

Un instrument pour l'examen des câbles par voie électromagnétique

par D. van der VELDEN et H. T. VOSSSEN

Collaborateurs de la Station centrale d'essais des Mines d'Etat du Limbourg
à Treebeek (Pays-Bas)

Traduit de « Glückauf » du 7 juillet 1956, par L. DENOEL,
Professeur émérite de l'Université de Liège

En 1949, les Mines d'Etat, à Heerlen, sont entrées en contact avec le banc d'épreuve des câbles de Bochum qui avait inventé un dispositif électromagnétique pour la visite des câbles. L'intérêt des Mines d'Etat pour ce procédé provenait de l'emploi futur de câbles clos. Dans ceux-ci, les ruptures des fils intérieurs sont invisibles et celles des fils extérieurs sont difficiles à découvrir à la vue, de sorte qu'on a cherché un autre procédé qui promette une plus grande sécurité.

La station d'essai de Bochum employait alors une grosse bobine de solénoïde qui entourait le câble à essayer. On y envoyait un courant continu qui développait un champ magnétique intense. Les défauts du câble, en diminuant la section de fer, donnaient lieu à des courants dispersés. Avec une autre bobine entourant le câble, on faisait naître une force électromotrice qui était inscrite sur la bande d'un oscillographe.

D'après les mêmes principes, le service des recherches des Mines d'Etat a construit le dispositif décrit ci-après. Une culasse d'aimant en tôle de transformateur est munie de deux pièces polaires perforées. La partie avant de ces pièces s'ouvre vers l'extérieur pour qu'on puisse facilement placer la culasse autour du câble (fig. 1, gauche). L'aimant est entouré d'une bobine de 2 000 tours, alimentée par un courant continu de 8 A. Dans l'intérieur des pièces polaires, on peut introduire des pièces de réglage du diamètre voulu; elles sont entourées d'une enveloppe mince en cuivre pour éviter des variations trop brusques de la résistance magnétique dans l'ensemble du circuit.

Les bobines d'auscultation sont placées entre les pièces polaires et collées sur un support isolant pourvu d'une articulation. Elles se composent d'une bobine allongée que l'on plie de manière à entourer la moitié de la circonférence du câble

(fig. 2) de part et d'autre. Un défaut dans le câble à vérifier provoquera un trouble du champ magné-

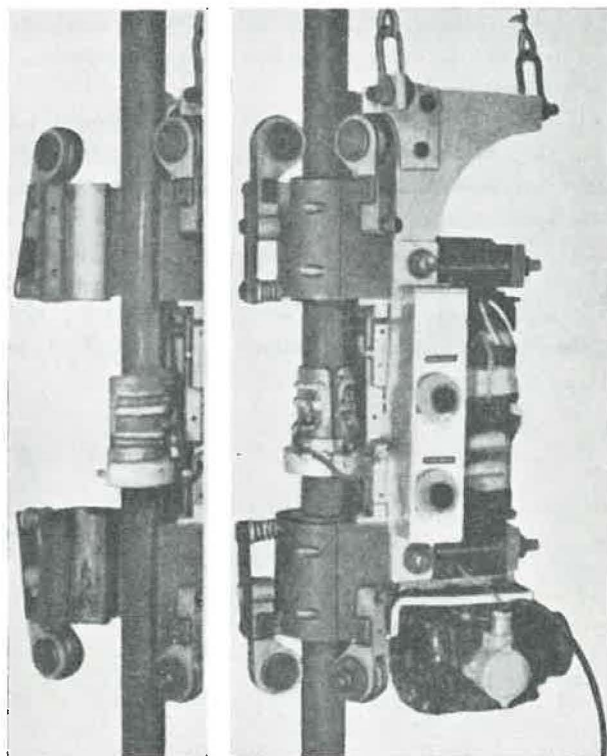


Fig. 1. — Appareil pour l'examen électromagnétique des câbles.
A gauche, pièce polaire ouverte.

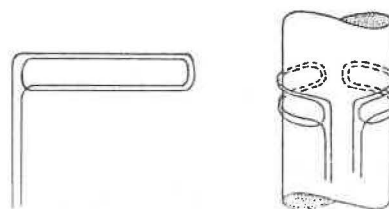


Fig. 2. — Bobine allongée entourant la demi-circonférence du câble.

tique normal. Ce champ troublé aura une composante horizontale et une verticale. La composante horizontale est indiquée dans cette bobine. Après amplification par un appareil à tubes, les forces électromotrices sont transmises à un oscillographe.

Comme les deux bobines de recherche fournissent deux indications isolées qui diffèrent suivant la situation du défaut dans le plan horizontal, il faut employer un amplificateur avec deux canaux et un double enregistreur. Les deux diagrammes donnent une idée de la nature et de la place du défaut.

