

# Le « W-Messer »

Un indicateur et un enregistreur de la vitesse de l'air.

par le Dr. Ing. Eberhard LINSEL et le Dr. Wilhelm SCHMIDT,

Bochum.

(Communication du département « aérage » de l'Association minière Wesphalienne).  
Traduit du « Glückauf », du 3 janvier 1948, par J.-F. GERARD, Ingénieur civil des mines.

## RESUME

Les anémomètres usuels à ailettes ne permettent pas de mesurer à l'air libre des vitesses de moins de 50 m/min. D'autres appareils sont, ou bien applicables de manière seulement très limitée, ou bien imprécis. Ceci incita le département « aérage » à exploiter la découverte du w-messer comme appareil mesureur de vitesse d'air, appareil qui :

1) embrasse la totalité du champ de vitesse de 5 à 1200 m/min., rencontré dans l'aérage principal et secondaire des mines;

2) répond aux exigences de l'exploitation des mines concernant la solidité et l'invulnérabilité au grisou et à la température, aussi bien qu'aux poussières;

3) en tant qu'appareil indicateur instantané, rend possible les mesures par points et par réseaux, et donne la base pour la réalisation d'un enregistreur et d'un avertisseur pratiques.

On décrit la construction, l'utilisation et les applications de l'indicateur et de l'enregistreur.

A l'aide de l'anémomètre décrit ici, il est possible, pour la première fois, de résoudre de façon certaine de nombreux problèmes d'aérage, problèmes dans lesquels le débit d'air n'avait pu être déterminé jusqu'à présent, si ce n'est approximativement.

**Le manque d'appareils de mesure pour les faibles vitesses d'air, pour l'indication immédiate et pour l'enregistrement continu de la vitesse de l'air.**

Pour la mesure de la vitesse de l'air dans les mines, les principaux anémomètres s'inspirent de modes de constructions différents. Le champ de mesure de ces appareils est plus limité qu'on ne l'admet généralement, car pratiquement ils ne permettent de mesurer, à l'air libre, que des vitesses de 50 à 1200 m/min, c'est-à-dire entre 0,8 et 20 m/sec.

Le champ d'application de ces appareils, conditionné par les procédés les plus pratiques utilisés en exploitation des mines, est limité par l'imprécision trop grande des mesures : d'une part, avec l'anémomètre à ailettes en-dessous de 50 m/min, à cause du mouvement propre de l'appareil lors de la mesure; d'autre part, avec l'anémomètre à coupelles, en-dessous de 200 m/min, principalement à cause de l'inertie de ce modèle d'appareil. La limite supérieure de vitesse d'air mesurable actuellement avec la roue à ailettes est 600 m/min, et avec la croix à coupelles, elle est de 1200 m/min.

A des vitesses plus élevées, les ailettes de la roue à ailettes se plient inégalement, tandis que, dans la croix à coupelles, les paliers souffrent trop fort. Abstraction faite de cela, à de telles vitesses, les appareils sont endommagés par les particules pierreuses arrachées par l'air, de telle façon qu'ils ne peuvent résister longtemps. Des vitesses de plus de 20 m/sec sont rares dans les exploitations minières normales. Elles se présentent tout au plus dans les canalisations d'air ou les canaux d'aérage.

A une vitesse de 20 m/sec. correspond déjà une pression dynamique de 24,5 kg/m<sup>2</sup>; dans ce cas

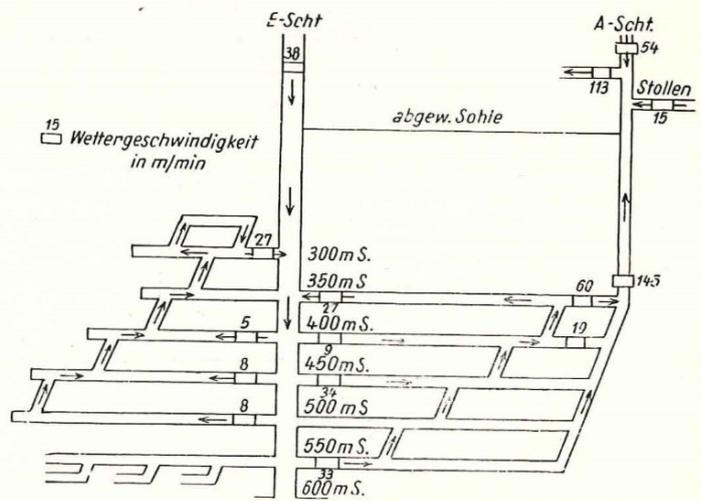


Fig. 1. — Vitesses d'air dans une mine métallique (Siegerland).



