

NOTES DIVERSES

L'effondrement du Siège Sainte-Barbe

DES

ARDOISIÈRES DE WARMIFONTAINE

TOOK & C^{IE}

NOTE DE M. ARMAND HARDY,

Ingénieur au Corps des Mines,

à Namur

Le banc de phyllades ou schistes cristallins exploité pour la production des ardoises par la Société des Ardoisières de Warmifontaine Took et C^{ie} affleure à la surface et présente une puissance de 40 à 50 mètres, avec une inclinaison d'environ 53° 1/2 vers sud. Il était exploité par deux puits creusés suivant la pente de cette couche et le long du mur de cette dernière, distants de 700 mètres l'un de l'autre. L'extraction s'y faisait par double chariot porteur actionné par machine d'extraction à vapeur. L'extraction a été arrêtée récemment à l'un de ces sièges dénommé siège « Saint Martin », les travaux de recherche et d'exploitation entrepris à ce siège, créés il y a une dizaine d'années, dans la partie occidentale du gisement, étant restés improductifs en raison de l'altération de la constitution des phyllades dans cette région. Dans ces derniers temps, tous les travaux étaient donc concentrés à l'ancien puits, siège « Sainte Barbe ».

Le mode d'exploitation consiste dans le creusement, dans l'épaisseur de la couche, de chambres juxtaposées suivant la direction de cette dernière, et superposées suivant l'inclinaison, laissant ainsi, entre elles des piliers verticaux appelés « longrains » et des piliers perpendiculaires à la ligne de plus grande pente appelés « épontes »; ces piliers qui sont abandonnés dans l'exploitation, ont la forme de parallépipèdes rectangles. L'ouverture de ces chambres n'a commencé qu'à la profondeur de la première galerie partant du puits, de sorte qu'il existe, au voisinage de la surface, un massif vierge dont l'épaisseur varie de 35 à 60 mètres suivant la pente; il y a toutefois une restriction à faire : ce massif a été légèrement entamé

antérieurement à l'exploitation actuelle, par la création de deux ouvrages peu importants ouverts par l'ancienne fosse « Chenot Donat »; une galerie d'aérage traverse ces anciens travaux, constituant une seconde issue des exploitations du Siège Sainte Barbe.

Les chambres ont de 25 à 30 mètres de longueur dans le sens de la direction du gisement, de 15 à 20 mètres de hauteur dans le sens de l'inclinaison; elles sont creusées en montant à partir du mur jusqu'au toit de la couche; les piliers décrits ci-dessus sont établis lors de la création des chambres, avec une épaisseur de 5 mètres. Le remblayage des chambres s'effectue au fur et à mesure de l'avancement du front d'abatage; les remblais confectionnés avec les déchets des blocs abattus sont disposés en gradins droits et viennent buter, par les arêtes de ces derniers, contre la surface des bancs à détacher. Le travail d'abatage et de remblayage est distribué, dans chaque chambre, à deux équipes indépendantes d'ouvriers, placées l'une à l'Est, l'autre à l'Ouest; ces subdivisions des chambres s'appellent « ouvrages ».

Les croquis ci-contre (fig. I à IV) montrent clairement la façon d'opérer en représentant un ouvrage à différents stades de son exploitation.

L'exploitation des chambres comporte les opérations suivantes :

1° Creusement, à partir du puits, vers l'Est et vers l'Ouest, d'une galerie de direction ou chassage, de 2 m. \times 2 m. de dimensions; cette galerie était primitivement pratiquée dans la couche, le long du mur; dans les ouvrages les plus récents, elle est creusée dans le mur même de la couche.

