur le granite est distincte en quelques points; dans d'autres au contraire, ces roches sont tellement entrelacées, qu'il est impossible de dire à laquelle certains

Petits
filons du
mont Saint-
Michel.

(1) Les petits filons de granite du Cotentin présentent exactement les mêmes circonstances.

blocs appartiennent. A la jonction avec le granite, qui a lieu sur le rivage, au Nord-ouest et au Nord-est du mont, on voit le killas traversé par des filons de granite, et le granite lui-même contenir des fragmens (*patches*) de schistes. Ces petits filons ont peu de largeur, la plupart n'excèdent pas 8 à 10 pouces; ils courent parallèlement les uns aux autres, et sont verticaux: en suivant ces filons, on les voit se perdre dans le granite, duquel on peut supposer que ce sont les embranchemens. Cependant la composition du granite des filons ne paraît pas exactement la même que celui de la masse; il est à grains plus fins, contient une très-grande quantité de quartz, très-peu de mica, et souvent même il en est entièrement privé. Cette différence dans la composition varie, au reste, avec la puissance des filons. Elle est moins grande quand les filons sont plus épais et qu'ils sont rapprochés de la masse du granite, dans laquelle ils se fondent par un passage insensible. Il paraît difficile d'expliquer cette différence, si on suppose que les filons de granite que l'on observe dans le schiste ne sont autre chose que des arêtes granitiques qui n'ont pas été détruites, et autour desquelles le schiste s'est déposé.

Filons de quartz dans le killas et le granite au mont Saint-Michel. Outre ces petits filons de granite, il existe différens filons de quartz qui coupent les feuillets du schiste, et dont quelques-uns se prolongent également dans le granite; mais les uns sont coupés et rejetés par les filons de granite, tandis que les autres coupent et rejettent les premiers filons de quartz et ceux de granite. Ces filons de quartz sont très-petits: ils ont 2 à 5 pouces de puissance, jamais plus de 5; ils sont peu distans les uns des autres et également verticaux.

Quelquefois, mais rarement, la ligne de divi-

sion entre ces filons de quartz et la roche est très-distincte; plus souvent elle est difficile à apercevoir. La partie extérieure de ces filons est un quartz grisâtre compacte, contenant une assez grande quantité de tourmaline: dans plusieurs autres filons, la proportion de tourmaline est assez grande pour les assimiler aux veines de *Shorl-Rock*, et dans la plupart d'entre eux, cette substance est en assez grande quantité pour donner une couleur noire à leur surface extérieure. Cette abondance de tourmaline est plus grande sur les parois qu'au centre, cette dernière partie étant généralement du quartz pur cristallisé. Dans la plupart des filons, il y a au centre une fissure qui les sépare en deux parties, et dans laquelle il existe des cristaux de quartz. On trouve aussi dans ces cavités une grande quantité d'autres substances cristallisées, de la topaze, de l'étain oxidé, du mica, de l'apatite, de l'émeraude, du wolfram, de l'argent rouge, etc.

D'après la position régulière et verticale de ces filons de quartz, le granite du mont Saint-Michel présente une structure veinée analogue à des couches verticales de granite. Ce caractère se représente dans plusieurs localités, où la masse principale du granite est en contact avec le schiste, principalement à Polmear, dans la paroisse de Zennor, et dans les environs de Logan-Rock. Ces filons de quartz ont beaucoup d'analogie avec les veines de *Shorl-Rock*, dont nous avons parlé plus haut, et il serait possible que les uns et les autres eussent été formés dans les mêmes circonstances.

L'âge relatif de ces filons de granite est un sujet de discussion parmi les géologues. Ils ont été souvent cités à l'appui de systèmes opposés;

Impossibilité d'assigner actuellement l'origine de ces petits filons de granite.

mais plus on examine cette question, plus il est difficile, quant à présent, de former aucune théorie; car ces filons se présentent avec des circonstances si diverses, qu'une supposition qui s'accorde avec la disposition de quelques-uns n'est plus applicable à d'autres.

Résumé sur
ces petits
filons de
granite.

On peut résumer les différens caractères que les petits filons de granite présentent, ainsi qu'il suit:

1^o. Ils existent seulement à la jonction ou près de la jonction du granite et du schiste (1).

2^o. Ils ne sont pas métallifères.

3^o. Ils ne présentent ni direction ni position constantes: ils se dirigent tantôt de l'Est à l'Ouest, de l'Ouest-nord-ouest à l'Est sud-est et du Nord au Sud; quelquefois même ils affectent dans une même localité toutes ces directions à-la-fois.

4^o. Leurs parois et leur direction sont en général aussi droites et aussi régulières que celles de véritables filons, mais ils n'ont pas de directions constantes; souvent ils s'amincissent en s'éloignant du granite.

5^o. Leur longueur n'a jamais été reconnue.

6^o. Le granite des filons est à grains plus fins, et contient plus de quartz et moins de mica que le granite proprement dit; quelquefois même ce dernier élément manque entièrement.

7^o. Le killas, à l'approche des petits filons de granite, est plus dur et moins fissile.

8^o. Dans plusieurs localités, notamment au mont Saint-Michel, les petits filons de granite paraissent se réunir dans la masse granitique, avec laquelle ils se confondent et perdent alors entièrement les caractères de filons. On ne cite, au contraire, qu'un seul exemple où (à Carn-Silver) le

(1) Extrait d'un mémoire de M. Carne, deuxième volume des *Transactions* de la Société géologique du Cornouailles.

filon granitique coupe également le schiste argileux et le granite; mais il y a beaucoup d'autres cas où on n'a pu constater les rapports entre le granite et les petits filons, parce que leur point de jonction est inaccessible.

9^o. Quelquefois les petits filons paraissent intimement liés avec le schiste et lui être contemporains; d'autres fois, au contraire, ils présentent des parois aussi distinctes que les véritables filons.

10^o. Dans quelques localités (notamment au mont Saint-Michel), le killas est traversé par des filons de quartz, qui sont eux-mêmes coupés par les filons de granite, tandis que d'autres filons de quartz, au contraire, coupent les filons de quartz et ceux de granite.

11^o. Dans la plupart des localités, le schiste repose sur le granite sans aucune dislocation, et ces deux roches sont même entrelacées sur une certaine épaisseur.

IV. Modes de gisement des divers minerais d'étain et de cuivre.

§ 19. — On exploite en Cornouailles des minerais d'étain, de cuivre, d'arsenic, de plomb et même d'argent.

Indication
des divers
gisemens.

Les minerais d'étain se rencontrent: 1^o. en petites couches ou veines, ou en amas; 2^o. en *stockwerks* ou réunions de petits filons épars dans la roche; 3^o. en filons; 4^o. disséminés dans les dépôts d'alluvion.

Les minerais des autres métaux ne se trouvent qu'en filons; on cite cependant une mine dans laquelle on exploite des pyrites cuivreuses, qui paraissent être en *petits filons* ou *stockwerks* dans l'elvan.

Veines ou amas stannifères (tin-floors).

§ 20. — Les veines ou amas stannifères sont

de petites couches minces ou amas aplatis de minerais, de peu d'étendue, mais quelquefois assez multipliés, qui se trouvent interposés entre les couches de certaines roches et parallèlement à ces couches. Les mineurs anglais distinguent généralement ce mode de gisement sous le nom de *floors*, et lorsqu'ils y rencontrent de l'étain sous celui de *tin-floors*. On verra plus bas, § 21, qu'ils donnent également ce nom à de véritables *stockwerks*.

On connaît plusieurs de ces veines stannifères dans les parties du killas qui avoisinent le granite; il paraît qu'il en existe un grand nombre dans la bande étroite de killas qui, s'appuyant sur le granite et plongeant vers la mer, forme le rivage depuis le cap Cornwall jusqu'à Saint-Yves. Dans la mine appelée *Grill's-bunny*, près Saint-Just, on voit un de ces *tin-floors*, formé de la réunion de petites veines, qui alternent avec le schiste amphibolique ocreux, sur une hauteur de 20 mètres. Ces veines plongent de 30° vers le nord; elles ont été exploitées jusqu'à environ 80 mètres suivant leur pente, et à-peu-près sur la même étendue, suivant leur direction. Près de ces *floors* d'étain, on a observé des *floors* de tourmaline (*cockle*) d'une puissance variable, et alternant avec du schiste amphibolique (*ironstone*) (1). L'étain se trouve généralement au-dessous d'eux; ils plongent également vers le Nord; on a découvert dans ces *floors* la présence de l'axinite.

Dans la mine de Bottalack, on a trouvé un *tin-*

(1) Les mineurs du Cornouailles donnent le nom de *ironstone* (pierre de fer) aux roches amphiboliques, à cause de leur dureté; tandis que, dans les comtés où il existe un grand nombre d'usines à fer, le mot *ironstone* signifie minéral de fer.

floor dans le killas à 72 mètres (36 fath.) au-dessous du niveau de la mer; il a environ 1 pied et demi d'épaisseur, et occupe l'espace compris entre un filon principal et une ramification de ce filon; mais on n'aperçoit aucune liaison entre le *floor* et le filon.

On cite encore dans ce canton d'autres gisements d'étain, qui sont en connexion avec les filons: on en connaît d'analogues à la jonction du killas et du granite; on trouve même dans cette dernière roche des dépôts stannifères différens des filons, et souvent sans liaison avec eux, auxquels les mineurs appliquent également le nom de *floors*, mais qui peut-être ne sont pas entièrement analogues à ceux que renferme le killas.

Beaucoup de personnes ont pensé que les *tin-floors* du Cornouailles, particulièrement ceux qui se trouvent dans le killas, proviennent de la réunion de plusieurs filons, ou de l'élargissement d'un seul, ou enfin qu'ils n'en sont que des ramifications ou des appendices. Il est possible que ces conjectures soient vraies pour quelques uns de ces *tin-floors*; mais quand il existe plusieurs *floors* parallèles entre eux et avec la roche, séparés par des bancs réguliers de killas, et sans connexion apparente avec aucun filon évident, il devient assez difficile de leur appliquer aucune de ces suppositions; on est réduit à les ranger, quant à présent, dans la classe des gîtes contemporains.

Stockwerks ou réunions de petits filons stannifères.

§ 21. — Ils se trouvent dans le granite et dans le porphyre feldspathique appelé *elvan*. Les mineurs anglais ont également donné le nom de *tin-floor* à ce mode de gisement de l'étain.

C'est à tort qu'on a regardé les *tin-floors* comme des réunions de plusieurs filons.

Des *stockwerks* stannifères; ils sont dans le granite et dans l'*elvan*.

Stockwerks
stannifères
dans le gra-
nite. (Mine
de Carclase.)

Parmi ceux que renferme le granite, on remarque principalement celui sur lequel est ouverte la mine d'étain de *Carclase*, près Saint-Austle. L'exploitation est à ciel ouvert; elle laisse voir un granite friable, dont le feldspath est à l'état de kaolin, et qui est traversé par un grand nombre de petits filons composés de tourmaline, de quartz et d'un peu d'oxide d'étain, qui se dessient en noir sur la surface blanchâtre du granite. Ces petits filons se rapportent à deux systèmes principaux: les uns, dirigés à-peu-près de l'Est à l'Ouest, s'éloignent peu de la verticale; les autres, dont la direction est sensiblement la même que celle des premiers, plongent vers le Sud en faisant avec l'horizon un angle d'environ 70°; d'autres petits filons moins nombreux que les précédens traversent le granite dans diverses directions. Tous ces petits filons paraissent être contemporains; car ils se fondent les uns dans les autres aux points où ils se rencontrent. Un grand nombre d'entre eux présentent, vers leur milieu, une fente qui contient des cristaux de tourmaline, et quelquefois du talc verdâtre; les parois de la fente sont principalement formées d'un mélange de tourmaline amorphe et de quartz contenant des grains assez informes de talc verdâtre. Quand la fente manque, le milieu du petit filon est de cette nature: de part et d'autre du milieu du petit filon, la proportion de la tourmaline diminue, et on aperçoit les élémens du granite, qui ne paraissent plus agglutinés que par du quartz; plus loin encore, le granite est friable, et rien ne le distingue plus du reste de la masse qui sépare deux petits filons voisins. La puissance de ces petits filons, y compris le granite solidifié qui y adhère, n'excède jamais six pouces et est souvent

beaucoup moindre: toute cette masse est parsemée de petits cristaux d'un brun rougeâtre et un peu transparens d'étain oxidé. Nous avons remarqué des fragmens de ces petits filons stannifères épars sur la surface du sol, à une assez grande distance à l'Ouest de cette mine, ce qui prouve que le gîte s'étend dans cette direction; vers le Midi, au contraire, il se termine à peu de distance; car en descendant de ce côté vers la mer, on se trouve en très-peu de temps sur le killas, qui, comme cela arrive en général dans le voisinage du granite, présente une assez grande dureté: nous en avons remarqué des fragmens très-durs, peu fissiles, presque compactes et qui présentaient des contournemens très-brusques et très-compiqués.