faite des conditions dans les couches redressées, citons comme problèmes critiques :

- 1) les exploitations avec aérage particulier;
- 2) les galeries de traction à grande section;
- 3) les secteurs difficiles, grisouteux ou chauds (pour peu que ces difficultés reposent sur un défaut d'aérage).

ou surmonter les difficultés mentionnées dans les mesures de vitesses d'air. D'après le département « aérage », on ne sait pas encore partout aujourd'hui qu'une mesure effectuée dans une section réduite artificiellement pour élever la vitesse de l'air (porte Drossel et similaire), conduit à de fausses conclusions. L'erreur provient de raisons tech-

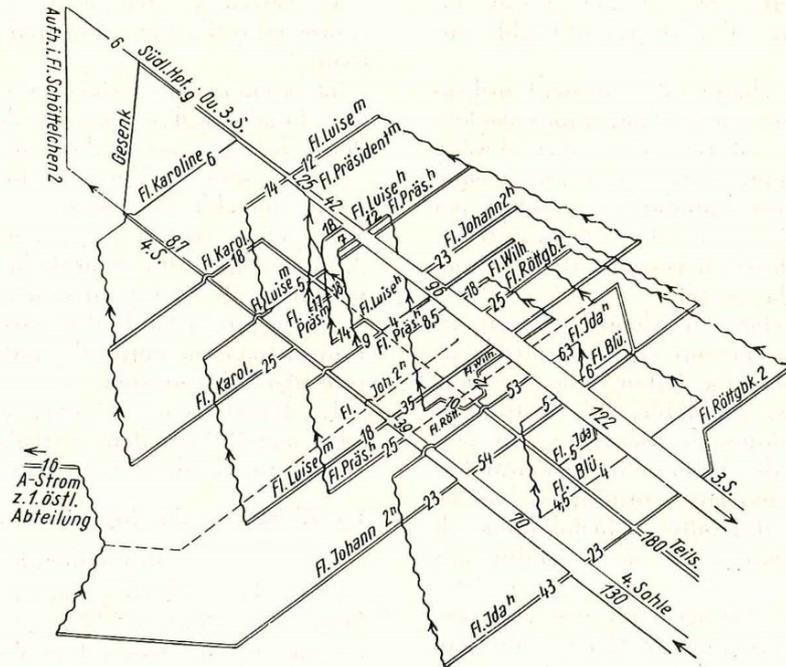


Fig. 4. — Vitesses d'air dans une mine de charbon (Ruhr, dressants en parallèles).

Les indications des charbonnages sont donc à considérer comme douteuses pour peu qu'elles ne bénéficient pas de circonstances favorables. Pour les mêmes raisons, une grande partie des mesures de dégagement grisouteux, y compris les conséquences qui en découlent, doivent être considérées comme incertaines. Les estimations des quantités d'air en court-circuit à travers les portes, les portes régulatrices, surtout aux environs des puits principaux et des balances, reposent également sur des appréciations peu sûres. Bien que la méthode anémométrique présente l'avantage essentiel d'une détermination pratique de la vitesse d'air moyenne et en plus du débit d'air moyen, elle accuse cependant d'autres désavantages que la limitation des vitesses entre 50 et 1200 m/min.

L'anémomètre accuse à peine les fluctuations passagères de la ventilation. L'utilité d'un indicateur instantané a été démontrée à plusieurs reprises, dans ces circonstances, par le service de lutte contre les incendies souterrains. Un tel appareil à indication instantanée, serait des plus efficaces pour la détermination, exacte mais difficile, de la vitesse de l'air par des mesures d'approximation rapides, plus fréquentes, donc plus utiles. La découverte d'un tel appareil de mesure donnerait aussi la possibilité d'un enregistrement continu de la vitesse et du débit d'air à l'aide d'un appareil enregistreur. Les recherches n'ont pas manqué pour contourner

et se fait sans doute dans le sens d'une élévation du débit d'air dangereuse au point de vue sécurité.

