

21. *Laue*: zit. n. *Liechti*.
22. *Lautenschlager*: zit. n. *Kopp*.
23. *Lehmann*: zit. n. *Brüche*.
24. *Liechti A.*: Radiologische Rundschau 1937, S. 115.
25. *Liechti A.*: Bulletin der Schweiz. Vereinigung für Krebsbekämpfung 1936, Nr. 3.
26. *Miescher G. u. Schaaf F.*: Schweiz. Med. Wochenschrift 1936, S. 1286; 1937, S. 94.
27. *Mörkofer W.*: Verhandlungen der Schweiz. Naturforschenden Ges. 1956, S. 162.
28. *Ongley*: zit. n. *Prokop*.
29. *Plank M.*: zit. n. *Brüche*.
30. *Prokop O.* und zahlreiche Mitarbeiter: Wünschelrute, Erdstrahlen und Wissenschaft. Verlag Enke, Stuttgart 1955.
31. *Pfeiffer*: zit. n. *Prokop*.
32. *Reich*: zit. n. *Brüche*.
33. *Wendler*: zit. n. *Prokop*.
34. *Wüst u. Petschke*: zit. n. *Kopp*.
35. *Wüst-Wimmer*: zit. n. *Prokop*.

Service psychologique d'Ebauches S. A., Neuchâtel (M. Ph. de Coulon) et
 Institut d'hygiène et de physiologie du travail de l'Ecole Polytechnique Fédérale, Zurich
 (Prof. E. Grandjean)

Étude sur la fatigue dans une usine d'horlogerie¹

Par Paule Rey, Etienne Grandjean et Philippe de Coulon

1. Introduction

L'étude de la fatigue présente un intérêt indéniable, aussi bien pour l'employeur que pour l'employé, puisqu'elle :

- limite les performances et la productivité de chacun;
- réduit l'entrain au travail en en accusant le caractère de corvée;
- augmente le taux de fréquence d'absences dues à des maladies et à des accidents;
- produit à longue échéance une usure préjudiciable à l'organisme tout entier.

A ses débuts, la physiologie du travail s'est surtout occupée des travaux de force en tentant d'alléger l'effort musculaire. Dans l'horlogerie, nous sommes en face de problèmes physiologiques différents :

Un grand nombre de travaux soumettent les ouvriers à des efforts considérables du système nerveux central avec des contraintes particulières sur les organes des sens (vision, audition ou sens tactile), sur l'attention et sur l'habileté.

¹ Nous exprimons nos vifs remerciements au directeur de l'usine en question, M. P. Fallot, et aux membres de son personnel qui ont bien voulu agir comme sujets, ainsi qu'au professeur A. Linder et à M. K. Abt pour l'analyse statistique.

Ces considérations nous ont incités à entreprendre une étude sur la fatigue dans une usine horlogère. Il va de soi que la mesure d'une fatigue de cette nature présente des difficultés considérables d'investigation.

Nous avons renoncé à utiliser des indices directs (production du travail, absentéisme ou questionnaire) en faveur d'une mesure physiologique susceptible de détecter l'état fonctionnel du système nerveux central.

Nous avons, à cet effet, eu recours à la mesure de la fréquence de fusion optique chez l'homme. Ce procédé se base sur le phénomène physiologique que voici: si on élève la fréquence d'une lumière intermittente, on rencontre, à un moment donné, un seuil où le sujet ne perçoit plus qu'une lumière continue. On appelle ce seuil la fréquence de fusion subjective. De nombreuses expériences [1, 2, 3, 4] ont montré que des sujets fatigués présentaient une baisse significative des fréquences de fusion. On a observé de pareilles baisses également chez des personnes occupées à des travaux où la vision joue un rôle secondaire [1, 5].

2. Plan expérimental

L'entreprise horlogère qui s'est prêtée à notre étude fabrique en grandes séries des pièces destinées au mouvement de la montre; elle est située dans le Jura suisse; elle occupe environ 900 personnes.

Nous avons choisi pour nos mesures 42 sujets répartis, suivant leur occupation, en 6 groupes de 7 sujets. Ces groupes sont occupés aux fonctions ou travaux suivants:

- a) travaux aux presses (commande à pied de la machine)
- b) travaux sur fraiseuses (commande manuelle de la machine)
- c) pose de goupilles et grattages (travail essentiellement manuel)
- d) chefs d'atelier (contrôle des travaux et du personnel, entretien et réparation des machines)
- e) visiteurs et distributeurs (contrôle des pièces et de leur acheminement)
- f) mécaniciens (réglage et réparation des machines).

La nature des travaux de ces 6 groupes (exécution d'une part et contrôle de l'autre) nous a incités, pour l'analyse des résultats, à les réunir en 2 classes:

- classe A (groupes a, b, c)
- classe B (groupes d, e, f)

Nous avons procédé, pour chaque sujet, à 2 mesures par jour, l'une au début de la journée (entre 08.00 h et 10.00 h), l'autre en fin de journée (entre 15.00 h et 17.00 h). L'horaire des mesures avait été arrangé selon un plan statistique de manière à rendre comparables les conditions d'expérience entre chacun des sujets. L'expérience a duré six semaines.

3. Méthode

Pour mesurer la fréquence de fusion, nous avons utilisé un stroboscope, modèle Strobotac (type 631-BSS), dont la durée de l'éclair lumineux est de 10^{-4} seconde. La source lumineuse représente une surface de 1 cm^2 . Le sujet assis à 60 cm de l'appareil est prié de regarder cette surface à travers un tube dont le rôle est d'isoler le regard de la lumière extérieure.