Cette simple disposition ne suffit pas parce que les vibrations du câble ou une variation du courant causent aussi des perturbations du champ de forces perceptibles dans la composante horizontale. Il en résulte un diagramme saccadé qui ne révèle pas fidèlement l'état du câble. On évite cet inconvénient en plaçant au-dessus ou en dessous une bobine de compensation de même dimension que la bobine d'auscultation. Ces bobines doivent être mises en circuit en sens inverse.

Les Mines d'Etat néerlandaises ont préféré un autre système de compensation qui est applicable même si les bobines d'épreuve entrent en vibration. Dans ce cas, l'irrégularité des champs de force le long du câble cause de grandes difficultés. Pour cette raison, on emploie une bobine de com-

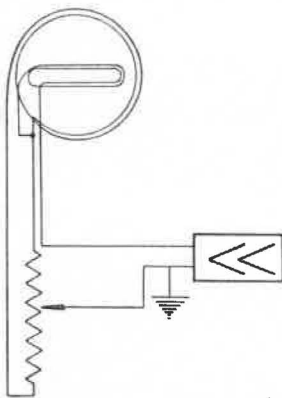


Fig. 3. — Mise en circuit d'une bobine d'auscultation avec une bobine circulaire de compensation.

pensation circulaire avec enroulement dans le plan vertical, et on la met en circuit suivant le schéma de la figure 3. L'exécution technique est représentée figure 4.

La bobine vibrante engendre une force électromotrice qui, par l'intermédiaire d'un potentiomètre, contrarie partiellement la force électromotrice des bobines allongées. En réglant les résistances, il est possible de réduire à peu près à zéro l'amplitude de la déviation quand on essaie un câble neuf.

Les bobines d'auscultation (fig. 1, droite) sont mises en mouvement par un moteur électrique et

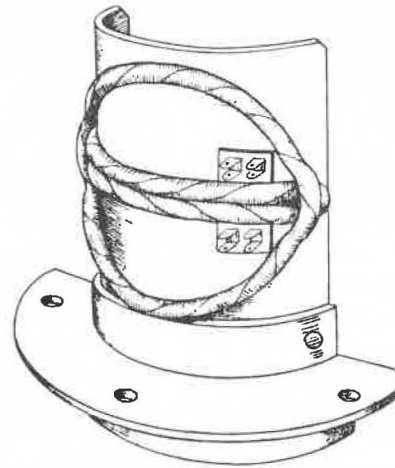


Fig. 4. — Réalisation technique d'une moitié du système des bobines d'auscultation.

un excentrique, l'amplitude est de 23 mm et la fréquence 20 à 25 Hz.

Les avantages des bobines oscillantes sont :

1) si le câble est immobile, on décèle cependant bien un endroit suspect. On arrête le câble dès qu'on perçoit une déviation dans le diagramme. Comme le câble s'est déplacé, on le ramène un peu en arrière. Après quoi, on soulève ou abaisse toute la culasse à l'aide d'un levier spécial, jusqu'à ce que la déviation réapparaisse. On peut ainsi déterminer à 1 cm près l'endroit défectueux;

2) tant que la vitesse du câble ne dépasse pas 0,75 m/s, la forme et la grandeur des déviations ne sont pas influencées par les variations de vitesse;

3) l'application des résistances de compensation au câble en repos peut se faire à un endroit selon toutes probabilités sans défaut. Les mêmes rapports de compensation existeront lors de l'examen par bobine fixe et câble en mouvement.

Les avantages de la double auscultation sont :

1° Une perturbation des champs de force due à une cause étrangère se marquera de la même façon sur les deux diagrammes.

2° Les ruptures des fils extérieurs se marquent sur un seul des diagrammes et les ruptures des fils intérieurs sur tous deux et l'amplitude la plus grande de la déviation sera sur le diagramme de la bobine la plus proche de la rupture.

3° Les lésions dues à la corrosion, à la fatigue ou à des ruptures nombreuses des fils minces intérieurs se manifestent dans les deux diagrammes par plusieurs déviations irrégulières.

L'inconvénient d'une force électromotrice plus faible due aux dimensions plus petites des bobines d'auscultation peut être compensé par un ampli-

ficateur plus fort. Dans les cas douteux, on peut mettre les deux bobines en série.

Voici le mode opératoire. Sur un tronçon du câble qui ne subit jamais de flexion et est donc dans le meilleur état, on exécute la compensation avec les poulies oscillantes. Après cela, on arrête le mouvement des bobines et on fait mouvoir le câble alternativement de haut en bas avec une vitesse de 1,50 m/s. Les parties du câble qui paraissent suspectes d'après les diagrammes sont repassées une seconde fois à la vitesse de 0,50 m/s à travers l'appareil en même temps que les bobines oscillent. De la comparaison des deux diagrammes, on peut souvent tirer des indications beaucoup meilleures que d'un seul.