#### Expédients utilisés jusqu'à présent.

Il reste donc comme solution la découverte d'un anémomètre plus approprié. Des réalisations d'anémomètres particuliers (augmentation du diamètre, ailettes en mica, anémomètres différentiels) servent pratiquement peu. L'augmentation du diamètre resserre très fort le champ de mesure vers le haut, sans l'augmenter de façon remarquable vers le bas (45 à 400 m/min). Les anémomètres à ailettes micacées ne sont pas à la hauteur des rudes épreuves à subir dans la mine (domaine de 45 à 400 m/min) et les anémomètres différentiels (anémomètres de Schultz-Fuess) conviennent seulement aux mesures par points ou par réseaux. En effet, les fluctuations de l'air dans l'appareil faussent les mesures. Une mesure anémométrique par réseau exige pratiquement, suivant le nombre de points de mesure, de 30 à 60 min. Une telle mesure réclame donc beaucoup trop de temps au porion d'aérage. D'autre part, elle devient beaucoup trop inexacte à la limite de l'exploitation à cause des changements intervenant dans la ventilation pendant un temps si long. En plus, un léger dérangement mécanique de cet appareil oblige à

de trop fréquents étalonnages qui en diminuent tout le profit.

L'emploi du catathermomètre comme anémomètre ne pouvait se justifier que dans des cas particuliers, puisque la prise d'eau chaude, la fragilité de l'appareil, la longue durée de la mesure et la mise en œuvre d'une série d'appareils supplémentaires comme le thermomètre et le chronomètre, constituent des difficultés très grandes à son emploi général. En outre, il n'est pas utilisable en-dessous de 35° C.

L'anémomètre à fil chaud est seulement utilisable jusqu'à 180 m/min, car ses indications deviennent inexactes à des vitesses d'air plus élevées. Dans le domaine compris entre 10 et 180 m/min, il exige des corrections compliquées établies par étalonnages simultanés. Si la mine est grisouteuse, une protection spéciale est nécessaire, ce qui diminue la sensibilité de la mesure.

L'anémomètre à torsion a un domaine de mesure compris entre 5 et 50 m/min et est impropre en exploitation des mines. La balance de pression, basée sur un principe semblable, de l'Institut de recherches aérodynamiques de Göttingen, est sans doute un appareil de laboratoire remarquable, mais elle ne convient pas pour l'utilisation dans les mines à cause des difficultés d'installation, de l'amortissement à l'huile et de la sensibilité aux chocs.

Un progrès certain a été accompli avec les appareils qui empruntent l'énergie cinétique à une partie du courant d'aéragage et l'appliquent sur une ailette déviable. A ce type d'appareil se rattachent le mesureur de débit de Horn, Leipzig et le vélocimètre de la Metropolitan-Vickers, Manchester.

L'appareil de Horn convient peu pour les mesures souterraines pour les raisons suivantes :

1) par suite de l'instabilité du courant, l'aiguille de l'appareil oscille continuellement, ne permettant qu'une estimation de la vitesse de l'air, et non une lecture;

2) à cause de la division inégale de la graduation, précisément en-dessous de 300 m/min, la difficulté d'estimation va en croissant vers le bas de l'échelle et l'appareil devient inutilisable en-dessous de 60 m/min ou 1 m/s;

3) la construction même de l'appareil oblige l'observateur à se placer dans la section transversale, à l'encontre de toutes les règles de mesure d'aéragage;

4) l'appareil fait défaut rapidement dans une atmosphère humide et déjà après quelques mesures, dans une atmosphère sèche et poussiéreuse.

Sans doute, l'oscillation de l'aiguille observée à l'appareil de Horn est supprimée au vélocimètre par un amortisseur magnétique puissant et le champ de mesure plus subdivisé du vélocimètre (15 à 75 m/min et 50 à 700 m/min) permet une meilleure lecture de la vitesse de l'air. Par contre, la fausse répartition de l'échelle est à critiquer ici aussi et la sensibilité encore plus grande aux poussières conduit fréquemment à des mesures fautiveuses et au blocage complet de l'ailette.

Tenant compte de l'incertitude causée par ces appareils, le département « aéragage » qui s'était limité jusqu'à présent à établir approximativement des vitesses d'air en-dessous de 50 m/min à l'aide de petits tubes à fumée de la Société Auer, Berlin, et de chronomètres, s'est imposé la tâche de développer le plus rapidement possible un appareil de mesure qui satisfait aux conditions suivantes :

1) couvrir le domaine de 5 à 1200 m/min rencontré dans l'aéragage principal et particulier de la mine;

2) répondre aux exigences relatives à la solidité et à l'inaltérabilité vis-à-vis du grisou, des conditions climatiques et des poussières;

3) en tant qu'appareil indicateur instantané, rendre possible les mesures par points et par réseaux et, à côté d'une extension intéressante du domaine de mesure, fournir la base pour un appareil enregistreur et avertisseur;

4) pouvoir, à l'aide d'accessoires tels que le tube transmetteur ou appareil similaire, être modifié en indicateur de pression.

