

INSTRUMENTS DE MESURE

LE TOURNESOL : APPAREIL POUR LA MESURE DES SECTIONS TRANSVERSALES DES SOUTERRAINS

La levée des sections transversales dans les travaux souterrains est, en général, une opération lente et souvent fastidieuse, pour ne pas dire plus. Les méthodes usuelles, quoique conformes aux données de la théorie, n'offrent que bien peu de sécurité en ce qui concerne le degré d'exactitude qui peut être obtenu, et exigent, de la part de l'opérateur consciencieux, une dépense de temps rarement proportionnée à l'importance du travail en lui-même (*).

Dans cet ordre d'idées, il peut être intéressant pour les lecteurs du Journal de connaître les méthodes et les instruments employés à l'étranger et, en particulier, un appareil spécial récemment imaginé par un ingénieur américain employé aux travaux de l'aqueduc de Croton qui alimente la ville de New-York.

Cet instrument consiste principalement en un disque ou cercle gradué D fixé à un tube ou tige de métal mobile en hauteur à l'intérieur d'un autre tube concentrique, muni de vis calantes, et placé sur un trépied ordinaire de niveau ou

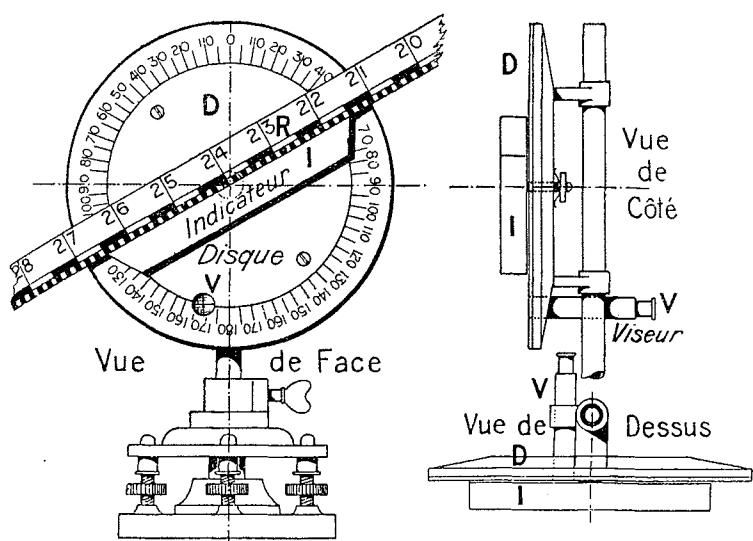


Fig. 1.

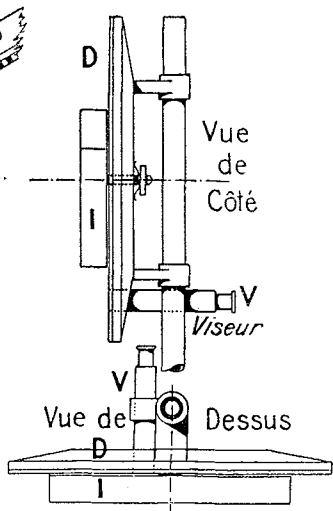


Fig. 2.

de théodolite. Le tube porte-disque peut également se mouvoir sur son axe de manière à présenter la face du disque dans une direction quelconque.

L'apparence générale de l'instrument monté sur son trépied rappelle vaguement la forme de la fleur bien connue sous le nom de *Tournesol* et, faute d'une meilleure dénomination, nous lui conserverons ce nom dont il a été baptisé par son inventeur.

La partie antérieure du disque est divisée sur la circonférence en degrés numérotés de 0° à 180° à droite et à gauche à partir du zéro placé à la partie supérieure du disque.

Au centre de ce disque se meut l'indicateur I, règle de bois quadrangulaire dont la partie ou arête supérieure correspond exactement au diamètre du cercle, c'est-à-dire passe exactement par le centre du disque. Cet indicateur, muni d'un pivot traversant le disque, peut se mouvoir sur toute la circonférence du cercle gradué et peut se fixer sur un des diamètres quelconques au moyen de la vis de pression dont est pourvu le pivot à son extrémité postérieure.

(*) Extrait du *Journal des Géomètres-Experts*.

Le tube porte-disque peut être fixé à une hauteur déterminée au moyen de la vis de pression ; il peut également être placé dans une position exactement verticale au moyen des vis de calage dont est muni le trépied. La ligne 0-180 du cercle gradué doit être rigoureusement parallèle à l'axe du tube porte-disque, de telle manière que lorsque celui-ci est vertical, la dite ligne soit également verticale.

Pour placer le disque dans la direction voulue, on se sert d'une lunette spéciale (Viseur) dont l'objectif apparaît en V sur la vue en dessous et l'oculaire en V sur la vue de côté. On peut donc situer le disque exactement dans le même plan vertical que la section que l'on se propose de lever.

