

Des films de jugement d'allure pour les travaux du fond

Une réalisation du Centre de Formation Postuniversitaire
pour Ingénieurs de Charbonnages à Mons

par J. SAUCEZ,

Ingénieur civil des Mines attaché au Centre.

SAMENVATTING

Het artikel handelt over het gebruik van films voor de opleiding van de personen belast met de arbeidsstudie in de mijnen.

Het is bekend dat bij de analyse van de menselijke arbeid talrijke factoren moeten waargenomen worden. De lichamelijke toestand van een arbeider, zijn geestesgesteldenis en zijn bekwaamheid oefenen immers een invloed uit op zijn produktiviteit. Het feit van hem min of meer zwaar werk te laten uitvoeren betekent een andere veranderlijke die belang heeft op het fysiologisch plan.

Wij hebben enkele films klaargemaakt, die vooral op het ondergronds werk afgestemd zijn, waarmee men zich kan oefenen in het maken van soortgelijke analyses. De films werden geijkt zodat men over de nodige vergelijkingspunten beschikt. Onderhavige nota levert hieromtrent alle nodige aanwijzingen. Om te eindigen stellen wij een methode voor om zich aan de hand van eenvoudige criteria een gedacht te vormen van de oordeelkundigheid van een tijdopnemer-analysator; met behulp van statistieken bewijzen wij dat, wanneer het om een behoorlijk gevormd element gaat, zijn analyse en vooral zijn oordeel over de houding van de arbeider in het algemeen zeer bevredigend zijn.

ZUSAMMENFASSUNG

Dieser Aufsatz behandelt die Verwendung von Filmen zur Ausbildung der Beauftragten für Arbeits- und Betriebsstudien in den Gruben.

Es ist bekannt, dass zur Auswertung der menschlichen Arbeit die Beobachtung mehrfacher Faktoren gehört. Tatsächlich sind es die physische Verfas-

RESUME

Cet article est relatif à l'utilisation de films pour la formation des agents d'étude du travail dans les mines.

On sait que l'analyse du travail humain nécessite l'observation de multiples facteurs. En effet, la condition physique d'un ouvrier, ses dispositions psychologiques et sa qualification influent sur la productivité. Le caractère plus ou moins pénible des opérations exécutées est une autre variable ayant des implications sur le plan physiologique.

Nous avons réalisé des films, spécialement prévus pour les travaux du fond, sur lesquels il est possible de s'entraîner à procéder à de telles analyses. Ces films ont été étalonnés de telle sorte que l'on dispose des références indispensables. La présente note donne toutes les précisions utiles à ce sujet. In fine, nous présentons la méthode permettant de déterminer par des critères simples la valeur du jugement d'un chronométrateur-analysateur et nous montrons par une étude statistique que s'il s'agit d'un sujet convenablement formé, l'analyse et en particulier le jugement d'allure sont parfaitement efficaces.

SUMMARY

This article concerns the use of films for training time and motion specialists in the mines.

It is well known that the analysis of human work requires observation of numerous factors. In fact, the physical condition of a workman, his psycholo-

zung eines Arbeiters, seine psychologischen Dispositionen und seine Eignung, welche die Produktivität beeinflussen. Der mehr oder weniger mühsame Charakter der ausgeführten Verrichtungen ist eine weitere Veränderliche mit Auswirkungen im physiologischen Felde.

Wir haben Filme hergestellt, die auf untertägige Arbeiten besonders eingestellt den Uebergang zu derartigen Analysen fördern und so aufgebaut sind, dass man aus ihnen unentbehrliche Handhaben gewinnt. Der vorliegende Bericht gibt in dieser Hinsicht alle nützlichen Daten. An Hand von relativ einfachen Kriterien führen sie zum Urteil über die Ergebnisse eines Zeitnehmer-Auswerters. Diese Methode erlaubt uns einen statistischen Beleg, dass bei Vorliegen einer Aufgabe von angemessener Form Analyse und besonders Auswertung des Arbeitsablaufes vollkommen beweiskräftig sind.

gical dispositions and his qualifications have an effect on productivity. The rather arduous character of the operations carried out is another variable factor which has implications in the physiological sphere.

We have produced films, specially designed for work underground, with which it is possible to train oneself for carrying out such analyses. These films have been graded so as to provide essential references. The present report gives all the useful details on this subject. Lastly, we present the method whereby the value of the judgment of a time and motion specialist can be determined by simple criteria, and we show, by a statistical study, that if we are dealing with a suitably trained subject, the analysis and particularly the time and motion report are perfectly efficient.