Le département « aéragage » est arrivé à créer un tel appareil indicateur enregistreur entre 1942 et 1945 (procédé de construction Schultz).

#### Le W-Messer du département aéragage.

##### Bases théoriques.

Pour le w-Messer comme pour l'appareil de Horn et le vélocimètre, l'énergie cinétique d'une partie du courant d'air est appliquée sur une ailette déviable. Mais l'air ne s'engouffre pas tout autour de l'ailette (fig. 5a); au contraire, il passe au delà sans former de tourbillons et sort par une fente pratiquée dans la paroi de la chambre de mesure (fig. 5b). Il n'apparaît, pour cette raison, aucune oscillation de l'aiguille et, en dehors d'un ressort

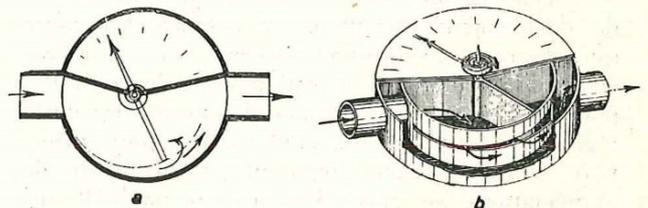


Fig. 5. — w-Messer. a) ailette sur pivot excentrique  
b) ailette sur pivot central.

de rappel, aucun amortisseur de l'ailette n'est requis. L'emploi d'une double ailette augmente pour différentes raisons la force du courant et étend ainsi le champ d'utilisation vers le bas jusqu'à environ 1 m/min. La sensibilité de l'appareil, supérieure à celle requise dans la mine, permet l'adaptation d'un protecteur contre les poussières. Celui-ci assure l'utilisation continue de l'appareil, et ainsi la limite inférieure du champ de mesure se situe pratiquement aux environs de 5 m/min jusqu'à présent.

##### Construction de l'appareil.

(Fig. 6-8)

L'appareil se compose de la boîte cylindrique a qui porte deux tubes cylindriques b opposés. Sur

ces tubes sont vissées des têtes Düsen *c* en demi-sphères (la tête arrière est aplatie pour des raisons de facilité de lecture). Les dimensions de l'appareil constituent un compromis entre la forme la plus simple à réaliser en fabrication et la forme la plus favorable à l'écoulement de l'air. A l'entrée se

Champ de mesure III 10 à 600 m/min.  
 Champ de mesure IV 200 à 1200 m/min.  
 Dans la boîte *a* de l'appareil se trouvent deux cylindres concentriques qui délimitent le canal d'arrivée *e*, les canaux de sortie *f* et la chambre de mesure. Cette chambre de mesure est divisée en