On connaît plusieurs autres stockwerks stannifères d'une étendue beaucoup moins considérable dans le granite qui supporte immédiatement le killas dans la paroisse de Saint-Just; on les exploite concurremment avec des filons qui les avoisinent et dont l'exploitation a conduit à les découvrir; ils reçoivent souvent des ouvriers le nom de *tin-floors*.

L'oxide d'étain concrétionné (*wood-tin*; étain xyloïde, étain de bois) paraît, d'après M. Magendie, se trouver dans des gisemens analogues: on sait qu'il se trouve le plus souvent roulé dans les alluvions d'étain:

Ces petits filons de quartz et de tourmaline, mêlés de minerai d'étain, paraissent être assez nombreux dans le Cornouailles; mais on ne cite que le stockwerk de Carclase où l'oxide d'étain ait été trouvé disséminé en assez grande proportion pour permettre de l'exploiter avec bénéfice.

Il existe, au contraire, un assez grand nombre de mines dans lesquelles le minerai d'étain se

Autres pe-
tits stock-
werks stan-
nifères dans
le granite.

Gisement de
l'étain xy-
loïde
(*wood-tin*).

Stockwerks
stannifères
dans l'elvan.

Mine
de Wherry.

trouve en petits filons épars dans l'elvan; de ce nombre était la mine de Wherry, aujourd'hui abandonnée, ouverte sur le rivage entre Penzance et Newlin. Le gîte consistait en une infinité de petites veinules stannifères, disséminées dans un filon d'elvan de plusieurs mètres de puissance, qui traverse le killas.

Mine de Tre-
widden-ball.

La mine de Trewidden-ball, dans la paroisse de Madron, est un exemple remarquable du même genre de gisement (1): le terrain dans lequel l'exploitation est ouverte consiste en masses aplaties d'elvan, séparées par des couches de killas, qui plongent vers l'Est-nord-est, sous un angle considérable. C'est dans ces masses d'elvan que le minerai d'étain se rencontre en petits filons, dont la puissance varie depuis un demi-pouce jusqu'à 8 ou 9 pouces, et qui sont si irréguliers et si interrompus, qu'il est difficile de déterminer, soit leur direction, soit leur inclinaison.

Ces petits filons paraissent fréquemment diverger d'une masse centrale, comme les racines d'un arbre divergent de son tronc; le minerai d'étain qu'on y trouve est en masses très-solides et assez étendues: sa gangue est en général plus ou moins quarzeuse; quelquefois, quoique rarement, il est mélangé de tourmaline en masse (cockle). C'est précisément cette variété d'étain oxidé qu'on trouve à Roche et à Saint-Denis, et qui se distingue par la cristallisation colonnaire; sa pesanteur spécifique et sa teneur en étain sont moindres que celles d'aucun autre minerai d'étain.

Les masses d'elvan dans lesquelles ces petits filons se trouvent ont, chacune, de 2 à 3 pieds de puissance. Le porphyre qui les compose est blanc,

(1) Extrait d'un Mémoire de M. Haykins, 2^e. vol. des *Transactions* de la Société géologique du Cornouailles.

et reçoit en ce lieu le nom de *tin-mother*, MATRICE DE L'ÉTAÏN; à mesure qu'elles descendent, elles paraissent se rapprocher les unes des autres, et les couches de killas deviennent plus minces; les dernières sont même quelquefois terminées en forme de coin, par la réunion de deux masses d'elvan; circonstance qui fait espérer que plus bas les différentes masses d'elvan seront réunies, et qu'elles ne formeront qu'un seul massif, qui présentera à-la-fois tous les petits filons ou *floors* d'étain.

Divers filons coupent ces *floors* stannifères: un d'eux, appelé *tangy-course*, composé de quartz et variant de $\frac{1}{4}$ de pouce à 8 pouces de puissance, court du Nord-ouest au Sud-est, en traversant les *tin-floors* et les enrichissant. Quelques autres filons peu puissans de quartz courent dans ces *floors* et les enrichissent ordinairement: deux d'entre eux, appelés *orchard-courses*, courent à-peu-près Est et Ouest; il y a en outre quelques filons peu considérables de tourmaline (cockle), qui coupent les *tin-floors* et plongent vers le Sud de 50 à 40°.

Des filons du Cornouailles en général.

§ 22.—Les filons métallifères ne sont pas également répandus sur la surface du Cornouailles et de la partie du Devonshire, dont nous faisons connaître la constitution géologique; ils sont groupés dans trois cantons, savoir:

- 1°. Dans la partie Sud-ouest du Cornouailles, au-delà de Truro;
- 2°. Aux environs de Saint-Austle;
- 3°. Aux environs de Tavistock, en Devonshire.

Le premier de ces groupes est le plus riche en exploitations; c'est aussi celui qui a été le plus étudié, et presque tout ce que nous dirons

Position
géogra-
phique des
filons du
Cornouail-
les.

sur les filons du Cornouailles se rapportera plus particulièrement à ceux de ce canton.

Les mines d'étain et de cuivre n'y sont pas indifféremment distribuées : les premières se trouvent en plus grand nombre à son extrémité Sud-ouest, dans la paroisse de Saint-Just, près du cap Cornwall, tandis que les mines de cuivre sont groupées principalement aux environs de Redruth, situé près de l'extrémité Est de ce district.

La position de ces deux genres de mines est en rapport avec la constitution géologique du pays. Le canton qui abonde le plus en mines d'étain est principalement granitique, et celui des mines de cuivre est formé de killas, comme on peut le voir sur la carte : ainsi l'observation de la position des mines indique que l'étain a plus de relation avec le granite que le cuivre n'en a avec cette roche. Au reste, il ne faut pas prendre ces rapprochemens d'une manière absolue; ils sont sur-tout exacts, si nous considérons le nombre des filons et non leur richesse : ainsi les filons d'étain, très-nombreux dans le granite, le sont moins dans le killas; mais la plupart de ceux exploités dans cette roche, comme dans les environs de Breage, de Helston, de Camborne et de Saint-Agnès, sont riches, et donnent naissance à des exploitations importantes.

Les filons de cuivre, au contraire, sont abondans dans le killas et très-rare dans le granite, quoiqu'ils en soient toujours très-rapprochés, et paraissent être, ainsi que ceux d'étain, près de la jonction de ces deux formations, situation pour laquelle les gîtes d'étain et de cuivre paraissent avoir une sorte d'affinité.

Le Cornouailles est traversé par plusieurs systèmes de filons métallifères et pierreux. Leurs

directions à-peu-près uniformes semblent nous indiquer que la force qui a produit ces fentes a dû agir à des époques différentes, mais, à très-peu d'exceptions près, dans une direction constante.

Les rejets qu'éprouvent les différens systèmes de filons par leurs rencontres réciproques nous font connaître leur âge relatif : leur composition est également, en Cornouailles, un caractère qu'on peut employer pour assigner leur ancienneté; car, par exemple, les filons dont la gangue est composée de quartz et autres minéraux durs sont plus anciens que les filons à saiebandes argileuses.

Outre ces filons métallifères, il existe certains filons pierreux, comme ceux d'elvan et ceux d'argile, qui, étant intimement liés avec les premiers, doivent être décrits avec eux.

Nous classerons ces différens filons dans l'ordre suivant :

- 1°. *Filons d'elvan* (ELVAN-COURSES, ou ELVAN-CHANNELS);
- 2°. *Filons d'étain* (TIN-LODES) (1);
- 3°. *Filons de cuivre qui se dirigent Est et Ouest* (EAST AND EST COPPER-LODES);
- 4°. *Deuxième système des filons de cuivre* (CONTRA COPPER-LODES);
- 5°. *Filons croiseurs* (CROSS-COURSES);
- 6°. *Filons de cuivre les plus modernes* (MORE RECENT COPPER-LODES);

Différentes
natures de
filons.

(1) Les mineurs du Cornouailles se servent du mot *lode* pour indiquer un filon riche en minéral du métal particulier qui fait le but de l'exploitation, et de *course* pour les filons stériles. Les *cross-courses* contiennent quelquefois du plomb, mais jamais de cuivre ni d'étain, si ce n'est près des points où ils coupent des filons de ces deux métaux, et comme ces deux derniers métaux forment les exploitations principales du Cornouailles, on regarde comme stériles les filons quelquefois plombifères dont nous parlons.

7°. *Filons argileux*. Il y en a deux systèmes : les plus anciens sont appelés *CROSS-FLUCKANS*, et les plus modernes *SLIDES*.

Filons d'elvan et de porphyre. Leur composition en général.

§ 23. Le *killas* et même le granite sont quelquefois coupés par des masses de porphyre à base de feldspath et cristaux de feldspath et de quartz, dont les caractères se rapprochent beaucoup de ceux de certains trachytes, et qui ont surtout une grande analogie avec les porphyres en filons qui existent à l'île d'Arran (1). Ces masses sont appelées *elvan-courses* ou *elvan-channels* par les mineurs. D'après leur position, relativement aux terrains dans lesquels elles se trouvent, on ne peut supposer qu'elles y soient contemporaines, tous leurs caractères tendent au contraire à faire admettre qu'elles sont d'une formation postérieure, et qu'elles constituent de véritables *filons*, si on entend par ce mot une fente remplie postérieurement, quelle que soit la cause qui ait produit la fente et le remplissage. En effet, ces masses coupent les feuilletés de couches sans leur faire éprouver de bouleversement, ni de contournemens; on reconnaît leur prolongement à droite et à gauche de ces masses, presque toujours au même niveau. Ces parties, qui avoisinent le filon, présentent plus de consistance et sont moins fissiles que la masse de la roche, endurcissement qui paraît dû à l'action de l'elvan.

De même, lorsque l'elvan est solide, ce qui arrive dans la plupart des cas, les parties qui forment les parois et qui sont en contact avec la

(1) Ces porphyres paraissent être d'une époque antérieure à la formation du terrain houiller, car on ne les connaît pas dans des terrains plus modernes que le vieux grès rouge. Les dykes qui existent dans les terrains houillers ont un aspect entièrement différent de l'elvan.

roche sont plus dures et plus compactes que la masse centrale du filon; elles ne présentent pas de cristaux, tandis que le centre est un porphyre très-prononcé.

Les filons d'elvan contiennent quelquefois près de leurs parois les fragmens de la roche environnante.

Les filons d'elvan se dirigent en général de l'Est à l'Ouest; ils ne s'écartent que faiblement de cette direction; ils plongent presque toujours vers le nord, sous un angle de 45° environ. L'inclinaison des filons métalliques, par rapport à l'horizon, étant beaucoup moins grande, ils les coupent fréquemment dans la profondeur.

Leur puissance varie de 2 mètres à 120 mètres (1 à 60 fath.); leur étendue en longueur n'a jamais été déterminée, quoique l'un d'entre eux ait été suivi pendant plus de cinq milles; ils fournissent une grande partie des pierres à bâtir employées dans le pays.

En résumant les caractères de ces porphyres en elvans, on voit qu'ils coupent les couches, qu'ils ont une direction, une inclinaison et une puissance constantes; qu'ils se prolongent sur une très-grande étendue; caractères qui ne laissent aucun doute sur leur postériorité, et qui prouvent qu'ils forment de vastes filons au milieu des terrains dans lesquels on les observe.