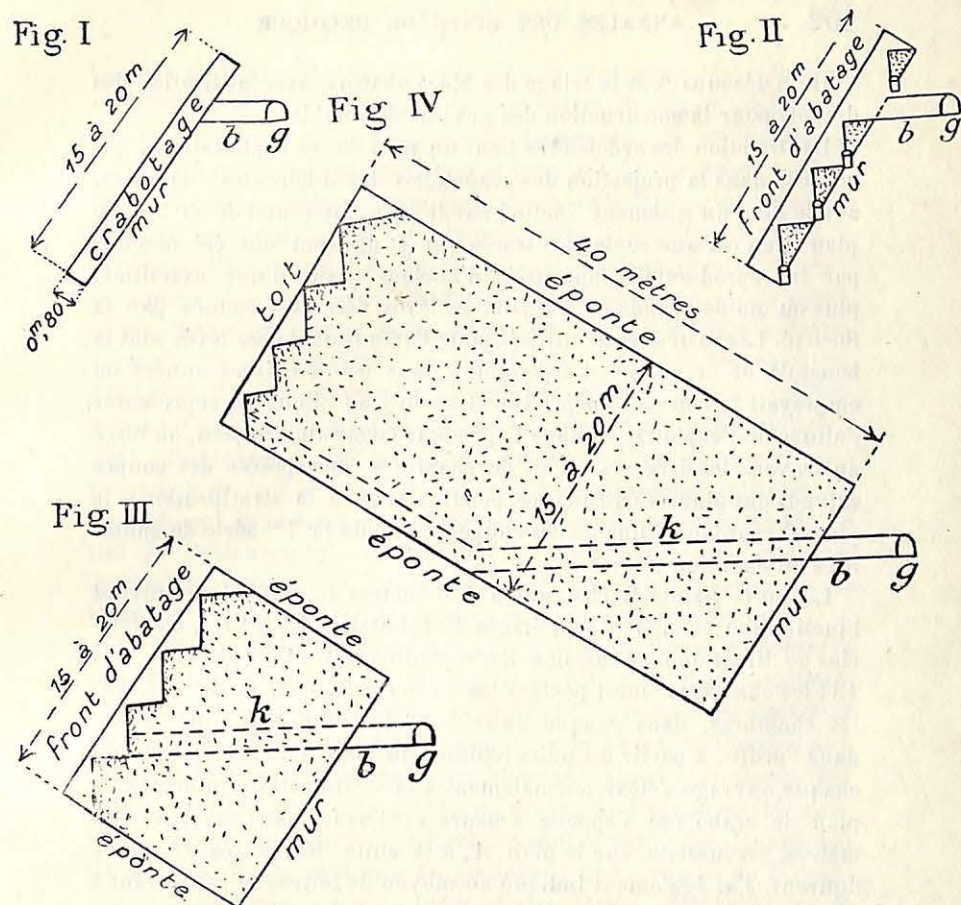
2° Dans les chambres de création récente, recoupage de la couche par de petits bouveaux ou travers-bancs partant de la galerie de direction.

3° Opération du « crabotage » consistant à enlever, à la dynamite, le long du mur de la couche, et sur la section de l'ouvrage à exploiter, un banc d'environ 80 centimètres d'épaisseur.

4° Exploitation proprement dite des ouvrages comprenant :

a) Le coupage des bancs de schistes, travail consistant à tracer, le long des piliers, des rainures dans le banc formant toit de la chambre;

b) L'abatage des blocs de schiste ardoisier, à l'aide de la poudre noire. Les joints de stratification, distants de 1^m50, au maximum, les uns des autres, des cassures de terrain obliques à la stratification et sensiblement parallèles à la ligne de plus grande pente de la couche (plates-nayes) et d'autres cassures de directions diverses, facilitent l'abatage;



Coupes verticales Sud-Nord des chambres d'exploitation montrant la disposition du front d'abatage et des remblais dans les divers états d'avancement des ouvrages.

Echelle : 1/500

Fig. I. — Chambre en crabotage.

Fig. II. — Chambre au début de l'exploitation : les gradins de remblai sont édifiés sur le mur; à leur base, ils s'appuient sur un petit échafaudage en bois retenu par des crochets scellés dans le mur.

Fig. III. — Chambre en pleine exploitation : les gradins sont établis sur l'éponte inférieure.

Fig. IV. — Chambre épuisée.

LÉGENDE: *g* = galerie de direction dans le mur de la couche;
b = bouveau de travers-bancs recoupant la couche;
k = galerie ménagée dans le remblai et donnant accès au front d'abatage.

c) Le découpage et le triage des blocs abattus, avec utilisation des déchets pour la construction des gradins de remblai.

La Direction des ardoisières tient un plan de ses exploitations, qui consiste dans la projection des crabotages des différentes chambres, sur le plan du gisement, incliné sur le plan horizontal de $53^{\circ} 30'$. Le plan *A* en est une copie; les tracés qui y figurent ont été obtenus par la reproduction appropriée d'anciens plans d'une exactitude plus ou moins grande et le report de levés récents effectués par la Société. Les instruments utilisés pour l'exécution de ces levés sont la boussole et la chaîne d'arpenteur; dans ces dernières années on employait la boussole suspendue et le cordeau. Pour se représenter l'allure de l'exploitation dans l'épaisseur même du gisement, on trace au travers des diverses séries de chambres superposées des coupes suivant des plans verticaux perpendiculaires à la stratification; le plan *B* reproduit l'une de ces coupes: celle de la 7^{me} série de chambres du chantier Ouest.