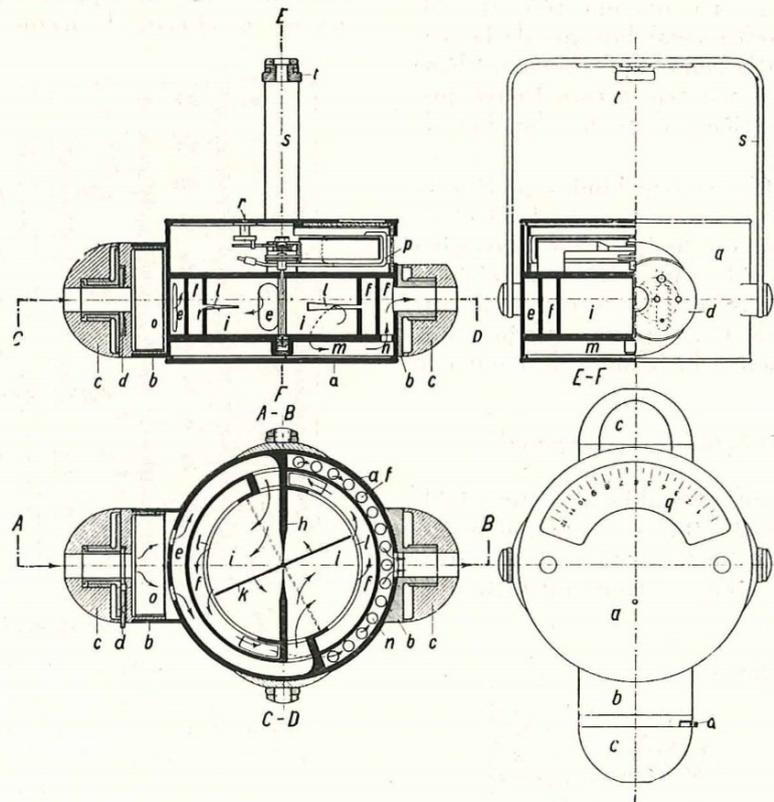


Fig. 6. — Construction du w-Messer (procédé Schultz) du département « aérage ».

trouve un disque excentrique *d* à quatre lumières, interceptant l'ouverture et permettant de passer d'un champ de mesure à l'autre. Les quatre champs de mesure sont indiqués en rouge sur le sélecteur de champ :

- Champ de mesure I 1 à 60 m/min.
- Champ de mesure II 5 à 300 m/min.

deux chambres *i* par la paroi *h*. Au centre, l'axe de l'ailette, pivotant sur deux pierres, est disposée de telle sorte que chaque moitié de l'ailette *k* se meuve dans sa chambre. Exposé au courant d'air, l'air pénètre par la tête *c*, passe par le canal *e* dans les chambres de mesure *i*, où il agit sur l'ailette. Le

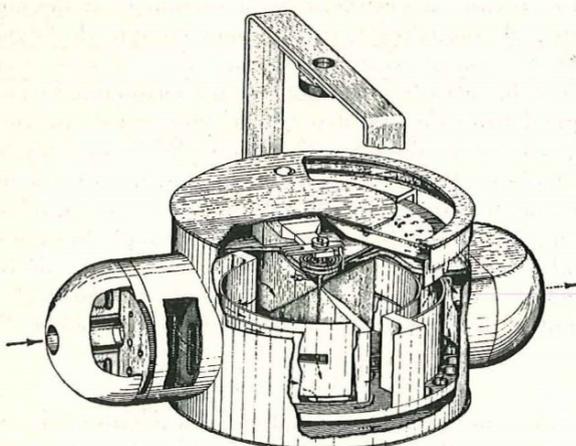


Fig. 7. — w-Messer (procédé Schultz) du département « aérage ».

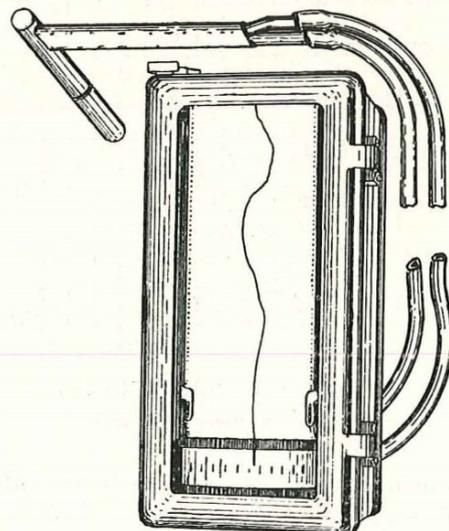


Fig. 8. — w-enregistreur.

déplacement de celle-ci libère les fentes *l* et l'air peut ainsi s'échapper par les canaux de sortie *f*, en passant dans la chambre *m*, puis quitte l'appareil par les ouvertures *n*. Les chambres de mesure sont pourvues de sept fils de fer servant de dépoussiéreur grossier. Contre les fines poussières, une sécurité suffisante est assurée par une série de chicanes et par un agrandissement brusque de la section de passage avant la chambre de mesure. Même après long emploi, on n'a pas encore trouvé jusqu'à présent de poussières dans la chambre de mesure.

Sur l'axe de l'ailette est fixé l'index *p* dont la position est visible sur le cadran *q*, en haut et en arrière. La graduation est linéaire. La conversion en m/min se fait à l'aide d'un tableau de références (fig. 10). Une vis *r* fixée sur le couvercle permet le rappel au zéro. Un support *s* portant une buselure taraudée *t* sert à la fixation de l'appareil.

Vérification périodique de l'appareil.