L'âge relatif de ces filons n'est pas encore complètement constaté; on sait cependant qu'ils ont été formés à une époque antérieure au dépôt des filons de cuivre, ces derniers coupant toujours les filons d'elvan, ainsi que le représente la *fig. 10*, qui est une coupe de la mine de Treskerby; mais leur ancienneté, relativement aux filons d'étain,

Leur direction.

Leur puissance.

Caractères qui prouvent que ce sont des filons.

Leur âge relatif.

présente plus d'incertitude. Il est probable que l'elvan s'est formé entre les deux époques, sans doute très rapprochées, où l'étain s'est déposé : en effet, on trouve des filons et de petits filons (*stockwerks*) d'étain qui traversent l'elvan et qui, par conséquent, lui sont postérieurs, tandis qu'à leur tour quelques filons d'étain sont coupés par ceux d'elvan, et sont, par conséquent, d'une origine un peu plus ancienne. Nous indiquerons des exemples de ces deux cas.

Petits filons d'étain dans l'elvan : exemple de la mine de Trewidden-hall.

Filon d'étain coupé par le filon d'elvan : exemple de la mine de Polgooth.

La mine de Trewidden-hall, décrite plus haut § 21, est exploitée sur une réunion de petits filons d'étain qui traversent une masse d'elvan dans tous les sens, et qui sont, par conséquent, postérieurs à cette roche. La mine de Wherry, actuellement abandonnée, citée aussi au § 21, était exploitée sur un gisement entièrement analogue.

La mine de Polgooth nous offre, au contraire, l'exemple de filons d'étain coupés par l'elvan.

Cette mine, anciennement l'une des plus productives du comté de Cornouailles, fut abandonnée pendant long-temps, à cause de l'insuffisance des machines d'épuisement; elle a été reprise il y a deux ans.

Le terrain (1) est formé de killas, dont les couches plongent vers l'Ouest-sud-ouest, sous un angle d'environ 20°. Le filon principal, appelé *polgooth lode* (filon de Polgooth), se dirige Est et Ouest de la boussole; il a été suivi à une grande distance dans cette direction; il plonge généralement vers le Nord. Son inclinaison (2)

(1) Cette description est extraite d'un mémoire de M. John Hawkins, inséré dans le premier volume des *Transactions* de la Société géologique du Cornouailles.

(2) Au lieu d'exprimer l'inclinaison d'une couche ou

est moyennement de 6 pouces par toise; ce qui correspond à un angle de 4° $\frac{1}{2}$ avec la verticale, ou 85° $\frac{1}{2}$ avec l'horizontale.

Sa puissance, peu considérable, se réduit fréquemment à 6 pouces et en a rarement plus de 12; mais il existe un point où le filon est tellement augmenté par les nombreuses branches qui viennent s'y réunir, qu'il acquiert de 10 à 14 pieds anglais d'épaisseur. On a observé que quelques-unes de ces branches se séparent au bout de peu de toises, tandis que d'autres restent unies au filon sur une longueur beaucoup plus considérable. Ces filons accompagnans, assez convenablement appelés *nourrisseurs* (*FEEDERS*), manquent rarement de fournir des masses riches de minerai au point où ils viennent se rattacher au filon principal.

Le filon de Polgooth coupe plusieurs autres filons, qui courent du Nord-ouest au Sud-est (*fig. 12, pl. IX*), et qui ont été très-productifs en étain.

Les deux portions de l'un de ces filons, coupés ont reçu deux noms différens : celui de *polyer* au Nord et celui de *screeds* au Sud. Le filon se dirige du Nord-nord-ouest au Sud-sud-est de la boussole, et il plonge vers l'Est sous un angle de 57° environ.

La puissance moyenne de la portion dite *polyer* est de 6 à 7 pieds, et celle de la portion dite

d'un filon par l'angle que forme le plan de la couche ou du filon avec l'horizon, les Anglais indiquent généralement la tangente de l'angle que forme ce plan avec la verticale, en disant que la couche s'écarte de la verticale de tant de pouces par toise; ce qui s'exprime en Anglais, par exemple pour le cas présent, par *s'écarter de six pouces par fathom, underlie six inches in a fathom* : nous nous servirons dorénavant de l'expression française.

screeds est de 3 pieds $\frac{1}{2}$ à 4 pieds. Sa masse, généralement très-solide, est composée de quartz et de chlorite. On trouve dans ce filon des masses considérables de killas qui forment les parois; elles ont de 3 à 4 toises de hauteur, sur 2 ou 3 pieds de large.

La partie dite *screeds*, qui est la plus méridionale, a été rejetée par le filon de Polgooth, d'environ 15 pieds sur la droite ou du côté de l'angle obtus, ainsi qu'un filon (*St. - Martyn's lode*) d'une puissance considérable, qui diverge de ce point en faisant avec elle un angle d'environ 22° vers l'Est. On connaît encore dans la mine deux autres filons d'étain appelés *new glands-lode* et *vanvean-lode*, qui sont coupés l'un et l'autre par le filon principal *polgooth-lode*. On y voit aussi un filon croiseur Nord-sud (*cross-course*), qui coupe et rejette le filon de Polgooth; il est composé de minerai, de cuivre et de pyrite arsenicale.

A 150 toises du filon de Polgooth, on rencontre vers le Sud un large filon d'elvan, qui converge vers le filon de Polgooth en s'avancant vers l'Ouest.

Ce *dyke* porphyrique, comme on peut l'appeler, est distingué ici sous le nom de *quarry elvan*, elvan propre à bâtir; il plonge de 45° Nord et rencontre le filon de Vanvean à la profondeur de 48 toises, et le coupe suivant une ligne horizontale, à la manière des filons argileux nommés *slides*; il y occasionne un rejet.

L'elvan a été suivi jusqu'à la profondeur de 76 toises au-dessous de la galerie d'écoulement: il a une puissance constante de 7 toises; il coupe le filon de *screeds*, et le rejette de 15 pieds du côté du plus petit angle.

En suivant l'elvan encore plus loin dans la même direction, on arrive au point de son intersection avec le filon de Saint-Martin, en ce point, dans la galerie de 45 toises, l'elvan et le filon Saint-Martin sont coupés l'un et l'autre par un filon argileux vertical (*flookan*), dont la direction fait un angle d'environ 30° avec celle du premier: il en est résulté un rejet considérable et très-complicqué sur la gauche ou du côté du plus petit angle.

Les filons métallifères sont affectés de diverses manières par les filons d'elvan qu'ils traversent: le plus ordinairement, ces premiers passent à travers l'elvan comme à travers le killas, sans éprouver d'altérations apparentes: quelquefois ils s'aminçissent, s'appauvrissent, se divisent en filets; d'autres fois, au contraire, le filon, en entrant dans l'elvan, augmente de puissance et s'enrichit. La mine de cuivre de *Huel-alfred*, à Pillack, fournit un exemple remarquable de cette circonstance: le filon d'elvan a 100 mètres (50 fath.) de puissance; il court du Nord-est au Sud-ouest, et plonge au Nord-ouest sous un angle de 45° . Le filon métallifère qui s'enfonçe vers le Nord, sous un angle de 18° à 20° , avec la verticale, produisait très-peu de minerai de cuivre lorsqu'il était dans le killas: aussitôt qu'il devint en contact avec l'elvan, il s'enrichit, et sa richesse s'accrut à mesure qu'il s'enfonça dans cette roche; sa puissance, qui était de 6 pieds dans le killas, s'accrut jusqu'à 24 dans l'elvan. A la profondeur de 240 mètres (120 fath.), il sortit de l'elvan et rentra dans le killas. A partir de ce point, sa puissance diminua graduellement, et à la profondeur de 300 mètres (150 fath.), elle était seulement de 10 pieds. Sa richesse commença

Influence des filons d'elvan sur les filons métallifères qu'ils rencontrent.

Mine de cuivre de Huel-alfred.

aussi à décliner dès qu'il fut sorti de l'elvan; après avoir été poursuivi un peu plus avant, sa pauvreté obligea les exploitans à abandonner l'entreprise.

La partie du filon qui traverse l'elvan a fourni une si grande quantité de minerai, qu'elle a donné 140,000 livres sterlings (3,500,000 de fr.) de bénéfice.

Près de la surface, cet elvan paraît avoir une texture presque granitique; mais dans les parties plus profondes, il prend tous les caractères d'un véritable *porphyre feldspathique* (*hornstone-porphiry.*)

Dans quelques mines, le filon, en entrant dans l'elvan, non-seulement devient plus puissant et plus riche, mais encore il pousse de petites branches, qui pénètrent dans l'elvan des deux côtés. La mine d'étain de *Huel-vor*, paroisse de Breage, nous offre un exemple de cette disposition : le filon métallifère qui plonge au Nord, sous un angle de 8 à 9°, avec la verticale, était productif dans le killas; mais il le devint bien plus encore en pénétrant dans un filon d'elvan de 20 pieds de puissance. Le filon métallifère, qui n'avait dans le killas que 2 pieds de largeur, en acquit jusqu'à 5 dans l'elvan, et même s'y ramifia de manière à imprégner toute la masse de l'elvan de minerai d'étain; ce qui détermina les ouvriers à exploiter cet elvan stannifère sur une largeur de 20 pieds. Près de la surface, l'elvan de ce filon paraît se composer de feldspath décomposé et de quartz; dans les parties les plus profondes, le feldspath est compacte, et dans quelques parties schisteux : c'est le seul exemple d'elvan schisteux que l'on connaisse dans le Cornouailles.

Mine d'étain
de Huel-vor.

Dans la mine de cuivre de Huel-fortune, paroisse de Ludgran, le filon, en traversant l'elvan, devient dans quelques parties plus puissant et plus riche; dans d'autres parties, il s'y divise en petites branches appelées par les mineurs *fillets* (*strings*), qui sont assez riches pour être presque aussi productives que le filon, même dans les parties où il n'est pas divisé. Cet elvan, quoique décomposé dans ses parties les plus élevées, se voit dans la galerie la plus profonde un *porphyre feldspathique* (*hornstone-porphiry*).

Des filons d'étain.

§ 24. — Les filons d'étain sont les plus anciens des filons métallifères du Cornouailles; mais ils ne sont pas tous de la même formation : il en existe deux systèmes différens. Leur direction est sensiblement la même, mais les uns plongent vers le Nord, et les autres vers le Sud. Les premiers sont plus anciens que les seconds; car, dans toutes les mines où ces deux systèmes de filons sont associés, on voit toujours celui qui plonge au Nord coupé et rejeté par celui qui plonge au Sud. La coupe des travaux des mines de Seal-hole et Trevannance, *fig. 8 et fig. 6, pl. VIII*, nous montre cette disposition. Dans la dernière, on voit également que les deux systèmes de filons d'étain sont coupés par les filons de cuivre les plus anciens; ce qui nous indique l'antériorité des filons d'étain.

La plus grande partie des filons exploités, paroisses de Saint-Agnès et de Saint-Just, appartiennent au système de filons le plus ancien.

La direction des filons d'étain varie, en général, de 5° à 15° au Nord de l'Est et au Sud de l'ouest : il

Mine de cuivre de Huel-fortune.

Deux systèmes : leur âge relatif.

Direction commune des deux systèmes.

y a cependant des exceptions à cette espèce de régularité; quelques-uns se dirigeant exactement Est et Ouest, et d'autres, mais fort rares, du Nord-est au Sud-ouest.

Inclinaison. L'inclinaison moyenne est de 31° à 72 avec l'horizon.

Étendue, profondeur, puissance. La longueur et la profondeur de ces filons d'étain, ainsi que de ceux des autres métaux, n'ont jamais été reconnues. Quelques-uns, ceux de Poldice, ont été suivis sur une étendue de deux milles; leur épaisseur varie depuis quelques lignes jusqu'à plusieurs pieds; la largeur moyenne est de deux à quatre pieds; cette largeur n'est pas constante, les filons présentant continuellement des rétrécissemens et des renflemens.