Supposons maintenant l'appareil en station sur ou à peu près sur l'axe du souterrain et le disque fixé à une hauteur

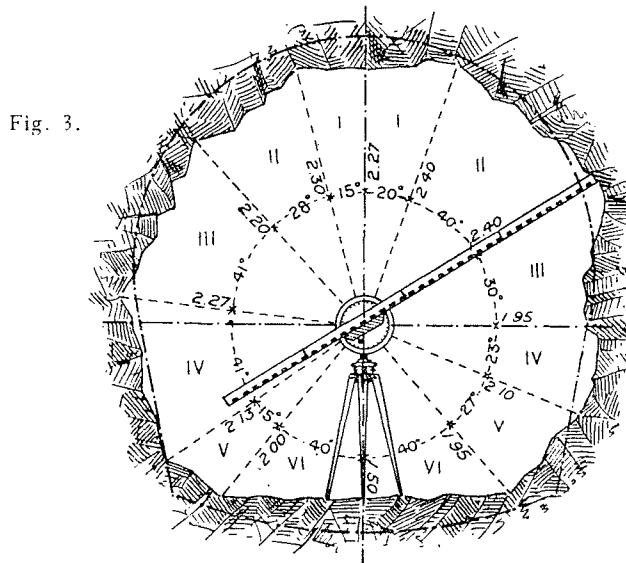


Fig. 3.

d'environ 1^m50 au-dessus du sol et placé dans le plan de la section transversale. Le centre du disque pourra être considéré comme le pôle d'un système de coordonnées polaires, dont l'axe est représenté par la verticale passant par le centre du disque, et dont les angles peuvent être mesurés au moyen du cercle gradué.

Plaçons ensuite sur l'indicateur une règle graduée (R) que nous ferons glisser jusqu'au moment où son extrémité zéro touchera un point de la paroi du souterrain. La graduation de la règle qui se trouvera en face du centre du disque désigné sur l'indicateur au moyen d'un index pourvu d'un vernier, marquera la longueur de la règle interceptée que nous pourrions considérer comme un rayon vecteur.

Si nous répétons cette même opération pour tous les points du périmètre de la section, en ayant soin de noter exactement l'amplitude de l'angle au centre qui correspond à chaque rayon vecteur, nous aurons ainsi obtenu tous les éléments nécessaires pour pouvoir reporter à l'échelle le profil transversal du souterrain et calculer mathématiquement la surface de la section.

Le maniement de cet appareil est si simple que nous ne croyons pas nécessaire de pousser plus loin la démonstration.

Le carnet d'observation est disposé comme un carnet ordinaire de profils en travers, la page de gauche étant réservée pour les observations à la gauche de l'axe et la page de droite pour celles à droite.

Chaque page a quatre colonnes : dans la première s'inscrivent les numéros des triangles formés par le côté du périmètre et les deux rayons vecteurs. On pourrait aussi numéroter les points du périmètre dont la cote a été prise ; dans ce cas, il y aurait lieu d'ajouter une cinquième colonne.

Dans la seconde colonne on inscrit les trois facteurs du calcul : les deux rayons vecteurs et l'angle compris. La troisième colonne est réservée aux logarithmes des rayons vecteurs et du sinus de l'angle compris.

Enfin, la quatrième colonne est destinée à recevoir le résultat du calcul de chaque triangle selon la formule bien connue qui permet d'obtenir la surface d'un triangle en fonction de deux côtés et de l'angle compris ; le nombre qui s'inscrit dans cette colonne est le double de la surface cherchée. Les produits partiels ainsi obtenus s'additionnent et le total divisé par deux donnera la vraie superficie de la section, qui, dans le cas de la figure 3 est de 13,598 mètres carrés.

ACADÉMIE DES SCIENCES

MÉCANIQUE ET ÉLECTRICITÉ

Sur la « maladie de l'érouissage » dans l'acier. Note de M. Georges CHARPY, séance du 1^{er} août 1910.

M. le professeur Cohen a récemment décrit, sous le nom de *maladie de l'érouissage*, des observations très intéressantes sur les transformations de l'étain. Un certain nombre de faits, que nous avons observés depuis longtemps dans l'étude des transformations de l'acier, nous paraissent pouvoir être utilement rapprochés de ceux qui ont été signalés par M. Cohen.

On sait que l'une des modifications les plus importantes que peuvent subir les métaux est la cristallisation par recuit, ou plus exactement le développement progressif des grains cristallins qui constituent un métal, quand on maintient ce métal à une température convenable. En 1893 (*), nous avons présenté à l'Académie les premiers résultats obtenus dans l'étude de ce phénomène, par l'emploi de la micrographie dans le cas du laiton. La cristallisation par recuit de l'acier doux a fait, entre autres études, l'objet d'un important travail de M. Stead, qui a montré, en 1898, que le développement des grains de ferrite dans l'acier doux se faisait avec la plus grande rapidité, aux températures comprises entre 650° et 800°. En reprenant l'étude de ce phénomène, en tenant compte de l'état d'érouissage du métal, nous avons constaté, et c'est là le point qui nous paraît mériter l'attention, que, toutes choses égales d'ailleurs, l'érouissage préalable du métal augmente, dans une proportion considérable, la vitesse de développement des grains de ferrite, à une température donnée. C'est ce que permettent de constater de nombreuses expériences ; nous citerons, en particulier, la suivante :

On prend une barre d'acier doux présentant un grain uniforme ; on la sépare en deux parties, dont l'une est conservée comme témoin, tandis que l'autre est érouie par étirage à la filière ; les deux fragments sont ensuite recuits simultanément, et maintenus pendant un certain temps à des températures comprises entre 650° et 800°.