L'appareil, seulement utilisable avec une table ou un diagramme étalon (fig. 9 et 10), doit être réétalonné tous les neuf mois d'après les expériences du département « aérage » et une instruction de

pour dans quelque temps. Actuellement, la méthode la plus économique est celle mentionnée plus haut.

Méthode de mesure.

On procède de la façon suivante : l'appareil étant fixé par son support sur une canne d'environ 1,5 m, on effectue la lecture en un nombre suffi-

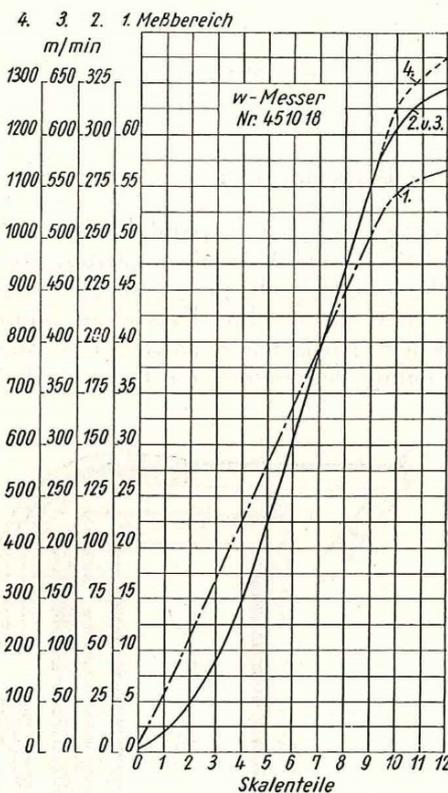


Fig. 9. — Carte étalon de l'indicateur du département « aérage ».

l'administration des mines. Une lecture directe en m/min serait possible si l'appareil était pourvu tous les neuf mois d'une nouvelle graduation qui serait alors parfaitement linéaire. Ceci est projeté

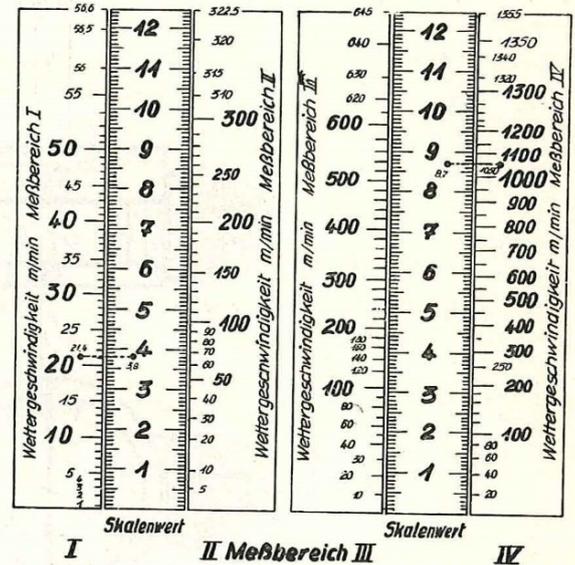


Fig. 10. — w-Messer n° 451 018 du département « aérage ». Tableaux étalons.

Tableaux de références pour la détermination de la vitesse de l'air correspondant à la valeur lue à la graduation du w-Messer.

- Exemples : Domaine de mesure I
- Graduation 3,8
- Vitesse d'air : 21,4 m/min
- Domaine de mesures IV
- Graduation 8,7
- Vitesse d'air : 1050 m/min

sant de points de la section, environ un point par m<sup>2</sup> de section. L'observateur se placera continuellement en dehors de la section, sur le côté et en aval de l'appareil. Un ou deux points peuvent suffire suivant la grandeur de la section pour des mesures d'approximation, en tenant compte de l'expérience acquise dans la mesure des vitesses d'air. Pour la sécurité de l'appareil, on recommande lorsque l'ordre de grandeur de la vitesse est inconnu, de passer du domaine de mesure IV à un domaine plus bas, et ainsi de suite. Pour passer d'un domaine de mesure à l'autre, il faut desserrer quelque peu la tête d'entrée Düsen pour pouvoir tourner et caler le sélecteur sur le champ de mesure désiré; ensuite, resserrer la tête. Pendant le transport, il faut se tenir toujours sur le champ de mesure IV.

Accessoires.