Leur composition. La composition des filons d'étain est la même, quel que soit le système dont ils font partie, la gangue est tantôt de quartz, de chlorite, de quartz et de tourmaline, de quartz mélangé de chlorite, ou de quartz et de mica; quelquefois tous ces élémens sont réunis dans un même filon. Beaucoup de filons de la commune de Saint-Just sont accompagnés de granite décomposé; enfin, quelquefois la chaux fluatée est associée avec le minéral d'étain.

Ces filons, outre l'étain oxidé, renferment les minéraux métalliques regardés comme les plus anciens, tels que le wolfram, les arsénates de fer et de cuivre, le phosphate de cuivre, le nikel natif, le bismuth, l'urane, etc. : les pyrites de cuivre, quoiqu'en général d'un gisement postérieur, y sont également fort abondantes, et souvent une mine d'étain peut aussi être regardée comme une mine de cuivre.

Richesse. La richesse des filons d'étain n'est pas cons-

tante: quelques-uns sont plus riches dans la hauteur; d'autres, au contraire, s'enrichissent en s'approfondissant.

Le granite, ainsi que nous l'avons déjà dit, § 22, renferme une plus grande quantité de filons que le killas; mais ceux qui traversent cette dernière roche sont beaucoup plus riches.

Le gisement de l'étain paraissant être principalement à la jonction du granite et du killas, les filons doivent se prolonger souvent de l'une de ces roches dans l'autre. Le plus ordinairement, dans ce passage, l'allure et la richesse des filons n'éprouvent aucune altération; mais quelquefois le changement de roche influe sur le filon: ainsi, dans la commune de Saint-Just, et notamment à Botalack, les filons sont plus riches à la jonction des deux roches que dans aucun autre point de leurs cours. Dans la paroisse de Breage, les filons exploités dans le granite sont coupés presque brusquement à l'approche du killas, où l'on peut dire qu'ils semblent se terminer, tandis que quelques autres au contraire, celui de *carleen* par exemple, riches dans toute la partie qui traverse le killas, se réduisent à une veinule en entrant dans le granite.

L'intersection des filons d'étain entre eux, ou avec des filons de fer appelés *guides*, apporte aussi quelques changemens dans la richesse des filons. Une longue expérience a appris aux mineurs de Saint-Just que, suivant l'angle sous lequel l'intersection a lieu, il en résultait un enrichissement ou un appauvrissement du gîte. L'angle de 45° paraît être une espèce de limite: aussi, quand l'angle compris entre les deux filons est plus grand que 45° , ils n'espèrent pas d'en-

Leur allure quelquefois différente dans le killas ou le granite.

Enrichissement ou appauvrissement à la rencontre de deux filons.

richissement de la rencontre des filons; quand, au contraire, il est plus petit, spécialement entre 20° et 30°, ils espèrent trouver une quantité considérable d'étain à la rencontre des filons. Ce fait, en apparence singulier, se conçoit facilement, parce que deux filons, qui se rencontrent sous un petit angle doivent marcher ensemble sur une plus ou moins grande largeur, et présenter par conséquent un renflement, ainsi que la *fig. 4. pl. VIII.* l'indique.

Cette règle, quoique générale, éprouve des exceptions.

Comparaison du gisement de l'étain en Saxe, en Cornouailles et à Pyriac.

En comparant les différens gisemens de l'étain oxidé en Cornouailles avec ceux de ce minéral en Saxe, on trouve la plus grande analogie non seulement pour les genres de gisement, mais même pour l'âge des filons. Ainsi, d'après la description que M. Manès en a donnée dans le huitième volume des *Annales des mines*, on voit que l'étain se trouve, en Saxe, en amas, en stockwerks et en filons, et qu'il n'en existe pas de véritablement disséminé dans la masse du granite. Ces trois genres de gisement ont exactement leurs correspondans en Cornouailles; mais ce qu'il y a de plus remarquable, c'est que le terrain de gneiss paraît être le plus riche en dépôts stannifères. Ce terrain, regardé par tous les géologues comme le passage du granite au schiste, correspond assez bien par sa position à la jonction du granite et du killas du Cornouailles, toutes les roches qui leur sont intermédiaires manquant dans cette partie de l'Angleterre, l'âge des gîtes stannifères est également resserré dans les deux contrées entre les dernières parties du terrain granitique et la grauwacke qui re-

couvre immédiatement les roches schisteuses; car ni en Saxe ni en Cornouailles, on ne cite d'exploitation d'étain dans cette roche de transition. Un autre rapprochement également fort intéressant, c'est qu'il existe en Allemagne plusieurs stockwerks d'étain disséminé dans un porphyre, notamment celui d'Altenberg, correspondant très probablement à l'elvan du Cornouailles.

Cette espèce de limite des dépôts stannifères, constatée dans les deux pays les plus riches en mines d'étain, se retrouve encore à Pyriac, sur la côte de Bretagne. Dans cette localité, ainsi que l'un de nous l'a décrit dans un rapport imprimé dans le quatrième volume des *Annales des mines*, toute la côte, depuis Saint-Nazaire jusqu'à Penharenng, village situé à deux kilomètres au Sud sud-ouest de Pyriac, est composée de granite, auquel succède une formation schisteuse. C'est dans les 400 derniers mètres de la formation granitique que commence la présence de l'étain, et on retrouve ce métal dans les roches schisteuses au-delà de Pyriac. L'étain oxidé n'a été reconnu jusqu'ici sur cette côte qu'en petits amas, n'ayant aucune relation entre eux: gisement qui, sur une échelle beaucoup plus petite est analogue aux *tin-floors* du Cornouailles. Trompé sur les véritables gisemens de l'étain, les recherches ont été dirigées jusqu'ici principalement sur le granite; mais il serait indispensable, si jamais on en faisait de nouvelles, d'explorer également le schiste. Il est d'autant plus probable que les petits amas d'oxide d'étain que nous venons de citer ne sont pas les seuls gîtes de ce minéral sur cette côte de la Bretagne, que parmi les nombreux galets répandus sur la plage, beaucoup présentaient en-

core des formes cristallines; tandis qu'on n'a trouvé aucun cristal d'oxide d'étain dans les amas qui ont été reconnus et exploités dans le granite. Cette disposition du gisement de l'étain dans les parties les plus modernes du granite, est d'accord avec l'opinion que M. de Humboldt a émise dans son *Essai géognostique sur les roches*, que le granite stannifère est un des plus modernes.

Des filons de cuivre les plus anciens.

§ 25. — Il existe en Cornouailles trois systèmes de filons de cuivre : les plus anciens, qui forment la base de la plus grande partie des exploitations de cuivre de ce comté, se dirigent de l'Est à l'Ouest; aussi les mineurs leur donnent le nom de *east-and west copper-lodes*.

Les filons du second système se dirigent du Sud-est au Nord-ouest; voir § 26.

Les filons les plus modernes se dirigent, comme les plus anciens, de l'Est à l'Ouest, et on ne les reconnaît que parce qu'ils coupent et rejettent les filons croiseurs, ainsi que nous l'indiquerons plus bas, § 28.

Le premier système est regardé comme le plus ancien, parce qu'il est toujours traversé par les deux autres, et qu'au contraire ils ne le coupent jamais.

L'inclinaison des filons Est et Ouest est variable. Ils plongent le plus souvent vers le Nord, sous un angle d'environ 70° avec l'horizon; mais quelquefois cet angle n'est que de 35° .

La largeur de ces filons n'excède pas six pieds; mais quelquefois ils présentent des renflemens qui la portent jusqu'à 12. On ne connaît pas leur

Trois systèmes.

Détails sur les plus anciens.

Largeur, longueur.

longueur : celui qui est exploité dans *United-mines* a été reconnu sur une étendue de 7 milles.

La gangue de ces filons est généralement du quartz, ou pur, ou mélangé de parties vertes analogues à de la chlorite; quelquefois elle est de chaux fluatée ou composée de ces deux élémens à-la-fois. Ces filons contiennent des pyrites de fer, de la blende, du cuivre sulfuré et beaucoup d'autres combinaisons de cuivre, telles que le cuivre carbonaté, phosphaté, arséniaté, muriaté, etc., mais en très-petite quantité.

La plupart des filons de cuivre sont accompagnés de petits filons argileux, appelés par les mineurs *flucken of the lode*; ils sont souvent des deux côtés du filon, et correspondent alors aux saiebandes de Wernér; mais quelquefois ils sont d'un seul côté et passent fréquemment d'un côté à l'autre; enfin ils se séparent du filon sur un espace de quelques mètres et le rejoignent bientôt.

Dans plusieurs mines de cuivre, principalement dans celles qu'on appelle *United-mines*, exploitées sur le filon principal qui appartient au système le plus ancien (Est et Ouest), on a reconnu que la richesse augmentait des deux côtés à l'approche des filons plus modernes de cuivre.

Quelques mines ont aussi présenté, dans ces croisemens, ce fait singulier, que le filon était plus riche seulement d'un côté, et entièrement stérile après l'intersection. Cette circonstance pourrait faire naître l'idée que l'antériorité de formation des filons Est et Ouest sur celle des filons Sud-est et Nord-ouest quoique constante, prise en général, ne doit pas être appliquée à toute la masse de ces filons; que plusieurs de ces filons plus anciens étaient stériles à l'époque de leur formation, et

Gangue.

Filons argileux, accompagnans, saiebandes.

Leur changement par le croisement de filons cuivreux plus modernes.

qu'ils ne se sont enrichis de minerais métallifères que postérieurement à l'époque de la formation des filons plus modernes et par suite de la rencontre de ces derniers. Alors on conçoit qu'il peut arriver qu'un filon riche avant l'intersection d'un second filon soit stérile après.

Il arrive quelquefois, mais rarement, que deux filons cuivreux viennent s'appliquer longitudinalement sans qu'il y ait eu intersection visible : dans ce cas, le filon présente un renflement en ce point ; mais il se sépare ensuite, *fig. 4, pl. VIII.*

Autres accidents.

Des filons qui ont été stériles sur une certaine étendue deviennent quelquefois productifs à une plus grande distance du jour : ce passage se fait par gradation. La nature de la gangue ne change pas entièrement ; mais son état éprouve quelque modification : c'est ainsi que le quartz, au lieu de former des masses solides, devient pénétré de fissures dans tous les sens, et présente un grand nombre de cavités. Les mines dites *United-mines* présentent cet accident ; dans d'autres cas, l'une des parties composantes de la gangue augmente beaucoup en proportion : ainsi, lorsqu'elle est formée d'un mélange de quartz et de chlorite, le premier de ces composans diminue peu-à-peu, et il ne reste presque que de la chlorite pure ; ces changemens s'observent aussi fréquemment dans les mines d'étain.

Quelques filons ont donné du cuivre près de la surface, tandis qu'on les a trouvés riches en étain dans leur partie inférieure, comme on l'observe dans la mine de *Cook's-Kitchen*, *fig. 3, pl. VIII.* Il est probable que ce phénomène est dû à la rencontre de deux filons, dont l'un est cuprifère et l'autre stannifère.

Une longue expérience a fait connaître que les filons de cuivre sont généralement peu productifs dans un district de mines d'étain.

Nous avons déjà indiqué que les filons d'étain sont antérieurs à ceux de cuivre ; ces derniers sont, à leur tour, plus anciens que les cross-courses et les filons argileux ; car ils sont coupés également par ces deux genres de filons. Les *fig. 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, pl. VIII.* représentant des plans de mines, nous montrent cette disposition.

Second système de filons cuivreux, CONTRA-COPPER-LONES.

§ 26. — La direction générale de ces filons est de 30° à 45° du Sud de l'Est au Nord de l'Ouest ; leur inclinaison est presque la même que celle des autres filons de cuivre, environ 70° avec l'horizon (2 pieds par toise).

Direction, inclinaison.

Leur composition est à-peu-près la même que celle des filons Est et Ouest que nous venons de décrire, seulement ils contiennent plus de parties argileuses ; ils sont, en général, plus larges que les filons Est et Ouest ; leur largeur moyenne peut être évaluée à quatre pieds. Dans quelques mines *Huel-alfred*, *Huel-crinnis*, etc., la puissance des filons varie de 9 à 15 pieds.

Composition, largeur.