La mesure des durées des différentes opérations qui interviennent dans un cycle opératoire a toujours été considérée comme un excellent point de départ pour une étude objective des travaux.

S'il s'agit d'un cycle-machine, la mesure des temps ne pose aucun problème. Ce sera le cas par exemple pour les engins d'abattage ou de chargement dont on désire déterminer les capacités optimales.

Par contre, l'étude du travail humain appelle des précautions particulières et exige une technique de mesure bien définie que l'on ne peut négliger sans courir des risques d'erreurs graves.

Le comportement d'un homme au travail, en effet, implique l'intervention d'une partie importante de sa personnalité. Un individu n'est pas l'autre ; les conditions physiques d'un ouvrier ne sont pas constantes ; elles sont sujettes à variations dans le courant même d'une journée ; ses dispositions psychologiques également. La plus ou moins bonne connaissance du métier, c'est-à-dire du meilleur mode opératoire, influe également fort sur la productivité. Ces facteurs rendent l'analyse fort délicate et sont de nature à proscrire de façon définitive le minutage que nous évoquions plus haut à propos des machines.

Il importe de se rendre bien compte, dès l'abord, de l'importance que revêt l'étude précise du travail manuel. Un des grands objectifs de l'organisation est, en effet, de simplifier le travail et de remanier les méthodes de telle sorte que le contenu de travail intégré dans le processus de production soit réduit au minimum.

Ainsi, l'analyse du travail d'un opérateur fera intervenir, à côté de la mesure des temps, d'autres notions essentielles parmi lesquelles on retiendra surtout : le caractère plus ou moins pénible de l'opération exécutée, la célérité des gestes et l'efficacité du mode opératoire.

Le premier de ces facteurs, à savoir la lourdeur du travail, pose tout le problème des pauses, de leur durée, de leur fréquence. Il pourra aussi être étudié sous l'angle de la physiologie du travail ; on recherchera, par exemple, l'optimisation des conditions de travail et du mode opératoire en vue d'une réduction de la dépense physique.

La célérité et l'efficacité des gestes de l'opérateur, d'autre part, constituent ensemble une deuxième variable que l'on nomme habituellement : l'allure. Il serait tout aussi insensé de rechercher la valeur-travail d'une opération en retenant, sans autre examen, les résultats obtenus par un ouvrier non qualifié exécutant quantité de gestes inutiles, qu'en se basant sur les performances d'un individu parfaitement entraîné et forçant son rythme de travail.

L'allure apparaît ainsi comme une notion globale qu'il s'agit, lors des chronométrages, d'apprécier à sa plus juste valeur. Un tel jugement laisse certainement intervenir un facteur subjectif et c'est la raison pour laquelle l'appréciation des allures a été et est encore parfois l'objet de controverses portant sur la validité de la méthode.

Il est donc nécessaire de donner, dans ce domaine, aux agents d'étude du travail, une formation adéquate qui ne laisse subsister aucun doute sur la qualité de leur jugement. Cette formation s'acquiert de la façon la plus sûre à l'aide de films spécialement conçus.

De tels films existent en Amérique et en France depuis de nombreuses années. Ils concernent des travaux de surface. En principe, cela n'empêche pas de les utiliser à l'intention des chronométrateurs-analyseurs du fond mais on conçoit aisément tout l'avantage que présentent, pour les charbonnages, des films relatifs à des travaux du fond. On élimine de la sorte la difficulté et l'effort de transposition.

Le Centre de Formation Postuniversitaire pour Ingénieurs de Charbonnages près la Faculté Polytechnique de Mons a réalisé l'an dernier trois films de cette espèce.

Ils montrent un certain nombre d'opérations exécutées dans la mine. Chacune d'elles est présentée à six reprises différentes et fait donc l'objet de six scènes équivalentes mais non identiques en ce sens que, d'une scène à l'autre, la célérité de l'ouvrier varie et que le mode opératoire est parfois même légèrement modifié ; dans certains cas, nous avons aussi changé d'opérateur.

C'est dire que ces films constituent un échantillonnage déjà représentatif des allures que l'agent d'étude du travail est tous les jours amené à apprécier au fond.

Les films réalisés à ce jour portent sur les opérations suivantes :

- A. Marche en galerie horizontale.
- B. Transport de matériel en galerie.
- C. Raccordement de tuyauterie.
- D. Coupage d'un bois à la hache, en taille.
- E. Erection d'une pile de rails, en taille.
- F. Placement d'une bèle métallique, en taille.
- G. Placement d'un étau à friction, en taille.
- H. Placement d'un étau hydraulique, en taille.