Le puits Sainte-Barbe, qui a 170 mètres de profondeur suivant l'inclinaison, comporte sept étages d'exploitation (I à VII); les galeries de direction ou chassages Est sont numérotés 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13; les chassages Ouest portent les numéros 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14; les chambres, dans chaque galerie de direction sont numérotées, dans l'ordre, à partir du puits (chiffres du plan *A*). La hauteur dont chaque ouvrage s'élève normalement à la stratification au-dessus du plan de crabotage s'appelle « usure »; l'usure des ouvrages, en mètres, est inscrite, sur le plan *A*, à la suite des lettres *U* qui y figurent. J'ai également indiqué au moyen de lettres se rapportant à une légende explicative, l'état d'avancement de l'exploitation des ouvrages, et j'ai noté la date d'ouverture de quelques chambres. Touchant ce dernier point, les renseignements qui m'ont été fournis offraient des lacunes et des incertitudes. Un plan de surface (*C*) représente les habitations, constructions, voies de communication, etc., situées au voisinage du siège Sainte Barbe.

Telles sont, en aperçu, les conditions générales d'exploitation des ardoisières de Warmifontaine; cela étant, je relate les circonstances dans lesquelles l'effondrement des travaux s'est produit.

Le 7 mars 1912, M. l'Ingénieur en chef me pria de visiter immédiatement les travaux du siège Sainte Barbe, où, suivant communication de la Direction de la Société, des glissements de terrains anormaux se manifestaient dans les piliers; il me transmettait, en même temps, une lettre dans laquelle un habitant du

hameau de Warmifontaine lui signalait la production, dans la maison qu'il occupait au voisinage de l'ardoisière, de dégâts importants qui le contraignaient à évacuer cet immeuble. Je me rendis, le lendemain matin à Warmifontaine et trouvai tout le village en émoi: la plupart des habitants déménageaient de leurs demeures; plusieurs maisons fortement crevassées étaient déjà abandonnées. Tout le personnel était remonté des travaux, où des mouvements de terrain de plus en plus accentués s'observaient dans de nombreuses chambres d'exploitation et jusque dans les parois du puits Sainte-Barbe, amenant, par répercussion, un ébranlement général des constructions superficielles. Toutes les bâtisses situées dans la zone d'affleurement du gisement, à l'ouest du puits, s'étaient fortement abîmées: elles comprenaient une partie des ateliers et un groupe de cinq maisons *a, b, c, d, e*, bordant le chemin vers Straimont (voir plan *C*). Le bâtiment de la machine d'extraction avait également souffert. Au sud de l'affleurement, et toujours à l'ouest du puits, quelques immeubles, notamment l'église et l'école étaient atteints de dommages beaucoup moins importants, consistant en fissures et lézardes.

La Direction espérait, à ce moment, que les glissements de terrain à l'intérieur des travaux avaient pris à peu près leur maximum d'amplitude et que les dégâts superficiels ne s'accroîtraient plus guère. Je décidai de me rendre compte « de visu » de l'importance de ces mouvements souterrains, en abordant la région éprouvée, par le puits Saint-Martin et la galerie du niveau de 100 mètres (10^e galerie) le reliant au siège Sainte-Barbe. Avant de descendre, j'examinai les prairies situées au-dessus du gisement: une crevasse de 5 centimètres d'ouverture accompagnée d'une légère dénivellation se marquait, sur une assez grande distance, le long de la ligne d'affleurement du mur; je cherchai, du côté sud, si une trace analogue de glissement ne se montrait pas à l'affleurement du toit et constatai l'existence, dans l'herbe, d'un bourrelet peu important.

Je descendis ensuite à l'intérieur des travaux, par le puits Saint-Martin, avec l'ingénieur de la Société, le chef-mineur et deux ouvriers: nous pûmes visiter les ouvrages des 8^e, 10^e et 12^e galeries jusqu'à un peu au-delà d'un rivau (faille des ardoisières) qui traverse tout le gisement. Avant de décrire les résultats de nos constatations, il est utile de définir la situation de cette cassure naturelle, figurée en perspective à la figure 5. Elle suit un plan incliné vers Sud-Ouest de 52° environ, dont la trace, dans un plan horizontal fait un angle de 25° avec une ligne de direction du gisement et dont la trace dans

le plan idéal de projection présente une obliquité de $9^{\circ}30'$, vers S.-O., par rapport à la ligne de plus grande pente; elle coupe obliquement tous les piliers et chassages compris entre la 5^e et la 9^e chambre (inclusivement) des divers étages d'exploitation; le passage du rivau est indiqué, sur le plan A, par sa trace sur le niveau du mur et par la projection, sur le mur, de son intersection avec le toit. Dans notre