Le nombre des filons de ce second système est peu considérable relativement à ceux du premier. On les a trouvés aussi riches en cuivre que les autres ; ils sont également accompagnés de petites veines argileuses, probablement plus récentes que la masse du filon, car elles passent d'une paroi à une autre.

Divers rapports géologiques.

On ne connaît aucun exemple de filons de ce second système coupés par ceux que nous avons

déjà décrits, tandis qu'au contraire ils sont coupés par des filons plus modernes, que nous allons indiquer succinctement.

Des filons croiseurs, CROSS-COURSES.

Leur composition, leur largeur.

§ 27. — Ils sont composés quelquefois presque entièrement de quartz; mais souvent ils contiennent une grande proportion d'argile.

Leur largeur est plus considérable que celle des filons d'étain et de ceux de cuivre, elle va jusqu'à 36 pieds; leur puissance moyenne est de 6 pieds.

Direction

Ils se dirigent quelquefois du Nord au Sud, ou du Sud-ouest au Nord-est, mais plus fréquemment du Nord-ouest au Sud-est. Leur inclinaison est aussi variable que leur direction; la plupart de ceux qui se dirigent du Nord-ouest au Sud-est plongent vers le nord-est; ceux qui courent du Sud-ouest au Nord-est plongent vers le Nord-ouest.

Leur influence sur les filons métallifères.

Les filons croiseurs causent souvent des dépenses considérables, en rejetant les filons et en influant sur leur richesse, qu'ils rendent quelquefois nulle; d'autres fois aussi ces filons, étant argileux, interceptent les eaux.

Parmi les filons croiseurs il en est un très-remarquable, qui a été reconnu sur une grande étendue, depuis *Porth-towan*, sur la côte du canal de Bristol, jusque dans la paroisse de Saint-Agnès, et même jusqu'à la côte de la Manche, ainsi qu'on peut le voir sur la carte. Ce filon coupe et rejette tous les filons métallifères; ceux qui plongent à l'Est sont rejetés de 100 mètres (50 fathoms), et ceux qui plongent à l'Ouest de 36 mètres (18 fathoms).

C'est probablement à ce genre de filons qu'on

doit rapporter ces grands filons qui traversent, du Nord au Sud, la paroisse de Saint-Just, et qui sont appelés *guides* par les mineurs. Ils ont ainsi appelé ces filons, parce qu'ils supposent qu'en les suivant ils rencontrent des filons stannifères: on pourrait les appeler plus exactement *filons ferrugineux*, car ils contiennent une grande quantité de minerais de fer oxidé hydraté, d'hématite brune, et même de fer oligiste. Deux de ces filons ont été suivis sur une étendue de 3 milles, et un autre sur une étendue de 5.

Ces filons croiseurs sont, en général, improductifs en étain et en cuivre; cependant il existe dans la mine d'étain de *Polgooth* un filon croiseur riche en étain, et c'est également sur des filons croiseurs que sont exploitées les mines de cuivre de *Huel-music* et *Huel-jubilée*.

Le plomb est le métal principal que présentent ces filons croiseurs: il en existe plusieurs près de Truro où l'on exploite ce métal; ils se dirigent du Nord au Sud. C'est dans cette classe que l'on doit placer les filons de plomb des environs de Tavistock; on trouve aussi, mais rarement, dans ce système de filons des minerais de cobalt, du sulfure d'antimoine, de la bournonite, de l'argent noir et de l'argent natif. Les *fig. 5, 9 et 11* montrent l'intersection des filons plus anciens par les filons croiseurs.

Filons de cuivre les plus modernes.

§ 28. — Ce troisième système de filons de cuivre se confond par sa direction, tantôt avec les filons Est et Ouest, tantôt avec les filons croiseurs; on les reconnaît seulement, parce qu'ils

Tome IX, 6e. livr.

57

Ils sont en général stériles, sauf exception.

Plusieurs contiennent du plomb, du cobalt, de l'antimoine et de l'argent.

Direction et inclinaison communes avec les deux autres systèmes de filons cuivreux.

coupent ces deux systèmes de filons ainsi qu'on peut le voir dans la *fig. 9*.

L'inclinaison de ces filons est également la même que celle des autres filons de cuivre; leur composition, quoique analogue, est cependant plus argileuse.

Ils contiennent du plomb.

C'est probablement à ce système que l'on doit rapporter les filons de plomb qui ont été découverts, il y a peu d'années, dans la paroisse de *Newlyn*. Ces filons ont à-peu-près deux pieds de puissance, et courent de l'Est à l'Ouest: cette direction fait présumer qu'ils n'appartiennent pas aux filons croiseurs; car ces derniers, lorsqu'ils sont plombifères, ont ordinairement une direction Nord et Sud.

Les *fig. 10* nous montrent l'intersection de ces filons par les filons argileux que nous allons décrire.

Filons argileux.

§ 29. — On distingue deux classes de filons argileux par la manière dont ils se coupent: les uns sont appelés *cross-fluckans*, et les autres *slides*.

Premier système.

La puissance des premiers varie depuis quelques lignes jusqu'à 9 ou 10 pieds. Leau ne les traverse jamais, quelle que soit leur puissance, et sous ce rapport ils sont favorables à l'exploitation.

Leur direction est généralement Nord et Sud. Ils plongent vers l'Est; ils coupent et rejettent tous les filons, excepté les *slides*, comme on le voit dans les *fig. 1, 2, 5 et 9, pl. VIII*.

Deuxième système.

Les *slides* forment probablement la dernière classe des filons véritables; ils traversent tous

les autres; ils sont composés d'argile dans un état plus terreux que dans les autres filons; ils sont, généralement, presque parallèles aux filons de cuivre et à ceux d'étain. Ces filons sont fort minces; rarement ils atteignent un pied d'épaisseur; ils sont peu inclinés à l'horizon, ce qui leur a fait donner le nom de *slides*, qui veut dire *glissement*.

Observations sur les filons du Cornouailles en général.

§ 30. — Suivant les opinions que les géologues ont adoptées sur la formation des filons, les uns ont supposé qu'ils devenaient plus larges en s'approfondissant, les autres, au contraire, ont admis que ces fentes se resserraient et se terminaient en coin. Le Cornouailles fournit des exemples nombreux de l'un et l'autre cas. Tantôt les filons sont plus larges à leur partie inférieure, comme dans la mine de *Huel-Abraham*, et tantôt ils sont plus puissans à une certaine hauteur.

Dimensions des filons dans la profondeur.

§ 31. — Lorsque deux filons se coupent, la direction du rejet (1) est intéressante à connaître pour le géologue comme pour le mineur. En Saxe, on donne pour règle générale que la partie rejetée est toujours du côté de l'angle obtus, c'est aussi généralement le cas en Cornouailles; et plus l'angle est obtus, plus le rejet est considérable.

Intersection des filons; direction du rejet.

(1) Un filon peut être rejeté à la rencontre d'un autre filon, suivant une ligne qui se rapproche ou de son inclinaison ou de sa direction. Les mineurs du Cornouailles ont deux expressions différentes pour indiquer ces deux espèces de rejet; ils disent que, dans le premier cas, le filon est *heaved*, et que dans le second il est *started*.

Exemple du
filon de Car-
harack.

Le grand filon de cuivre de *Carharack*, dans la paroisse de *Gwenap*, *fig. 2*, est un des exemples les plus instructifs d'intersection. La puissance de ce filon est de 8 pieds : il se dirige presque Est et Ouest, et plonge vers le Nord, sous une inclinaison de 2 pieds par toise ; sa partie supérieure est dans le *killas*, sa partie inférieure dans le granite. Le filon a subi deux intersections : la première résulte de la rencontre du filon appelé *steven's fluckan*, qui se dirige du Nord-est au Sud-ouest et qui rejette le filon de plusieurs toises ; la seconde a été causée par un autre filon, qui est presque à angle droit avec le premier, et qui fait éprouver un second rejet de 40 mètres (20 fath.) du côté droit. La chute du filon se trouve donc, dans un cas, à droite, et dans l'autre, à gauche ; mais dans l'un et dans l'autre, elle est du côté de l'angle obtus. Cette disposition est très-singulière, car une partie du filon paraît être remontée, tandis que l'autre est descendue.

Exemple du
filon de
Huel-Peever

La mine de cuivre et étain de *Huel-Peever*, *fig. 7*, *pl. VIII*, nous présente un exemple analogue. Cette mine, ouverte dans le *killas*, est exploitée sur deux filons, dont la direction est Est et Ouest, mais qui plongent l'un vers l'autre sous des inclinaisons opposées : celui qui plonge au Nord est un filon d'étain ; l'autre est un filon de cuivre, qui coupe le premier et lui fait éprouver un rejet.

Postérieurement à cette intersection, il s'est fait une autre dislocation dans les couches : les deux filons d'étain et de cuivre ont été coupés par un filon argileux ; la force qui a agi à cette époque a causé un déplacement en sens opposé, de sorte que, dans un très-petit espace, le filon présente deux intersections, dans l'une desquelles une

partie du filon paraît être descendue, tandis que l'autre serait montée.

Le segment du milieu présente un désordre plus grand que les deux autres, il est plus large : la masse est très-dérangée ; on y trouve des fragmens de la partie supérieure du filon. On observe également ce trouble à la partie supérieure du segment inférieur. Le grand désordre qui règne dans le segment du milieu doit être attribué à son élargissement, qui est dû lui-même à la chute du mur.

Du minerai d'étain d'alluvion.

§ 32. — L'oxide d'étain se trouve disséminé, soit dans les alluvions qui recouvrent la pente de la plupart des collines peu inclinées qui avoisinent les lieux riches en mines d'étain, soit dans les alluvions qui remplissent les vallées qui serpentent au pied de ces collines ; mais dans ces dépôts assez fréquens, l'étain est rarement disséminé en assez grande proportion pour qu'on puisse l'en retirer avec avantage. Les exploitations les plus importantes du minerai d'alluvion sont groupées aux environs de *Saint-Just* et de *Saint-Austle* ; on les appelle *stream-works* (1), parce que l'eau est le principal agent que l'on emploie pour isoler les galets d'oxide d'étain du sable dans lequel ils sont disséminés.

Les *stream-works* les plus importants de la paroisse de *Saint-Just* sont épuisés depuis longtemps ; il n'y en a plus que trois actuellement en exploitation : ce sont ceux de *Les vidden moor*,

(1) Le mot *seifen-werks*, nom que les Allemands donnent aux mines d'étain de lavage, répond exactement à *stream-works*.

Position
géographi-
que.

Stream-
works de
Saint-Just.

Bostraze moor et *Numphra moor*. L'épaisseur du terrain d'alluvion qui recouvre la couche stannifère, dans ces exploitations, varie de 5 à 10 pieds. Les galets et les grains d'étain sont mêlés indistinctement avec la partie inférieure des dépôts sablonneux et argileux.

Détails sur les stream-works de Pentowan.

Les stream-works les plus étendus et les plus productifs sont ceux de Pentowan, près Saint-Austle. Le terrain d'alluvion qui recouvre ce gîte de minéral d'étain varie de 20 à 70 pieds d'épaisseur, suivant le point de la vallée où l'exploitation est ouverte. Dans un de ceux que nous avons visités on observe les couches suivantes :

Couches qui forment le terrain.

	p.	p°.
1°. Terre végétale.	0	8
2°. Gravier, sable micacé et argile grossière formant différentes petites couches.	8	3
3°. Argile légèrement colorée, contenant un peu de mica et de racines.	5	3
4°. Tourbe noirâtre très-argileuse.	4	1
5°. Argile légèrement colorée.	2	4
6°. Argile endurcie contenant une assez grande quantité de phosphate de fer.	3	10
7°. Sable de mer très-argileux.	5	
8°. Sable de mer mélangé de mica, de coquilles et de fragmens de killas.	4	
9°. Sable de mer plus grossier.	6	
10°. Argile sableuse bleuâtre assez solide, contenant une grande quantité de coquilles récentes.	8	
11°. Sable de mer avec de gros galets.	6	
12°. Sable contenant des galets d'étain et un grand nombre de galets de roches anciennes.	6	

p. p°. 59 5

La vallée dans laquelle est déposée cette alluvion est creusée dans un killas, qui est ici une grauwacke bien prononcée. Elle contient des fragmens de schiste argileux.