(Les photos 1 à 8 extraites des films illustrent les opérations représentées).

Avec le placement d'un étau en taille, nous nous trouvons devant le cas typique d'une opéra-

tion complexe, comportant diverses phases de travail qui se caractérisent par des coefficients de repos différents. L'allure de l'opérateur varie elle-même bien souvent d'une phase à l'autre, car il est naturel d'exécuter rapidement ce qui nécessite un gros effort, comme la manutention de l'étau et de s'accorder quelque détente dans la suite, lorsque le travail est devenu plus facile, lors de la pose de l'extenseur par exemple.

Pour cette raison, nous proposons à l'agent d'étude du travail qui s'entraîne à l'aide des films, de repérer et d'analyser les diverses phases de travail.

On pourrait pousser cette analyse très loin, mais nous pensons que, pour les travaux du fond, un excès de détails n'aurait guère de valeur pratique.

C'est ainsi que nous demandons de juger une seule allure pour chacune des scènes des opérations A, B, C, D, E et F. Nous en demandons quatre pour l'opération G et 2 pour H.

Les trois films dont nous disposons actuellement suscitent ainsi 72 appréciations d'allures.

Rappelons qu'une allure quelconque s'exprime en pourcentage de l'allure de référence, appelée encore « allure normale » et à laquelle on attribue la cote 100. Les études de physiologie du travail montrent que l'allure optimum pouvant être soutenue par un ouvrier moyen, parfaitement qualifié et prenant les repos alloués, est de 140. A cette allure, le risque de surmenage reste inexistant.

Nos films représentent des allures variant, sauf exceptions, de 65 à 145.

Il n'est peut-être pas sans intérêt de mentionner à présent quelques particularités de montage de ces films.

Pour éliminer le rôle que pourrait éventuellement jouer la mémoire en cas de projections répétées, devant un même observateur, nous avons alterné les différentes opérations. Ceci ôte aussi au sujet toute



Fig. 1. — **Opération A** — Marche en galerie horizontale.

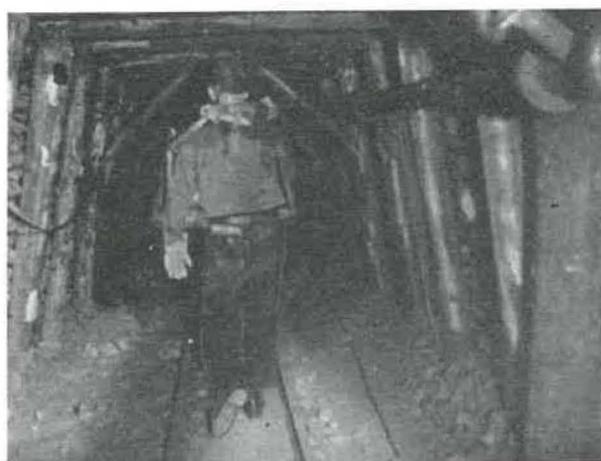


Fig. 2. — **Opération B** — Transport de matériel en galerie.



Fig. 3. — **Opération C** — Raccordement de tuyauteries.



Fig. 6. — **Opération F** — Placement d'une bèle métallique, en taille.



Fig. 4. — **Opération D** — Coupage d'un bois à la hache, en taille.



Fig. 7. — **Opération G** — Placement d'un étau à friction, en taille.



Fig. 5. — **Opération E** — Erection d'une pile de rails, en taille.



Fig. 8. — **Opération H** — Placement d'un étau hydraulique, en taille.

possibilité de référence et le contraint, pour ainsi dire, à porter un jugement personnel.

Les mêmes raisons et le souci de n'introduire aucun caractère logique artificiel dans l'ordre de présentation des scènes, nous ont conduits à le déterminer par une simple consultation d'une table de nombres au hasard.

Chaque film commence par quelques séquences de présentation des opérations, la plupart en gros plan, au cours desquelles l'observateur peut parfaitement se rendre compte du mode opératoire ; tout chronométreur procède de la sorte in situ.

Pour le reste, nous avons également voulu rester réalistes, en installant la caméra à l'endroit même où un chronométreur se serait normalement placé pour observer le travail.

Étalonnage.