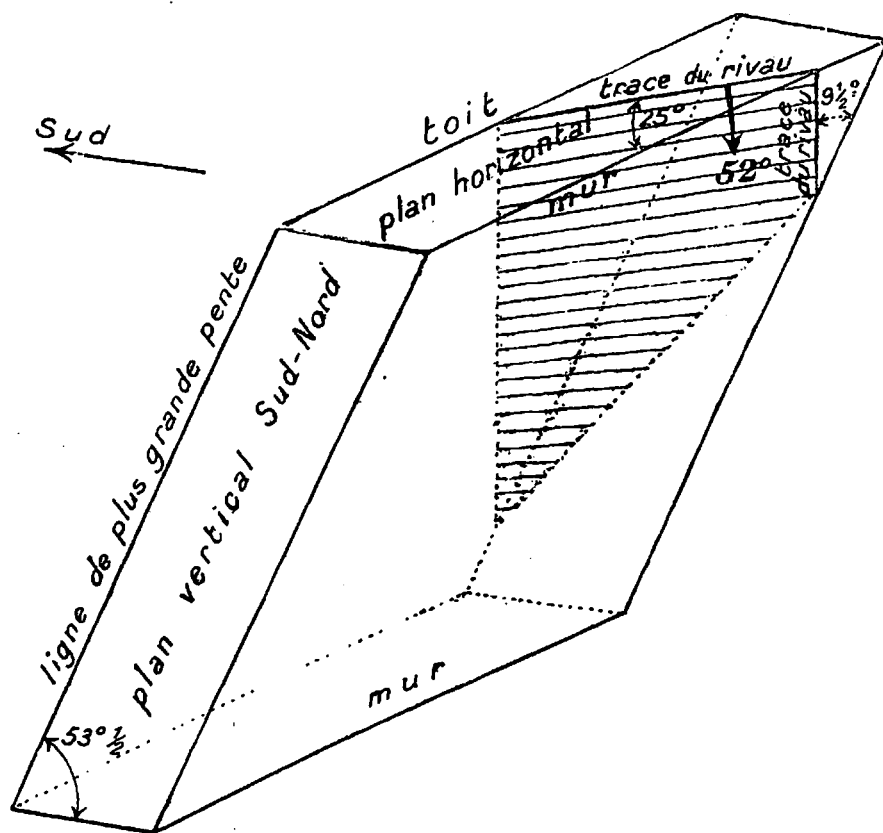


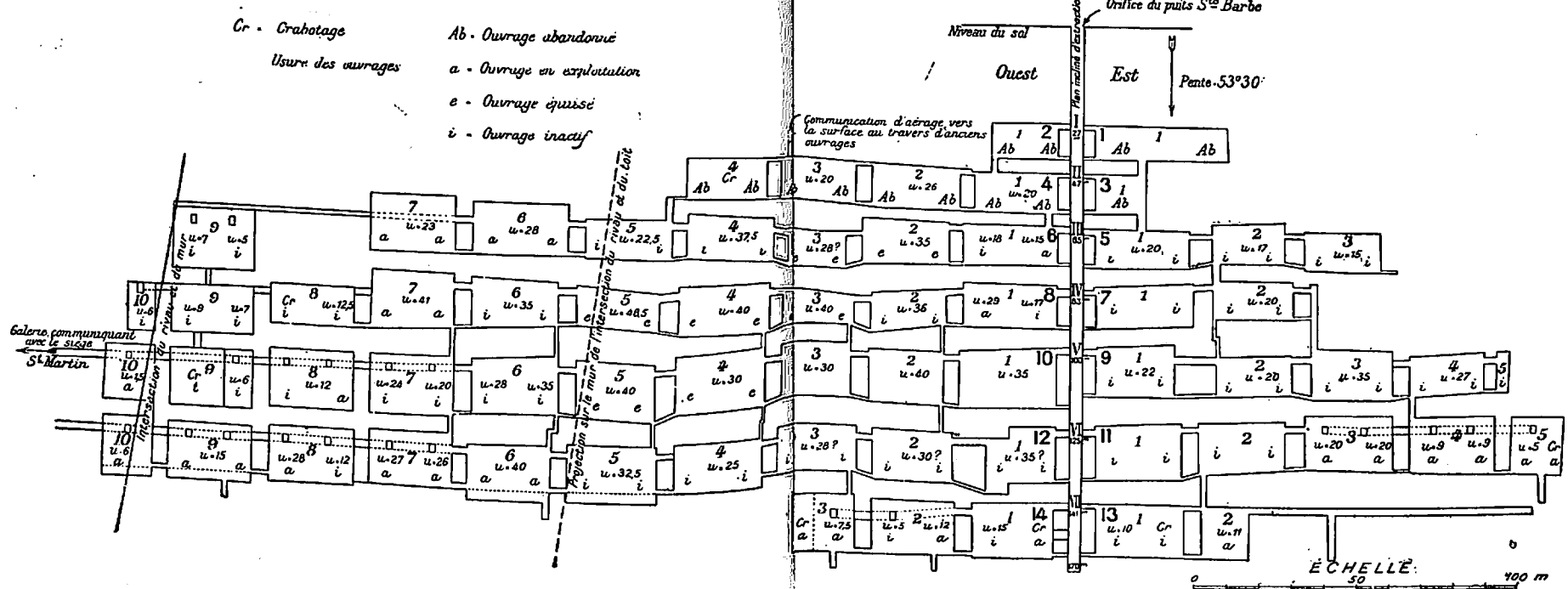
Fig. V. — Parallélépipède découpé dans le gisement avec indication de la disposition du rivau.