Après refroidissement, on peut, en général, rien qu'en cassant les barres, constater à l'œil nu que le grain est beaucoup plus grossier dans la barre préalablement érouie que dans l'autre. Si l'érouissage n'a été que superficiel, on voit souvent, dans la même barre, un grain grossier à la périphérie, tandis que la région centrale présente un grain analogue à celui de la barre non érouie.

L'examen microscopique permet de préciser le résultat, et de constater que la différence ne réside que dans les dimensions des grains de ferrite. Le rapport des dimensions des grains peut prendre des valeurs considérables, car il semble qu'à une température convenable, et qui varie avec la nature de l'acier, le développement des grains de ferrite ne soit pas limité, et qu'on puisse ramener, au bout d'un temps suffisamment long, un bloc de métal à ne plus former qu'un seul grain.

Avec des aciers doux très pauvres en carbone, et légèrement phosphoreux, le phénomène est extrêmement marqué, et l'on observe facilement, après un même recuit, des grains dont les dimensions linéaires varient dans le rapport de 1 à 10, suivant l'état d'érouissage préalable.

Ainsi, dans le spécimen que nous présentons à l'Académie, le volume des grains est, en moyenne, mille fois plus grand dans la partie érouie que la partie non érouie. Ce développement du grain ne modifie pas considérablement, comme l'on sait, les propriétés mécaniques que révèle l'essai de traction ordinaire, mais présente, en revanche, une influence énorme sur la fragilité du métal. Le travail spécifique de rupture, ou résilience, tel qu'il est mesuré par l'essai de flexion sur barreaux entaillés, devient pratiquement nul dès que les dimensions des grains atteignent une certaine valeur. Dans certains cas, nous avons observé que des barres d'acier doux qui, après étirage à la filière, pouvaient subir une flexion très accentuée sans être détériorées, devenaient, après un recuit aux environs de 650°, assez fragiles pour se casser en tombant à terre. Ainsi, la diminution de malléabilité produite dans l'acier doux par l'érouissage, loin d'être toujours atténuée par le recuit, comme on l'admet généralement, peut être, au contraire, très fortement exagérée, lorsque ce recuit a lieu dans un certain intervalle de température, qui est, en général, voisin de 650°-800°.

Ce phénomène s'observe également sur les aciers érouis par les procédés les plus divers, fils tréfilés, tôles laminées à froid, aciers martelés ou emboutis à froid, etc., etc. Si l'on considère le grand nombre d'opérations du travail des métaux qui sont susceptibles de produire un érouissage, et qui alternent avec des réchauffages, on sera conduit à reconnaître que le phénomène auquel est consacrée cette Note doit intervenir fréquemment pour modifier la qualité des produits métallurgiques et pourrait, sans doute, servir d'explication, dans bien des cas, à des ruptures jugées tout à fait anormales.

Dans certains cas, ce phénomène peut être utilisé comme un véritable révélateur de l'état d'érouissage d'un métal. Supposons, par exemple, qu'on produise des empreintes sur un fragment de métal, puis qu'on le polisse de façon à faire disparaître tout relief. Si l'on recuit ce métal et si, après l'avoir attaqué chimiquement, on l'examine au microscope, on constate que les grains cristallins sont beaucoup plus développés dans les parties qui correspondaient aux creux les plus accentués ; la différence de grosseur des grains peut être assez marquée pour être nettement visible à l'œil nu.

En résumé, les faits que nous venons de rappeler, et un grand nombre d'autres que nous avons pu observer, nous conduisent donc à conclure que l'érouissage préalable augmente dans une très forte proportion la vitesse de cristallisation par recuit.

INFORMATIONS DIVERSES

Usine hydro-électrique du Tage

On a, depuis peu, mis en service une usine hydro-électrique qui utilise les eaux du Tage, près de Pastrana, et envoi de l'énergie électrique à Madrid, qui en est éloigné de 76 km. La puissance actuellement utilisée est de 15 000 HP, mais l'usine est prévue pour pouvoir en développer 25 000 (*).

Un barrage a été construit immédiatement à l'aval du point où la Guadalia se jette dans le Tage. Il crée un réservoir, de 150 hectares de superficie, et de 5 300 000 m³ de capacité, qui s'étend sur les deux cours d'eau. La hauteur du mur est de 26 m. au-dessus du niveau de la rivière ; son épaisseur est de 22 m. à la base et de 6 m. au sommet, avec profil triangulaire. Il est établi en forme de voûte très marquée, avec un rayon de courbure à l'extrados de 230 m. ; sa longueur à la crête est de 240 mètres.

Le canal d'aménée a une longueur de 430 m., et aboutit à la

(*) G. CHARPY. *Influence de la température de recuit sur la structure et les propriétés mécaniques du laiton.* (Comptes rendus, 1^{er} semestre 1893).

(*) K. MEYER. — *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, du 20 août 1910.