Les allures-étalons relatives aux scènes présentées ont été fixées par des spécialistes en la matière. L'étude systématique des films, sur visionneuse, a permis en outre de déterminer, de façon absolument rigoureuse, les durées des phases opératoires ; on en a déduit les relations existant entre les allures correspondant aux différentes scènes. En effet, pour une opération nettement définie, le produit (célérité des gestes \times efficacité du mode opératoire) est inversement proportionnel au temps nécessaire ou encore au nombre d'images qui constituent la scène. Cette loi de proportionnalité étant connue, l'étalonnage se réduit à la recherche de l'allure « normale », ce qui a simplifié considérablement le problème.

On notera à ce sujet que les chronométreurs-analyseurs ont tendance, pour la plupart, à apprécier assez correctement les allures se situant aux environs de la normale, mais qu'ils osent rarement monter ou descendre dans leurs évaluations comme il le faudrait. La figure 9 est probante à cet égard. Nous y avons porté la courbe représentative du jugement moyen porté par un groupe d'une vingtaine de chronométreurs du fond, choisis parmi les meilleurs. Les allures faibles sont estimées trop largement ; au contraire les allures élevées sont sous-évaluées et ce, d'autant plus que l'on s'éloigne de la normale.

Utilisation des films.

Mesures de temps.

On peut évidemment se servir des films pour des exercices de mesure de temps, à l'aide du chronomètre. Il s'agit là d'une utilisation accessoire, qui peut néanmoins rendre service pour déceler les chronométreurs totalement déficients, s'il en était, ou commencer la formation de nouveaux éléments.

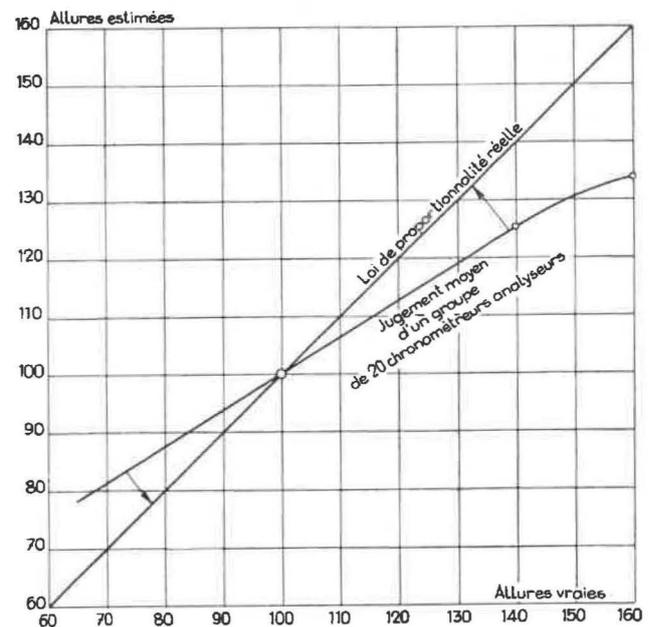


Fig. 9.

Coefficients de repos alloués.

L'étude, à partir des films, des coefficients de repos à allouer pour chaque opération ou chaque phase est utile pour aider l'observateur à faire la part des choses et à ne pas confondre deux notions différentes : allocation de repos et appréciation de l'allure. Les données dont on dispose actuellement sur les coefficients de repos, suffisent pour les déterminer de façon absolument sûre.

Jugement d'allure.

C'est ici que réside l'intérêt fondamental des films.

L'observateur est invité à apprécier et à noter, dans le courant même de la projection, scène par scène, ou phase par phase, l'allure de l'opérateur.

La comparaison de ses résultats aux valeurs-étalons donne une idée précise de la qualité de ses appréciations. Les écarts constatés l'aident à corriger le « tir » et, après quelques séances, à éliminer ses erreurs systématiques.

Nous voudrions ici attirer l'attention sur la distinction fondamentale qui existe entre les erreurs d'appréciation systématiques et les erreurs aléatoires. Les premières concernent le jugement moyen ; elles ne sont jamais compensées et, par là-même, faussent le résultat final d'un chronométrage. Les secondes, en revanche, même si elles paraissent à première vue fort importantes, ont un effet négligeable dès que le nombre d'observations est suffisamment grand.

Aussi, l'étalonnage d'un chronomètre-analyseur consiste-t-il à mettre en évidence ces deux types d'erreurs.

On utilise à cet effet une méthode graphique schématisée sur le diagramme de la figure 10, où les allures estimées sont portées en ordonnées et les allures-étalons ou vraies, en abscisses.