exploration, nous avons constaté que l'ensemble des ravoux situés en deçà du rivau, vers l'Ouest, n'avait subi aucun ébranlement, tandis qu'à l'Est les désagréments allaient en s'accroissant dans la direction du puits Sainte-Barbe, des glissements de bancs s'observaient dans les

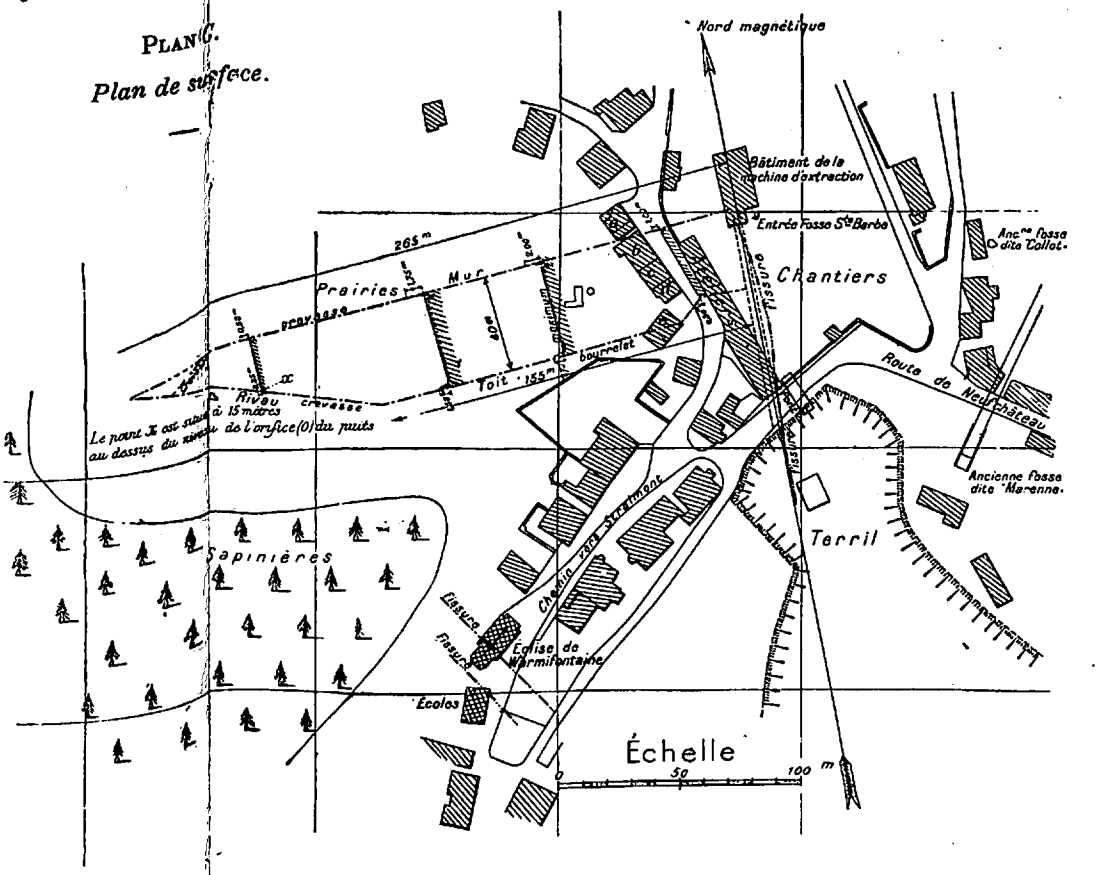
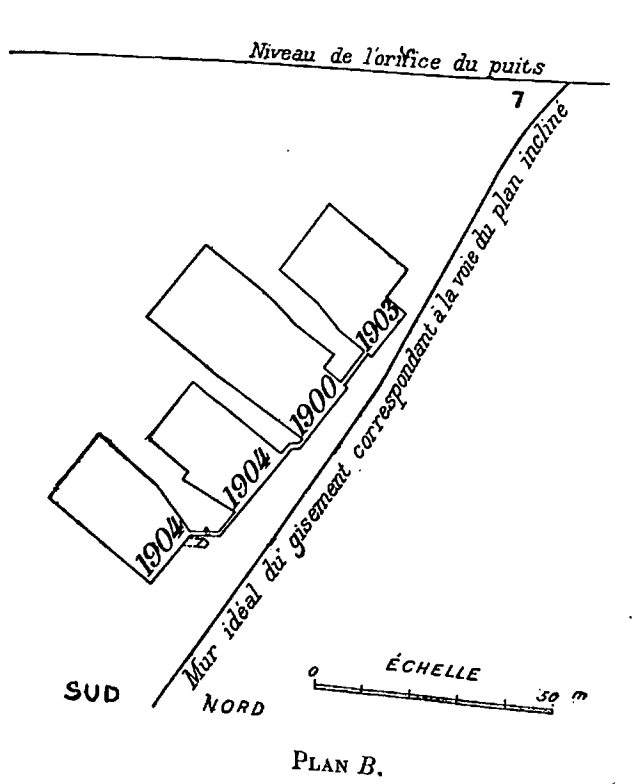
épointes, les roches s'écaillaient, des craquements se faisaient entendre dans les longrains et on percevait, dans le lointain, le bruit d'éboulements importants.