On trouve quelquefois dans cette alluvion divers débris d'animaux, tels que des cornes de daim et de bœuf sauvage; ces dernières sont quelquefois d'une grande dimension.

Le sable d'étain se trouve toujours disséminé uniquement à la partie inférieure du dépôt, laquelle est composée de galets, de roches anciennes. Ces caractères de ce dépôt conduisent à conclure que l'alluvion stannifère est ancienne, et qu'elle a été formée en une seule fois et non par parties, à des époques différentes; car s'il en était autrement, les différentes couches dont ce terrain de transport se compose devraient nous présenter des alternatives de dépôts stannifères.

L'oxide d'étain (1) est disséminé dans l'alluvion, soit en sable très-fin, soit en galets de dimensions différentes. Les plus gros sont associés avec du quartz, de la chlorite, et d'autres substances pierreusees analogues à celles qui forment les filons d'étain exploités dans le Cornouailles. Cette association prouve d'une manière certaine que c'est à la destruction des filons d'étain qu'est due la formation de ces alluvions stannifères : une particularité très-remarquable que présentent ces galets d'étain est l'absence de tout mélange d'autre

Etain à la partie inférieure.

Nature des galets.

(1) On y trouve aussi des galets d'étain concrétionné *étain xiloïde, étain de bois*. Pendant long-temps on ne connaissait cette variété d'oxide d'étain que dans le terrain de transport. Nous avons indiqué plus haut, § 21, qu'on la trouvait en petits filons, etc.

matière métallique, sinon de quelques nodules de fer hématite qui l'accompagnent quelquefois. Cette circonstance rend le minerai des *stream-works* susceptible de donner un étain très-pur.

On ne peut assigner exactement par quels moyens ces galets, arrachés des filons, ont été débarrassés des substances métalliques avec lesquelles, suivant toute probabilité, ils étaient associés. Cependant, quand on considère que l'hématite et l'oxide d'étain, minéraux presque indestructibles, sont les seuls minéraux métalliques qu'on trouve dans les dépôts de cette nature, on est conduit à cette conjecture très-naturelle, que les arséniates et les sulfures, qui accompagnent ordinairement l'oxide d'étain dans la nature, ayant été décomposés, ont été ensuite enlevés postérieurement par l'action des eaux.

DEUXIÈME PARTIE.

Des exploitations du Cornouailles.

Division.

§ 33. — En décrivant le gisement du cuivre et de l'étain dans le Cornouailles, § 19, nous avons vu que ces métaux existent en filons; que l'étain forme en outre de petits filons ou *stockwerks* dans le granite et dans l'elvan, et que ce métal est quelquefois disséminé dans certaines couches d'alluvion.

Le premier de ces gisemens est toujours exploité par puits et galeries : les *stockwerks*, qui sont aussi généralement exploités de la même manière, le sont cependant quelquefois à ciel ouvert, et dans ce cas particulier, la roche dans laquelle l'étain est disséminé étant friable, l'eau est employée pour faciliter l'opération; enfin, les

couches d'alluvion, étant toujours horizontales et recouvertes d'une petite épaisseur de terrains meubles, sont exploitées à ciel ouvert et par banquettes. Ces différens modes de travaux, que l'on emploie pour extraire l'étain et le cuivre, nous conduisent à diviser ce que nous dirons sur les exploitations du Cornouailles, dans les trois articles suivans :

1°. Exploitations souterraines des amas stannifères des filons d'étain et de cuivre.

2°. Exploitations à ciel ouvert des *stockwerks* stannifères ;

3°. Exploitations à ciel ouvert des dépôts d'alluvion stannifères appelés *stream-works*.

Nous avons indiqué, § 22, que les filons du Cornouailles forment trois groupes. Nous allons faire connaître succinctement les exploitations les plus remarquables qui y existent.

Le district, qui est celui qui s'étend depuis Truro jusqu'au cap de Land's-End, renferme le plus grand nombre de mines. Ces mines, loin d'être éparées, sont accumulées sur un petit nombre de points. La paroisse de Saint-Just, située à son extrémité Ouest, est la partie dans laquelle les filons stannifères sont les plus rapprochés; mais ces filons sont généralement peu puissans et peu riches, et aucune des nombreuses mines qui y sont ouvertes n'a individuellement une grande importance : les plus renommées, tant par leur richesse que par l'étendue de leur exploitation, sont les mines de cuivre des environs de Redruth; on y remarque principalement celles qu'on désigne sous les noms de *Consolidated-mines*, *United-mines* et *Poldice-mine*. Nous avons visité ces mines avec détail, et nous allons en donner une courte

Exploitations souterraines des amas stannifères et des filons d'étain et de cuivre.

description; nous parlerons aussi des mines de Bottalack et de Wherry, dont les travaux sous-marins sont d'un grand intérêt.

Description
de la mine
de cuivre
connue sous
le nom de
CONSOLIDA-
TED-MINES.

§ 34.—La mine de cuivre, connue sous le nom de *consolidated-mines*, est ouverte sur un filon qui traverse le killas en se dirigeant à-peu-près de l'Est à l'Ouest, et en plongeant vers le Nord, sous un angle d'environ 80°; sa puissance varie de $\frac{1}{2}$ mètre à 3 mètres. La gangue est un quartz tantôt pur, tantôt coloré par le mélange d'une matière terreuse verte. Ce filon présente souvent des bandes de plusieurs pouces d'épaisseur de pyrites sans mélange; on y observe aussi, entre le filon et la roche, des amas incohérens de fragmens de quartz et de pyrites, qui paraissent devoir être considérés comme des saiebandes. Elles sont d'une richesse surprenante et de l'exploitation la plus facile; elles laissent filtrer une grande quantité d'eau fortement chargée de sulfates.

Outre ce filon principal, les travaux ont fait connaître quelques filons métallifères d'une moindre puissance, qui lui sont à-peu-près parallèles, et qui peut-être n'en sont que des branches. On a aussi rencontré dans cette mine des filons croiseurs, qui sont généralement stériles, excepté près des points où ils coupent les autres filons.

Ces filons latéraux ne sont pas exploités, quoique leur richesse surpasse souvent celle de certains filons qui forment dans d'autres pays l'objet d'exploitations importantes. M. Nordenskiöld, qui voyageait en même temps que nous en Angleterre, nous a assuré qu'ils étaient plus riches que ceux sur lesquels sont ouvertes les mines de Finlande; mais les dépenses de l'exploitation sont si considérables en Cornouailles, que le

produit de ces filons ne pouvait les couvrir.

Le filon de pyrites traverse un filon d'elvan.

Les travaux d'exploitation sont disposés par gradins renversés, et les travaux préparatoires sont conduits d'après les principes généralement suivis. Les grands puits d'épuisement et d'extraction sont verticaux et ouverts du côté du toit du filon, de manière à le traverser à une certaine profondeur. Ces puits descendent jusqu'au point le plus bas de l'exploitation; à mesure que les travaux s'enfoncent, au moyen d'ouvrages exécutés dans le filon, on approfondit les puits et on les met en communication, vers leur fond, avec chaque nouvelle galerie d'allongement, au moyen des galeries de traverse. En ce moment, les grands puits ont 160 toises de profondeur. Ils sont oblongs et divisés en deux compartimens; l'un sert à l'extraction, et l'autre au jeu des pompes. Leur boisage n'a rien de remarquable: on est obligé de l'exécuter avec beaucoup d'économie, tout le bois employé dans ces mines étant tiré de Norwège.

La descente des ouvriers a lieu par des puits inclinés creusés dans le filon: les échelles sont légèrement inclinées; elles sont interrompues de 10 en 10 toises par des planchers; les échelons sont en fer: pour les empêcher de tourner sous le pied, on leur a donné la forme d'un fleuret de mineur; un des deux bouts est rond, et l'autre est taillé en forme de coin. Le premier traverse l'un des montans, et le second est chassé dans l'autre montant.

L'extraction s'opère, ou par le moyen de manèges (horse-gins), ou avec des machines à vapeur, le plus souvent à haute pression.

Travaux
d'exploita-
tion.

Les manéges ne sont employés que pour élever le minerai des niveaux supérieurs; ils sont en général de petite dimension, de la construction la plus simple, et ne sont même pas couverts. Ils sont composés d'un seul arbre transversal, à chaque extrémité duquel on peut atteler deux chevaux de front. Un homme suspendu à l'extrémité de l'arbre les fouët et les fait aller au trot.

L'épuisement, qui est une des dépenses les plus considérables de l'exploitation, tant à cause de la quantité d'eau qu'à cause de la profondeur de la mine, s'exécute au moyen de pompes aspirantes et foulantes de 120 pieds de longueur; les tiges de tous les pistons sont attachées à une maîtresse-tige suspendue à l'extrémité du balancier d'une machine à vapeur.

Machines à
vapeur pour
l'épuisement.

Il y a sur cette mine trois machines à vapeur d'une très-grande puissance, destinées à l'épuisement: celle qu'on appelle *maria engine* est de la première force et de la construction la plus perfectionnée.

Le cylindre a 90 pouces anglais ($2^m,301$) de diamètre intérieur, et la course du piston est de 9 pieds 11 pouces anglais ($3^m,054$); il est simple et entouré d'un revêtement en briques, destiné à prévenir la diffusion de la chaleur. La vapeur est introduite dans la partie supérieure du cylindre, pendant le commencement de la descente du piston, à une pression capable de faire équilibre à une colonne de mercure de 60 pouces anglais ($1^m,546$). L'introduction de la vapeur cesse lorsque le piston est descendu d'une certaine quantité, qu'on peut augmenter ou diminuer à volonté. Pendant le reste de la descente, le piston

n'est pressé que par cette vapeur, qui se débande progressivement. Pendant ce mouvement, le dessous du piston communique avec le condenseur. Lorsque le piston remonte, les communications entre le cylindre et le condenseur, et entre le cylindre et les chaudières, sont fermées. Le dessous du piston est mis en communication avec le dessus, de manière que le piston étant également pressé des deux côtés, il ne remonte que par la réaction des masses qu'il avait soulevées en descendant: ce n'est donc que pendant la descente du piston qu'il y a de la force vive développée par la vapeur.

La communication entre les chaudières et la partie supérieure du cylindre, entre le dessus et le dessous du piston, et entre la partie inférieure du cylindre et le condenseur, est établie ou suspendue au moyen de trois soupapes. Leur mouvement est réglé, comme dans la plupart des machines, par une bièle, mue par le balancier, à laquelle sont attachés des mentonnets, qui choquent des leviers coudés: celui de ces mentonnets qui ferme la soupape d'introduction de la vapeur peut être élevé et abaissé au moyen d'une vis de rappel. Par ce procédé simple, on rend plus ou moins long le temps pendant lequel la communication entre les chaudières et le dessous du piston est ouverte, et par suite on rend plus ou moins considérable la quantité de vapeur introduite. Le jour de notre visite, la vapeur n'était introduite que pendant environ la sixième partie de la course du piston (18 pouces anglais).

Lorsque le piston atteint l'extrémité inférieure de sa course, le balancier s'appuie sur un ressort

portant une sonnette, dont le bruit fait connaître que le jeu de la machine a tout son développement. Quand ce ressort n'est pas choqué, ce qui annonce que la charge des pompes est trop forte relativement à la quantité de vapeur introduite, on augmente un peu cette masse de vapeur, en allongeant la partie de la course du piston, pendant laquelle la vapeur arrive de la chaudière.

Les dimensions des machines à vapeur employées à l'épuisement, étant calculées pour un *maximum* d'eau à élever, les pompes marcheraient souvent à vide, si on faisait produire à la machine tout son effet.

Appareil
pour régler
le nombre
de coups de
piston.