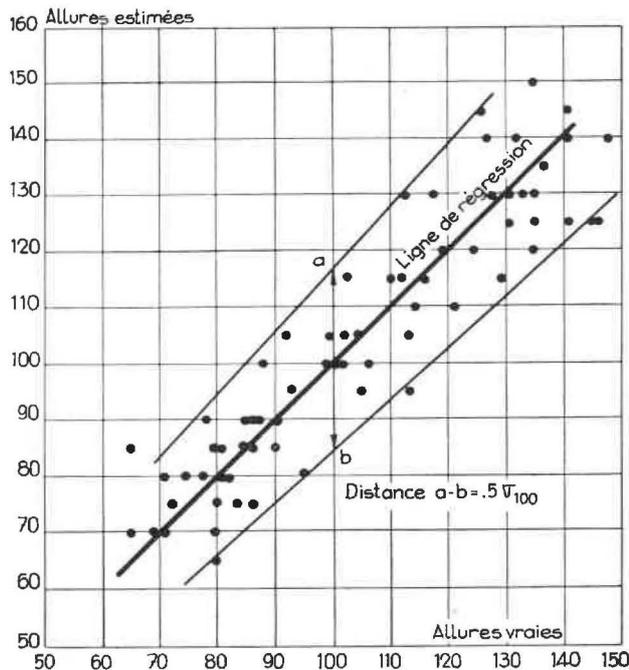


Fig. 10.

On obtient un nuage de points correspondant aux 72 observations, dont la tendance moyenne est donnée par la ligne de régression. On sait que celle-ci peut être tracée de façon simple par un calcul de moyennes mobiles portant successivement sur la 1^{re}, les 1^{re} et 2^{me}, les 1^{re}, 2^{me} et 3^{me} observations, etc... le calcul étant effectué tout d'abord par ordre de valeurs croissantes, puis par ordre de valeurs décroissantes.

La ligne de régression, qui caractérise le jugement moyen du chronomètre, fournit son erreur systématique, que l'on peut caractériser par exemple par deux valeurs :

- estimation de l'allure normale 100
- pente de la ligne de régression.

L'erreur aléatoire est caractérisée par la dispersion des valeurs autour de la moyenne, c'est-à-dire par la largeur du nuage de points. Compte tenu du nombre d'observations, en l'occurrence 72, cette largeur correspond à environ 5 fois l'écart-type.

Il suffit habituellement de calculer cette dispersion une seule fois, c'est-à-dire pour l'allure vraie de 100.

Pour cette allure vraie normale, désignons par :

- σ_{100} l'écart-type du chronomètre, égal au cinquième de la distance a-b
- E_{100} l'appréciation moyenne du 100, par le chronomètre
- i_{100} la dispersion correspondante, avec

$$i_{100} = \frac{\sigma_{100}}{E_{100}}$$

Cette dispersion caractérise la fidélité d'un chronomètre à son propre jugement. On ne pourra jamais annuler ce facteur subjectif, mais il est très important de savoir dans quelle mesure il subsiste quand le nombre d'observations augmente.

Si σ représente l'écart-type pour une observation X, l'écart-type σ_x sur la moyenne \bar{X} d'un ensemble de n observations est donné par la formule

$$\sigma_x = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

On peut donc calculer le nombre d'observations nécessaires pour que l'erreur aléatoire sur la moyenne soit inférieure à un pourcentage déterminé.

Si l'on veut, dans la pratique courante du chronométrage, obtenir une précision de e %, sur le jugement d'allure, on procédera à un nombre d'observations au moins égal au nombre n répondant à la formule suivante :

$$2,5 \frac{i_{100}}{\sqrt{n}} = e \text{ en } \%$$

$$\text{ou } n = 6,25 \frac{i_{100}^2}{e^2}$$

avec une confiance de 98,8 %.

La dispersion i_{100} est donnée par l'étalonnage sur film, comme on l'a vu. On se donne d'autre part a priori la précision désirée e.

En pratique, un chronomètre normal, dont le jugement n'est pas soumis à une dispersion exagérée, atteindra une précision excellente après 100 ou 200 observations. Comme il faut généralement plus d'observations encore au fond de la mine pour déterminer une valeur-travail, compte tenu des aléas de l'exploitation et du gisement, on est en droit de considérer que, les précautions voulues étant prises, le jugement d'allure est parfaitement efficace.

L'essentiel est de le faire pratiquer consciencieusement par des analyseurs parfaitement formés.