Dans les galeries et les ouvrages traversés par le rivau, nous avons partout remarqué le glissement, le long de ce dernier, des roches situées à l'Est : les débris de roche et les matières argileuses qui remplissent cette cassure, subissaient un broyage caractérisé par l'expulsion, en lames, de l'argile qui y était contenue; ce phénomène était d'autant plus remarquable qu'il se manifestait même dans la 12^e galerie, en dessous de laquelle il n'existe aucune excavation. Il fallait en conclure que l'ensemble des exploitations situées à l'Est du rivau s'affaissait en s'arrachant le long de cette faille, ce qui laissait supposer que les épontes des chambres cédaient et que les longrains s'écrasaient. Il n'y avait à envisager aucun remède à cette situation. Nous remontâmes, vers 5 heures du soir, à la surface où nous nous rendîmes compte du désastre dans toute son étendue : le terrain, dans la zone d'affleurement du gisement, était descendu, en masse, entre le massif du puits et la trace du rivau à la surface : la partie affaissée est indiquée au plan C, par un contour pointillé. Des crevasses profondes étaient apparues, notamment à l'affleurement du mur et au passage du rivau et la dénivellation produite atteignait 1^m50 de hauteur dans la région médiane de l'affaissement; le bourrelet observé dans les prairies, à l'affleurement des bancs du toit, s'était transformé en une banquette de 1 mètre d'élévation; le chemin de Straimont était crevassé et défoncé; le groupe de maisons a, b, c, d, e et les ateliers étaient en ruine. Le mouvement de descente du terrain s'accroissait visiblement et les dégâts dans les immeubles s'aggravèrent jusqu'au lendemain soir; après la date du 10 mars, les mouvements superficiels ne progressèrent plus guère. J'ai noté, en divers points, sur le plan C, la quantité dont le sol était descendu sur le pourtour de la zone affaissée.

Les explorations souterraines que j'ai faites plus tard, en pénétrant dans les travaux par la fosse Saint-Martin et l'ancienne fosse « Marenne », ont donné lieu aux constatations suivantes : le glissement des bancs dans les épontes du chantier Ouest, qui s'était arrêté primitivement contre la paroi Ouest du massif du puits, s'est étendu, au travers de ce dernier, dans quelques chambres du chantier oriental; ce mouvement a été peu important et s'est actuellement éteint; le puits Sainte-Barbe est peu endommagé entre la surface et le niveau du 2^e étage; en dessous, principalement entre les niveaux de 47 et de 63 mètres, les parois ont été fortement



PLAN A. — Projection des cratoges sur le plan du gisement.



ébranlées, et il s'est produit des éboulements qui ont ravagé le chemin de fer et les tuyauteries; toutefois, le puits ne présente aucune obstruction, Nous avons pu examiner, aux abords du puits, les galeries Ouest, de la 2^e à la 12^e inclusivement. et voici ce que nous y avons observé: les épontes des 2^e et 4^e galeries sont descendues, en bloc, sur les remblais inférieurs qui sont écrasés; à la 6^e, l'éponte a également glissé et est venue reposer sur le mur de remblais, qui est resté debout; dans la 8^e, où nous nous sommes aventurés jusque dans la chambre n° 2, les épontes sont descendues et les longrains écrasés, mais d'une manière moins prononcée; le mouvement s'est propagé aux 10^e et 12^e galeries, dans des proportions encore moindres. Quant à la 14^e, envahie par l'eau à cause de la cessation de l'exhaure, on ne pouvait y avoir accès par le puits Saint-Martin; on peut encore s'avancer dans les travaux jusque dans les 8^e chambres ouest des étages IV, V, et VI; au-delà, des glissements se manifestent dans les épontes et des éboulements s'observent dans les piliers.