Pour obvier à cet inconvénient, la mise en mouvement du piston est déterminée par le jeu d'un appareil indépendant de la machine, et qui permet de faire varier, à volonté, le temps qui s'écoule entre deux coups de piston successifs. Cet appareil consiste principalement en un flotteur portant une tige garnie de deux arrêts; ce flotteur nage dans un bassin, dans lequel tombe sans cesse un filet d'eau. A mesure que le bassin se remplit, la tige s'élève, un des arrêts vient choquer une détente, qui, en permettant la chute d'un contre-poids, détermine l'ouverture subite de la soupape d'introduction de la vapeur; l'autre arrêt ouvre en même temps la communication du dessous du piston avec le condenseur. Presque au même instant, l'eau du bassin arrive au point le plus haut d'un siphon, par lequel elle s'écoule: le flotteur redescend pour recommencer à monter l'instant d'après; le temps de son ascension, qui est égal à l'intervalle entre deux coups de piston, dépend uniquement

de la rapidité avec laquelle on laisse le bassin se remplir.

La tige du piston est attachée à l'une des extrémités du balancier, au moyen d'un parallélogramme de la construction ordinaire: la maîtresse-tige des pompes est suspendue à l'autre extrémité, au moyen d'une chaîne et d'un arc de cercle. Les tiges des pompes à eau froide, à eau chaude et à air, sont également mises en mouvement par la seconde partie du balancier; elles sont placées, ainsi que la maîtresse-tige, hors du bâtiment qui contient la machine.

L'orifice du puits n'est pas couvert; au-dessus se trouve une forte molette, destinée à manœuvrer la maîtresse-tige: celle-ci est formée de poutres de sapin réunies par le trait de Jupiter, qui fortifient des barres de fer.

Deux chaudières continuellement en feu alimentent cette machine, et pour qu'on ne soit pas obligé d'arrêter le travail quand une chaudière a besoin d'être réparée, il y en a une troisième dans le bâtiment où elles sont placées. Ces chaudières sont en fer battu, et consistent chacune en deux cylindres, placés l'un dans l'autre, et dont les axes sont parallèles, mais non identiques. L'axe du cylindre intérieur étant un peu au-dessous de celui du cylindre extérieur, l'eau est contenue dans l'anneau compris entre les deux cylindres; le plus petit sert de foyer: la grille est placée un peu au-dessous de son axe.

Il n'existe pas dans le Cornouailles de machines plus puissantes que celle que nous venons de décrire succinctement. Le jour de notre visite, elle produisait un effet de cent-neuf chevaux; le *maximum* que nous pensons qu'elle

puisse produire est de troiscent huit chevaux (1).

§ 35. — La mine dite *United-mines* présente

Mine de
cuivre appe-
lée UNITED-
MINES.

Calcul de la
force vive
développée
par cette
machine à
vapeur.

(1) D'après ce qui a été dit plus haut,

La tension de la vapeur sortant de la chaudière, ex-primée en colonne d'eau, est égale à 20^m,941.

Le diamètre du cylindre est de 2^m,310 (90 pouces anglais).

La course du piston est de 3^m,054 (9 pieds 11 pouces anglais).

Enfin, la partie de la course pendant laquelle la vapeur est introduite est égale à 0^m,462 (18 pouces anglais).

De là il est aisé de conclure, d'après la note sur les machines à vapeur, par M. Combes, insérée dans le IX^e. volume des *Annales des mines*, page 441, qu'en faisant abstraction de la tension de la vapeur dans le condenseur on a, pour l'expression de la force vive produite pendant la descente du piston, la formule suivante :

$$\frac{1}{4} \pi (0^m,462) (2^m,310)^2 (20,941) \left(1 + \int \frac{dx}{x}\right)$$

formule qui donne, en intégrant et remplaçant x par sa valeur = 3^m,054,

$$(0,7853) (0^m,462) (20^m,941) (2^m,310) [1 + (\log. 3^m,054 - \log. 0,462)].$$

Cette intégrale est en logarithmes hyperboliques; pour passer aux logarithmes ordinaires, il faut multiplier par le logarithme hyperbolique de 10. On aura donc :

$$(0^m,7853) (0^m,462) (20^m,941) (2^m,310) [1 + \log. 10 (\log. 3,054 - \log. 0,462)].$$

D'où l'on déduit enfin que la force vive développée pendant la descente du piston équivaut à 118,89 mètres cubes d'eau, ou 118890 kilog. élevés à un mètre de hauteur.

La machine, lorsque nous l'avons vue jouer, donnait 2,436 coups par heure, et par conséquent développait,

un développement de travaux aussi étendus que ceux des Consolidated-Mines. Les filons qu'on exploite dans ces deux établissemens sont parallèles et distans seulement de quelques centaines de mètres; leur composition et leur position géologique sont entièrement analogues.

§ 36. — La mine de cuivre et d'étain de *Poldice* est ouverte sur deux filons principaux, l'un de cuivre sans étain, et l'autre d'étain sans cuivre. Ces deux filons sont à-peu-près parallèles en direction (Est et Ouest); mais le premier plonge au Sud, tandis que l'autre plonge au Nord; ils se coupent suivant une ligne légèrement inclinée à l'horizon. Le filon de cuivre coupe et rejette celui

Mines de
cuivre et
étain de
Poldice.

dans ce laps de temps, une quantité de force vive égale à 28,964,200 kilogrammes. En comparant ce nombre avec la force vive d'un cheval, qui est, suivant Bolton et Watt, de 256,050 kilogrammes par jour de travail, composé de huit heures, on trouve que cette machine marchait alors avec une force de 109,2 chevaux, et faisant par conséquent en vingt-quatre heures autant de travail que 327,006 chevaux travaillant chacun huit heures par jour.

Cet effet est loin d'être la puissance réelle de cette machine; car si on laisse entrer la vapeur dans le cylindre pendant la moitié de la course du piston, auquel cas elle aurait, après s'être débandée, une tension à-peu-près égale à celle de l'atmosphère, on aura pour l'expression de la force :

$$(0,7853) (1^m,527) (20^m,941) (2^m,310) [1 + \log. 10 (\log. 3,054 - \log. 1,527)] = 226876 \text{ kilog.}$$

Si on suppose en même temps que la machine donne six coups par minute, ou 360 par heure, vitesse qu'elle ne doit guère surpasser, on trouve, pour l'effet produit en une heure, 81,675,400 kil., effet égal à celui de 308,008 chevaux attelés à-la-fois, ou de 924,024 chevaux dans vingt quatre heures.

d'étain, circonstance qui prouve qu'il est d'une formation plus moderne.

La gangue du filon de cuivre est quarzeuse. Les plus beaux cristaux de cuivre sulfuré du Cornouailles proviennent de ce gisement; il fournit aussi de jolis cristaux de Bournonite et de cuivre oxidulé.

Les travaux de cette mine, ouverts dans le killas, se prolongent dans le granite, et mettent à découvert, sur une grande étendue, la superposition de ces deux roches : leur ligne de jonction est inclinée d'environ 30°; elle est bien loin d'être nette, et présente au contraire, ainsi que nous l'avons dit plus haut, § 14, un entrelacement très-remarquable des deux roches.

La nature et la richesse des filons n'éprouvent aucun changement en passant d'une roche dans l'autre.

On connaît dans cette mine plusieurs filons cuprifères parallèles au filon de cuivre principal, mais moins riches; il existe aussi un second filon stannifère, qui présente un mélange de minerais d'étain et de pyrites cuivreuses. Le filon d'étain et les filons de cuivre sont coupés et rejetés par des filons croiseurs, qui sont pauvres, excepté sur les points où ils coupent les premiers. On creuse des galeries de traverse dans ces filons, parce qu'ils sont d'une exploitation plus facile que les roches non altérées. On exploite en ce moment un filon qui contient à-la-fois du cuivre et de l'étain; nous ignorons à quel système il appartient, sa gangue se compose en partie de chaux carbonatée et de chaux fluatée. La séparation des deux métaux qui s'y trouvent réunis offre des difficultés dont nous parlerons avec quelque

détail à l'article de la préparation mécanique de l'étain.

Les puits principaux sont ouverts sur l'intersection du filon d'étain et du filon principal de cuivre, il y a en outre plusieurs puits d'extraction hors de cette ligne.

Les travaux occupent quatre machines à vapeur, dont les deux plus puissantes sont employées à l'épuisement; elles sont semblables et à-peu-près de même force que celle que nous avons décrite à l'article de la mine dite *Consolidated-Mines*.

Les puits qui ne sont pas pourvus de machines à vapeur ne servent qu'à l'extraction des minerais exploités à une petite profondeur, extraction qui s'opère au moyen de petites machines à molettes à deux ou à quatre chevaux.

§ 37. — La mine de *Bottalack* est située dans la paroisse de Saint-Just, sur la côte un peu au nord du cap Cornwall; elle est ouverte sur un système de filons contenant du cuivre pyriteux et de l'étain oxidé intimement mélangés. Ces filons se dirigent du Nord-ouest au Sud-est, et sont encaissés dans le killas amphibolique, dont une bande étroite forme la côte de ce canton, et dont les couches paraissent s'appuyer sur le granite et plongent vers la mer. Ces filons sont coupés par un filon croiseur appelé *guide*, qui rejette les autres et se dirige du Sud-sud-est au Nord-nord-ouest. Quoique généralement stérile, il contient les mêmes minerais que les autres; près des points où il les coupe, il se réduit souvent à un filon très-mince de quartz. Sa puissance n'excède jamais trois pieds; c'est à-peu-près celle des filons

Mine de
cuivre et
étain de
Bottalack,

métallifères ; la gangue de ces derniers est ordinairement du quartz, très-souvent mélangé d'une grande quantité de matière verte, qui ressemble à la chlorite, et qui peut-être n'est autre chose que du killas réduit en particules très-fines.

Quelques *floors* ou amas à-peu-près semblables à des couches contenant de l'étain oxidé se trouvent dans le voisinage des filons, et sont en communication plus ou moins directe avec eux.

Les travaux d'exploitation suivent le filon croiseur appelé *guide*, qu'on n'enlève en totalité que dans les parties enrichies par les filons qu'il coupe et qu'il rejette ; on exploite ces filons eux-mêmes, à mesure qu'on les rencontre, jusqu'à la plus grande distance possible. On travaille comme dans le reste du Cornouailles, par gradins renversés. Les travaux de cette mine se trouvent presque tous au-dessous du niveau de la mer et s'étendent même en partie sous son fond : ils sont commencés depuis un temps immémorial, et leurs premiers auteurs, ne soupçonnant pas sans doute qu'ils dussent avoir jamais le développement qu'ils ont actuellement, ont eu l'imprudence d'enlever le minerai jusqu'à une si petite distance du fond de la mer, qu'elle a fini par se faire jour en un point que les eaux couvrent à chaque marée, et qu'elle s'est répandue dans les travaux. On a réussi à boucher cette entrée en y plaçant une plate-forme en bois, qu'on a recouverte de gazon (*slimy-turf*) et qu'on a chargée de pierres.

Dans la galerie supérieure, le bruit de la mer qui se brise sur les rochers est assez fort pendant les tempêtes pour épouvanter les ouvriers ; on y distingue aussi le choc des cailloux qui roulent

sur les rochers, et il se transmet alors jusque dans les travaux les plus profonds.

Il y a peu d'années, la première galerie ouverte dans le filon dit *crown-lode* se trouvait environ à 55^m.54 (30 fathoms) au-dessous de la haute mer, et s'avancait horizontalement de 55^m.34 environ (30 fathoms) sous la mer. La galerie ouverte à 73^m.92 de profondeur (40 fathoms) s'avancait de 20 mètres ; celle au niveau de 120 mètres, de 55^m.54 ; enfin, la galerie qui est à 157 mètres (85 fathoms) au-dessous du niveau de la mer s'avancait de 74 mètres sous son fond.

Dans les diverses mines sous-marines de ce canton, on ne rencontre que très-peu d'eau, et la quantité qu'en laissent filtrer les parois est d'autant moindre qu'on s'enfonce davantage : ces eaux sont souvent moins salées que celles de la mer. Dans la mine de Bottalack, il existe une source d'eau douce à 74 mètres (40 fathoms) au-dessous de la mer, et une autre à plus de 184 mètres (100 fathoms). Il y a quelques années, lorsque la galerie la plus profonde se trouvait à 193 mètres (105 fathoms) au-dessous de l'orifice du puits qui est un peu au-dessus du niveau de la haute mer, les machines d'épuisement ne fournissaient que 40 gallons d'eau par minute. Cette quantité a peu augmenté depuis, quoique la mine se soit approfondie de 18 mètres (10 fathoms) et se soit étendue dans toutes les directions.