Des accessoires permettent l'utilisation du w-messer en des endroits inaccessibles (canalisations, etc.). Les tubes transmetteurs de la forme usuelle conviennent peu. En effet, les ouvertures de ces ap-

pareils sont trop petites et opposent ainsi une trop grande résistance au courant, ce qui provoque une diminution de la sensibilité de l'appareil. Un tube recourbé, muni d'une grande ouverture, s'est avéré utile dans ce cas. Pour le raccordement du tube recourbé, on remplace les têtes Düsen par des raccords filetés fixés par vis de pression et on connecte par des tuyaux. Lors de l'emploi de ces accessoires, il est nécessaire d'utiliser des diagrammes étalons spéciaux.

#### *L'enregistreur de vitesses d'air.*

C'est en collaboration avec la firme Paul Gothe, Bochum, que l'enregistreur fut mis au point. Un mouvement d'horlogerie actionnant une bande de papier enregistreur est combiné au w-Messer. Ce dernier diffère essentiellement de l'appareil à main par l'aiguille qui passe ici au travers du couvercle de l'appareil. A intervalles réguliers, une tige recourbée applique l'aiguille sur le papier enregistreur avec interposition d'un ruban encreur. En outre, cette aiguille se déplace devant un cadran gradué. La succession des points dessine sur la bande les variations de vitesse. Le tube recourbé déjà signalé fait office de transmetteur. A cause de sa grande sensibilité, l'appareil convient très bien pour contrôler la vitesse de l'air dans la mine; par contre, il convient moins pour les débits uniformes des conduites d'air.

#### *Réalisation, entretien et utilisation.*

Le département « aérage » s'occupe de la réalisation de l'appareil. Comme tous les bons appareils de mesure, il exige un entretien et un maniement scrupuleux. Il faut le protéger autant que possible contre l'humidité et les poussières et éviter tout choc.

En cas de détérioration, il faut renvoyer les appareils au département « aérage »; celui-ci en assure la remise en état. Il faut s'abstenir d'ouvrir l'appareil. D'après les expériences du département, la rectification du jeu de l'axe de l'aiguille et le rappel au zéro ne se révèlent nécessaires que rarement. Le département les effectue lors des étalonnages réguliers.

#### *Avantages et désavantages - Développement futur.*

La difficulté de se procurer des mouvements d'horlogerie et des pièces de rechange des zones française et russe, a accéléré le développement du w-Messer. L'absence de mouvement d'horlogerie est sans aucun doute un avantage en ce qui concerne l'utilisation et le coût de fabrication. Le risque d'encrassement et de détérioration est aussi moins important grâce à la construction hermétique. Le w-Messer facilite et accélère la mesure à l'air libre; il permet d'embrasser avec un seul appareil la totalité du domaine de mesure; ces avantages rendent acceptable le prix de vente de 450 RM. Dans l'avenir, on cherchera à alléger l'appareil qui actuellement, pour des raisons de matières premières, est encore plus lourd que l'anémomètre. Aussi bien l'indicateur que l'enregistreur, ces appareils peuvent servir à la mesure de petites pressions à l'aide d'accessoires appropriés. Il est prévu de transformer le w-Messer en appareil avertisseur. La chute de vitesse en-dessous d'une limite déterminée donnerait le signal.

L'indicateur, l'enregistreur et l'avertisseur contribueront pour leur part à améliorer la surveillance dans l'exploitation, amélioration projetée par le département « aérage ».

## SAMENVATTING.

De gebruikelijke anemometers met wieken laten niet toe in de vrije lucht snelheden te meten van minder dan 50 m/min. Andere apparaten zijn ofwel van te beperkte toepassing, ofwel te onnauwkeurig. Dit was voor het Departement « Luchtverversing » aanleiding om de uitvinding van de w-Messer als meetapparaat voor de luchtsnelheden ten nutte te maken. Dit apparaat:

1) bezit een meetbereik dat zich uitstrekt van 5 tot 1200 m/min en dat de totaliteit der luchtsnelheden, die zich voordoen bij de hoofd- en hulpverluchting der ondergrondse werken, omvat;

2) beantwoordt aan de vereisten van stevigheid en onkwetsbaarheid tegenover de invloeden van mijngas, stof en temperatuur, nodig tot het gebruik in de ondergrondse werken;

3) als ogenblikkelijke indicator, maakt het punten metingen mogelijk en leent zich tot de verwezenlijking van een praktisch registreer- en waarschuwingstoestel.

De constructie, de benutting en de toepassingen van de indicator en het registreerapparaat worden beschreven.