Antérieurement à l'effondement général, des mouvements de roches s'étaient déjà produits aux ardoisières; l'ingénieur de la Société m'a rapporté, en détail, les constatations qu'il a faites à ce sujet; en voici les points saillants: Au mois de mars 1911, un glissement de bancs de schiste s'était montré dans l'éponte surplombant la 3^e chambre de la 8^e galerie; ce mouvement ne suscita aucune appréhension de la part de la Direction qui en avait déjà observé de semblables, et même de plus importants, dans d'autres galeries. Il y a six mois environ, le glissement dont il s'agit vint à augmenter et se propagea dans les chambres 1 et 2 de la même galerie: le déplacement des bancs atteignait 20 m/m au maximum; peu de temps après, on constata des glissements simultanés de toutes les épontes de la 6^e et de la 8^e galerie, depuis le puits jusqu'à la 7^e chambre ainsi que des marques d'ébranlement des longrains; à la 3^e chambre de la 8^e galerie, les piliers longrains s'écrasèrent quelque peu, à la traversée de la galerie de direction; tous ces mouvements paraissaient provenir d'une poussée de terrain venant de l'Ouest. La 8^e galerie dû être consolidée.

Vers le 15 février 1912, les premières lézardes apparurent dans le groupe de maisons (a, b, c, d, e); jusqu'à cette date, la Direction ne soupçonnait pas l'existence d'un mouvement général; les glissements continuant partout, on se demanda si la poussée ne provenait pas d'effondrements produits aux étages supérieurs abandonnés depuis longtemps; on visita la 4^e galerie où l'on vit des glissements impor-

tants dans les épontes des 2^e et 3^e chambre; au-delà, cette voie était obstruée; les chambres de la 2^e galerie étaient depuis longtemps inaccessibles, par suite de l'éroulement des murs de remblais. D'autre part, dans les galeries inférieures (12^e et 14^e), il n'y avait trace d'aucun ébranlement; dans la 10^e, trois piliers longrains, dans le voisinage du puits, donnaient des signes de fatigue et d'instabilité. Au cours de la dernière semaine de février 1912, les mouvements s'accrochèrent sensiblement dans toute la partie de l'exploitation située au-dessus du niveau de la 10^e galerie; le puits lui-même commença à bouger, à l'entrée de la 6^e galerie, et on dut y entreprendre des travaux de consolidation; enfin le 6 mars, comme la situation empirait de jour en jour, il fallut suspendre les travaux et cesser toute exploitation. Tels ont été les mouvements précurseurs de l'affaissement général qui a entraîné la destruction du chantier Ouest de l'ardoisière. Un fait d'expérience que m'a signalé la Direction des ardoisières, c'est qu'à la fin de chaque hiver, les roches, par l'action des eaux d'infiltration, sont sujettes à se déliter et présentent des tendances au glissement; c'est à cette saison qu'on a constaté autrefois la plupart des glissements de bancs dans les épontes; on les appelait communément « tiroirs ».

De l'ensemble de toutes les observations et constatations relatées, retenons :

1^o Que l'affaissement superficiel a été circonscrit par le massif du puits, les lignes extrêmes d'affleurement des bancs exploités et la trace du rivaux;

2^o Qu'il a été maximum au-dessus de la partie médiane du chantier Ouest, c'est-à-dire au-dessus de la partie du gisement la plus épuisée;

3^o Que le terrain est descendu en bloc;

4^o Que l'importance des effondrements intérieurs décroît avec la profondeur;

5^o Que les premiers mouvements sont apparus aux étages où l'usure des ouvrages était la plus grande;

6^o Que l'infiltration des eaux engendre périodiquement des déplacements des bancs de schistes suivant les joints de stratification.

Si l'on examine le gisement redressé dans la position verticale, l'agencement des travaux d'exploitation est comparable à la structure d'un édifice rectangulaire, à plusieurs étages: les murs de façade sont constitués par les roches, en place, du toit et du mur de la couche; le massif du puits et la partie en ferme du gisement en forment les pignons. Les chambres d'exploitation sont assimilables à

des appartements dont les longrains seraient les cloisons et les épontes les plafonds; le toit de l'édifice est représenté par le massif superficiel; les plafonds reçoivent une charge constituée par le poids des remblais des ouvrages exploités.

Des quatre murs principaux, ceux qui forment les façades étaient inébranlables; le massif du puits, d'une épaisseur de 14 mètres, présentait une grande stabilité; quant au quatrième, il s'est trouvé supprimé à partir du moment où la majeure partie de l'exploitation a atteint le rivau; cette faille constitue, en effet, un joint ouvert, le long duquel les roches n'ont aucune consistance.