A l'un des puits des Mines d'Etat, on procède une fois par mois à la révision des câbles par ce procédé. L'opération pour 600 m de câble ne demande que deux heures, y compris le montage et le démontage. Pour un puits très chargé, c'est un grand avantage parce que l'on trouve toujours bien pendant le poste de nuit deux heures qu'exigerait quand même un contrôle ordinaire.

La figure 5 reproduit les diagrammes d'un examen à ce puits.

A montre clairement une rupture extérieure avec écart de 2 cm entre les deux bouts du fil, B indique une mauvaise soudure d'un fil extérieur à environ 25 m de distance et sur la face opposée du câble, C et D, deux autres soldures meilleures sur des fils amincis fortement et les deux autres petites déviations montrent une place assez fortement usée.

Sur le diagramme n° 2, E, F, G indiquent une rupture et deux mauvaises soldures distantes de 4,5 et 3 m et du même côté du câble.

Le diagramme n° 3 montre, comme les précédents, une rupture en E et deux soldures F, G, avec cette différence que la vitesse du papier était plus grande et que les brisures sont plus fortes. On remarquera la faible différence entre les indications des deux sortes de défauts.

Le diagramme n° 4 a été pris avec bobines oscillantes. On voit qu'ici E se marque beaucoup plus fort que F et G, mais ce n'est pas toujours le cas. Les bobines oscillantes conviennent non seulement avec le câble au repos, mais dans tous les cas où l'on veut faire un examen plus approfondi de la nature des défauts observés par un premier examen.

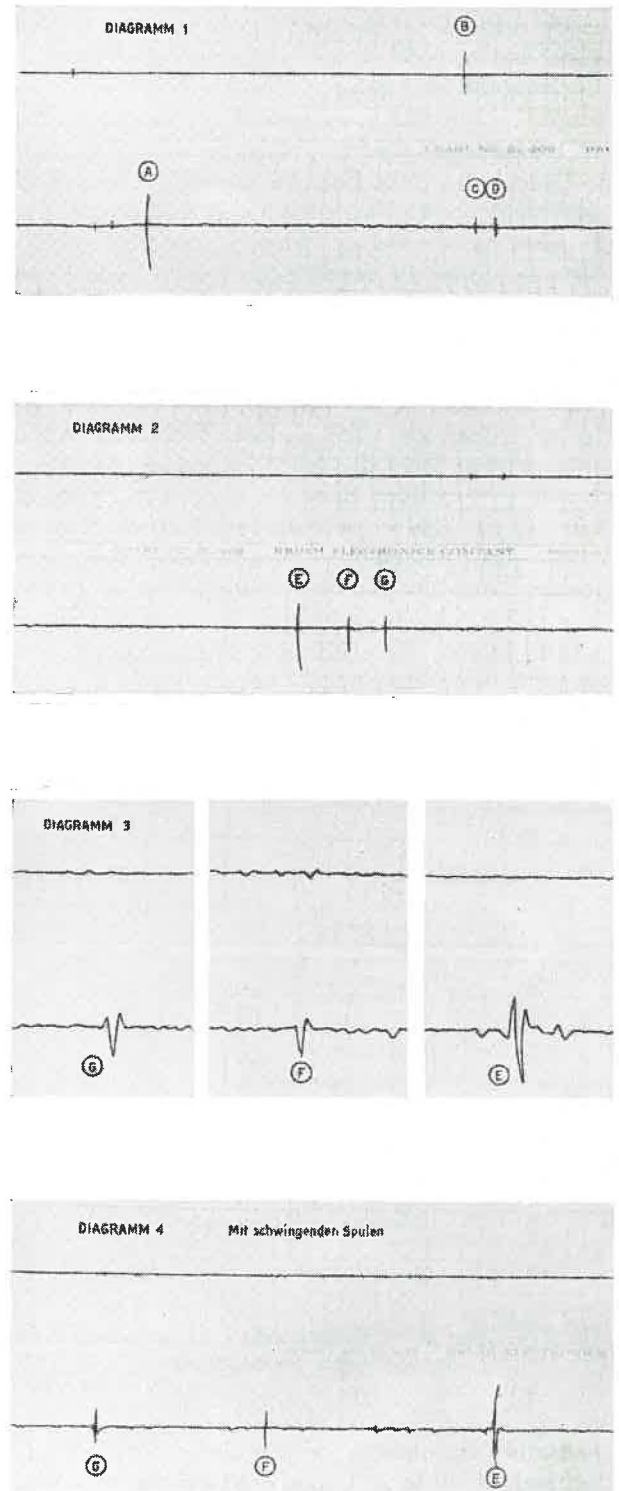


Fig. 5. — Vérification des câbles clos de la mine Emma.