Le puits principal qui sert à l'épuisement des eaux, à la descente des ouvriers, et par lequel s'opère une partie de l'extraction est creusé dans un rocher appelé *Crown-rock*, contre lequel les

vagues se brisent continuellement; nous l'avons cité plus haut (§ 17), à cause de sa composition remarquable. Ce puits descend jusqu'à 228 mètres (123 fathoms) en dessous de son orifice, et 212 mètres (115 fathoms) au-dessous du niveau moyen de la mer. C'est à cette profondeur que se trouve actuellement la galerie la plus profonde. Ce puits, peu régulier et un peu incliné, est boisé au moyen de cadres horizontaux, placés de mètre en mètre, sur lesquels sont attachées des planches verticales placées derrière. Les eaux sont enlevées par une suite de pompes aspirantes et foulantes de diverses longueurs, dont les tuyaux sont en fonte, et qui sont mises en jeu par une machine à vapeur de la force de dix-huit chevaux, établie sur le *crown-rock*, près de l'orifice du puits. On descend par des échelles en bois, les unes verticales, les autres inclinées. Une partie du minerai est extraite par le même puits, au moyen d'une machine à vapeur de rotation qui est placée sur le haut de la falaise; mais elle n'élève les tonnes que jusqu'à l'orifice du puits: là, on fait un triage; les déblais tout-à-fait pauvres sont jetés à la mer, les morceaux qui contiennent du minerai sont élevés en haut de la falaise par des bennes qui glissent dans un canal incliné et qui sont mises en mouvement par une machine à molettes.

Sur le prolongement méridional du filon croiseur appelé *guide*, se trouve un second puits d'extraction, sur lequel on a aussi établi une machine à molettes.

La mine de Bottalack, qui, par la situation de son orifice dans un rocher sans cesse battu par les vagues, et par la disposition de ses ma-

chines sur une côte escarpée et sans abri, semble aux étrangers une espèce de prodige, n'est pas la seule du Cornouailles qui présente des travaux sous-marins, on en trouve plusieurs autres dans le même cas, sur la côte qui s'étend du Land's-end à Saint-Yves.

§ 38. — C'est à cette classe que se rapportait la mine de *Wherry*, citée dans plusieurs ouvrages comme un monument de la hardiesse des mineurs du Cornouailles. Elle était ouverte sur le rivage, à l'ouest de Penzance, en un point que la mer ne découvre que durant très-peu d'heures à chaque marée. On exploitait dans cette mine un filon d'elvan, qui contenait, sur une petite partie de sa longueur, du minerai d'étain en petits filons, et en veinules disséminées dans la masse de l'elvan.

Ancienne mine d'étain de Wherry.

L'affleurement de la masse stannifère était couvert de plusieurs mètres d'eau à chaque marée, en sorte qu'on ne pouvait travailler que durant quelques heures par jour, et chaque fois qu'on revenait, on trouvait les travaux remplis d'eau. Malgré ces obstacles, un simple ouvrier mineur parvint, à la fin du siècle dernier, à y creuser un puits, sur l'orifice duquel il éleva une tourelle en bois soigneusement calfatée et goudronnée, qui ne laissait aucun accès aux eaux. Au-dessus de cette tourelle, il plaça deux molettes, sur lesquelles passaient deux câbles d'extraction, mis en mouvement par une machine à vapeur établie à 200 mètres de là sur le rivage. Il construisit ensuite, sur pilotis, un plancher horizontal, qui mettait le puits en communication avec le rivage, et permettait d'y transporter les matières

extraites de la mine : l'exploitation prit alors une marche régulière.

La masse stannifère, exploitée par grandes chambres, donna, pendant plusieurs années, des quantités considérables d'étain ; mais un vaisseau mouillé près de là, ayant chassé sur ses ancres pendant la nuit, vint choquer la tourelle, qu'il renversa : l'exploitation fut alors remplie d'eau, et elle n'a pas été reprise depuis cette époque. On a représenté par un dessin, dans les *Transactions* de la Société géologique du Cornouailles, les travaux extérieurs de cette mine.

Environs de
St-Austle.
Mine d'étain
de Polgooth.

§ 39. — Les environs de Saint-Austle, qui comprennent notre second district métallifère, ne renferment qu'un très-petit nombre de mines ouvertes sur des filons. La mine d'étain de Polgooth, qui est la plus importante de ce groupe, est exploitée sur un système de filons stannifères que nous avons décrit plus haut, § 23; elle était, il y a quelques années, une des plus productives du Cornouailles; mais l'insuffisance des machines d'épuisement l'avait fait abandonner. On a repris les travaux il y a deux ans, et tout fait croire qu'elle redeviendra bientôt aussi productive qu'avant son abandon.

On y a déjà placé deux machines d'épuisement : l'une est une roue hydraulique qui reçoit l'eau au milieu de sa hauteur, et dont la force est évaluée à cent chevaux; l'autre est une machine à vapeur, dont le piston a 60 pouces anglais de diamètre. Elle est construite sur le même principe que celle décrite, § 23, à l'article de la mine dite *Consolidated-Mines*.

Mines de
cuivre
d'East-
crinnis et
West-crinnis.

§ 40. — Il existe aussi, dans les environs de Saint-Austle, plusieurs mines de cuivre : les deux

principales portent les noms d'*East-crinnis* et de *West-crinnis*; elles sont ouvertes, comme celles des environs de Redruth, sur des filons de pyrites cuivreuses qui traversent le killas.

§ 41. — Les environs de Tavistock en Devonshire, qui forment notre troisième district métallifère, présentent plusieurs mines d'étain, de cuivre et de plomb assez importantes. Celles des deux premiers métaux sont ouvertes sur des filons dirigés à-peu-près de l'Est à l'Ouest, et encaissés dans du killas : celles de plomb le sont au contraire sur des filons dirigés du Nord au Sud, qui coupent et rejettent les premiers; les mines de plomb de *Beer-alston* et de *Huel-bethsey* sont les plus considérables, de cette nature, du midi de l'Angleterre.

Mines diverses des
environs de
Tavistock.

Exploitation à ciel ouvert des stockwerks stannifères.

§ 42. — Nous ne connaissons en Cornouailles qu'une seule mine, dans laquelle on exploite à ciel ouvert un stockwerk stannifère; c'est celle de *Carclase*, à $\frac{3}{4}$ de lieue Nord-est de Saint-Austle.

Nous avons décrit plus haut le gîte de minéral sur lequel elle est ouverte : son exploitation nous paraît mériter aussi quelques détails. Cette mine est située sur le flanc, et presque au sommet d'une colline granitique, au milieu d'une bruyère inculte; elle présente une excavation à ciel ouvert d'environ 300 mètres de long sur 120 de large et 40 de profondeur. Ses parois ont pris, par suite des travaux d'exploitation et de l'action des agens atmosphériques, des formes hardies et bizarres, qui rappellent les ruines d'un édifice go-

thique, ou la forme de certains ravins creusés dans les dépôts de gypse des Alpes. Les eaux pluviales contribuent pour beaucoup à l'exploitation, en coulant sur les parois; elles enlèvent la surface du granite tendre, déchaussent les petits filons qui le traversent, les font tomber par fragmens, et entraînent ces fragmens vers le bas. Le travail des ouvriers se réduit souvent à les y recueillir; mais, dans beaucoup de cas, ils aident ou accélèrent cette action au moyen de petits courans d'eau, qu'ils amènent à travers la bruyère et qu'on fait couler sur le rocher, dont ils attaquent la surface avec le pic. Un courant plus considérable, amené d'une assez grande distance, est introduit dans la mine, à-peu-près vers le milieu de sa hauteur, à travers les flancs de la colline, dans des tuyaux de fonte.

On le divise en deux autres, qui sont conduits par de petits canaux, de manière à offrir des chutes successives, au moyen desquelles ils font tourner chacun trois roues à augets, destinées à mouvoir autant de bocards à trois pilons. Ces bocards servent à pulvériser le minerai, qu'on lave ensuite dans des caisses placées à côté, de manière que le minerai d'étain sort de la mine tout préparé; mais les graviers entraînés, étant encore métallifères, sont soumis à une seconde opération.

Les eaux qui les entraînent s'écoulent par une galerie pratiquée au point le plus bas de la mine, et qui débouche, à plusieurs centaines de mètres, sur le flanc de la colline, formé en ce point de killas. Elles déposent, dans cette galerie et dans plusieurs bassins qui y sont contigus, les substances dont elles sont chargées. Ces matières bo-

cardées de nouveau, puis lavées sur de larges tables, fournissent encore une quantité assez notable de schlich d'étain.

Exploitation à ciel ouvert de dépôts d'alluvion stannifères.

§ 43. — Les dépôts d'alluvion stannifères, que le Cornouailles et le Devonshire présentent sur plusieurs points, et particulièrement près des lignes de jonction du granite et du killas, sont constamment exploités à ciel ouvert et au moyen des courans d'eau, à l'aide desquels on sépare le minerai du sable, dans lequel il est disséminé; ce qui a fait donner à ces exploitations le nom de *Stream-works*, nom qu'on a par suite étendu aux gîtes eux-mêmes. La disposition du lavoir varie suivant que le dépôt est plus ou moins épais et plus ou moins riche; mais il présente généralement une caisse assez analogue à une caisse allemande, et ayant seulement une chute d'eau plus forte. Les *Stream-works* les plus importans sont ceux de *Pentowan* près *Saint-Austle*. Nous avons fait connaître, § 32, la disposition des gîtes; nous n'avons que quelques mots à ajouter sur le mode d'exploitation.

On commence par enlever les bancs d'argile, de tourbe et de sable, qui recouvrent le dépôt de sable stannifère, par un travail de terrassement conduit par banquettes et gradins demi-circulaires. Les déblais sont transportés avec des brouettes dans les parties déjà excavées; le diamètre du demi-cercle que forme le gradin inférieur est égal à la largeur du banc stannifère, terminé de tous côtés par les collines qui entourent la vallée. Les eaux qui filtrent de toute la masse

du terrain sont reçues, de deux en deux ou de trois en trois gradins, dans des rigoles horizontales, qui les empêchent de couler librement et de dégrader l'ouvrage. Elles sont conduites par des rigoles inclinées, garnies de planches et de gazons jusqu'au gradin inférieur, dans lequel se trouve une caisse longue, où on les fait tomber en nappes, et dans laquelle se font le débouillage, le lavage et le criblage de tout le sable stannifère. Cette caisse est suivie de bassins, desquels l'eau est conduite par un canal jusque dans un puisard, où plongent quatre pompes, mises en mouvement par deux roues à augets, et qui servent à tenir à sec le fond de la mine.

TRAITÉ

Sur l'art de faire de bons mortiers, et notions pratiques pour en bien diriger l'emploi, etc. ;

Par M. RAUCOURT, de Charleville.

Saint-Petersbourg, 1822. — (Extrait et analysé par M. le Chef de Bataillon du Génie P. BERGERÉ.)

CET ouvrage est précédé d'un avertissement, d'un avant-propos et d'un discours préliminaire.

Dans l'avertissement, M. Raucourt dit que M. Vicat a créé la science de la confection des mortiers. Cependant, des savans et des ingénieurs, bien long-temps avant lui, s'étaient aussi occupés avec succès de cette branche importante de l'art des constructions. M. Vicat a reconnu lui-même les obligations qu'il avait à ses devanciers, et cet aveu, qui honore son caractère, n'ôte rien au mérite de ses propres découvertes.

Dans l'avant-propos, M. Raucourt annonce des modifications survenues à son travail, d'après des découvertes qui lui sont propres et faites pendant l'impression même de son ouvrage.

Le discours préliminaire traite de l'importance attachée à la perfection des mortiers. Il tend à prouver que les constructions durables, pour les particuliers comme pour les gouvernemens, sont une source de prospérités, et que c'est sur-tout par la bonne qualité des mortiers qu'on parviendra à les rendre telles.