La pesée du toit (massif superficiel) sur l'édifice n'a pu que s'accroître, au cours des années, car le lavage des joints des roches par les eaux d'infiltration en a diminué la cohésion et a produit le desserrement des bancs du massif; de même, l'existence du rivau mis à découvert par l'exploitation, a amené une disjonction de roches, au travers de ce massif. En outre, par le développement de l'exploitation, les épontes se découvrant sur une surface plus étendue, étaient plus fortement chargées par le remblai. Il devait donc en résulter une compression de plus en plus grande des piliers longrains.

La stabilité de l'édifice résidait principalement dans la solidité des longrains; or, les charges qu'ils supportaient n'ont jamais cessé de s'aggraver alors que leur résistance décroissait progressivement par le fait du développement qu'ils prenaient, en longueur, sans être renforcés.

La comparaison étant ainsi établie, et eu égard aux considérations d'ensemble qui ont été groupées précédemment, on est amené à conclure que le chantier Ouest de l'ardoisière s'est effondré par l'insuffisance de résistance de l'ensemble des piliers longrains qui se sont écrasés sous la poussée du massif superficiel et des épontes des divers étages; cet événement, qui s'était annoncé par des glissements et ébranlements dans la partie la plus excavée des travaux, a été précipité par l'arrachement qui est survenu, dans la couche, le long du rivau. La conception originelle de la méthode d'exploitation a donc été vicieuse: l'épaisseur de 5 mètres donnée aux longrains était insuffisante pour perpétuer l'exploitation, sans accroc, mais malheureusement, seule l'expérience pouvait démontrer qu'il en était ainsi. Au début de toute exploitation qui doit se développer par étages successifs en descendant, l'incertitude régnera concernant la détermination des dimensions à adopter pour les piliers.

L'épaisseur normale des piliers est de 5 mètres mais elle n'est naturellement pas absolument régulière: des piliers présentent en

certain points, une épaisseur inférieure à ce chiffre, mais d'autre part, on rencontre, en d'autres endroits, des épaisseurs supérieures. Ces anomalies résultent du mode même d'exploitation qui ne laisse pas la faculté de maintenir les chambres à la forme stricte de parallépipèdes rectangles et d'aplanir rigoureusement les faces des piliers: il faut savoir en effet, que les opérations de coupage le long des piliers et d'abatage dans la planche du toit, s'effectuent sans qu'il soit fait usage d'instrument de précision pour en régler l'avancement; on se sert toutefois, depuis quelques années, d'un échimètre spécial, qu'on applique contre l'éponte supérieure de chaque chambre, pour vérifier si elle est entaillée suivant un plan incliné de 36° 30' sur le plan horizontal. Une autre cause engendrant l'irrégularité des surfaces mises à découvert, réside dans l'emploi des explosifs (poudre noire pour l'abatage proprement dit, dynamite pour le coupage, le long de l'éponte inférieure). Aussi le seul contrôle efficace des dimensions des piliers consiste dans le percement de ces derniers par des galeries ou de simples forages dont on mesure la longueur; si les longueurs relevées sont inférieures à 5 mètres, on donne des instructions au personnel pour régler, l'abatage de manière à rendre aux piliers l'épaisseur voulue; quand les dimensions constatées dépassent notablement le minimum imposé, il arrive qu'on entame les piliers mais en faisant en sorte de respecter cette limite. Peu de temps avant l'accident, la Direction a fait percer le longrain séparant les chambres 2 et 3 de la 8^e galerie, par un trou foré au sommet de la 2^e chambre; le foret, après un mètre d'avancement, avait donné dans le vide. Avait-il dépassé l'autre face du pilier? Il n'était pas possible de s'en assurer, à cause de la présence du remblai, contre le pilier, dans la chambre n° 3. En tout état de cause, les amincissements accidentels dont je viens de faire mention constituent des défauts locaux auxquelles on ne peut rattacher que subsidiairement la production de l'effondrement survenu, qui procède, comme je pense l'avoir démontré, de causes d'ordre beaucoup plus général. A l'appui de cette thèse, je tiens à signaler qu'en visitant, le 29 mars dernier, la 8^e galerie, j'ai observé que le longrain aminci dont il a été question ci-dessus était moins abîmé que le longrain compris entre la 1^{re} et la 2^e chambre et que ceux que j'ai pu apercevoir aux étages supérieurs. On n'a jamais constaté le moindre indice d'extension de l'exploitation des ouvrages, par la reprise des piliers. L'amincissement d'un pilier sur de faibles surfaces ne présente pas du reste d'importance.