L'expérimentateur part toujours d'une fréquence de 25 à 30 Hz et augmente progressivement cette fréquence à raison de 3 Hz par seconde, jusqu'à ce que le sujet ne voie plus les intermittences de la lumière. La même épreuve est reproduite 5 fois, et c'est la moyenne de ces 5 mesures dont nous avons tenu compte dans l'analyse des résultats.

4. Résultats

L'ensemble des mesures effectuées nous a révélé que tous les sujets ont présenté, dans la plupart des observations, une baisse des seuils de la fréquence de fusion entre le matin et la fin de l'après-midi.

Nous avons calculé les moyennes de chaque sujet, puis de chaque groupe et enfin des deux classes.

Les résultats des moyennes des groupes sont représentés graphiquement sur la figure 1.

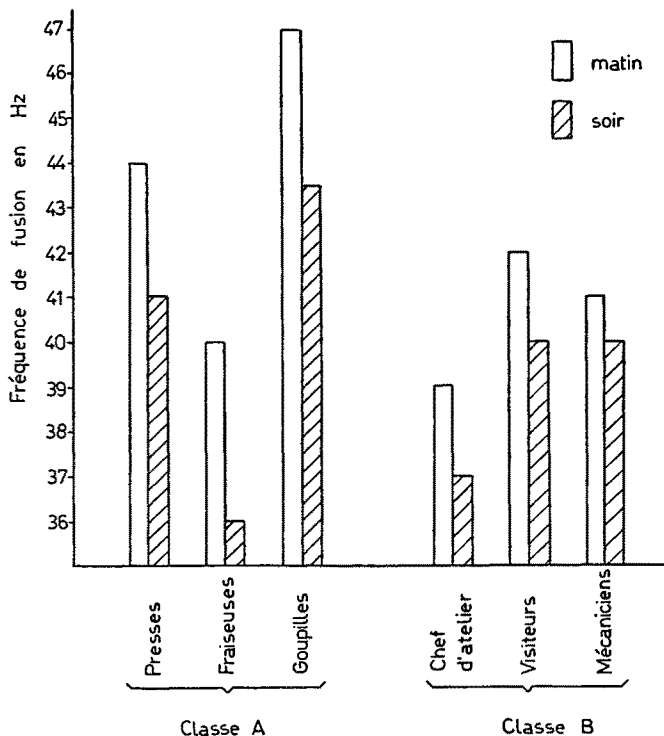


Fig. 1 Les fréquences de fusion d'ouvriers horlogers.

Les colonnes correspondent aux valeurs moyennes de 6 groupes de 7 sujets occupés à divers travaux.

Nous y relevons que chaque groupe présente en moyenne une baisse journalière des seuils, dont l'amplitude varie suivant le groupe, entre 4 et 1 Hz. Il semble que l'abaissement du seuil est plus prononcé pour les sujets de la classe A que pour ceux de la classe B.

Une analyse statistique des résultats nous permet de tirer les conclusions que voici :

- a) Pour 40 des 42 sujets, les différences entre les moyennes du matin et celles du soir sont significatives; par conséquent, les baisses de seuil de chaque groupe sont certainement significatives.
- b) Les différences entre les moyennes de la classe A et celles de la classe B ne sont pas significatives.
- c) Il existe des différences significatives entre les six groupes, en particulier entre le groupe b (travaux sur fraiseuse) d'une part et les groupes a (travaux sur presse) et c (pose de goupilles et grattage), d'autre part.
- d) Les différences entre les groupes ne sont attribuables ni à l'âge ni au sexe des sujets.

L'ensemble de ces résultats nous montre que tous les sujets examinés présentent, en fin de journée, une baisse des fréquences de fusion. Sur la base d'expériences de laboratoire (4) nous pouvons déduire que la baisse des seuils de la fréquence de fusion reflète des modifications fonctionnelles au niveau du système nerveux central.

Résumé

Nous avons étudié dans une usine d'horlogerie la fatigue en mesurant, le matin et le soir, chez 42 sujets, les seuils de fréquences de fusion subjective pendant une période de six semaines.

Les résultats ont révélé que 40 sujets sur 42 présentent des baisses significatives du seuil de la fréquence de fusion en fin de journée. L'analyse statistique n'a pas montré de différences significatives qui permettraient de reconstituer les six groupes selon leur occupation.

Cette étude illustre que les travaux de l'industrie horlogère soumettent le personnel d'atelier à des efforts particuliers du système nerveux central. Nous savons d'autre part (4), qu'un sujet qui n'est pas astreint à une activité intense ne présente pas de modifications caractéristiques des seuils de fréquence de fusion au terme de la période de travail. Ces constatations nous permettent de conclure que tous les sujets témoignent, en fin de journée, d'un état de fatigue nerveuse révélé par la baisse des fréquences de fusion observée.

Bien que les six groupes étudiés soient à d'autres égards distincts, ils ne présentent quant à la fatigue guère de différence. Notre méthode ne nous dit donc rien ni sur l'origine ni sur d'autres particularités de l'état de fatigue.

Zusammenfassung

In einem Betrieb der Uhrenindustrie haben wir zur Erfassung der Ermüdung bei 42 Personen täglich, zu Beginn und am Ende eines Arbeitstages, während sechs Wochen die subjektiven Verschmelzungsschwellen des Auges gemessen. Die Resultate haben ergeben, daß 40 von 42 Untersuchten eine signifikante Herabsetzung der Verschmelzungsschwellen am Ende der Arbeitszeit aufgewiesen haben.

Eine statistische Analyse des ganzen Materials ließ keine wesentlichen Unterschiede zwischen sechs Untergruppen, die entsprechend ihrer besonderen Beschäftigungen gebildet worden waren, erkennen.

Die Untersuchung zeigt, daß die verschiedenen Beschäftigungen in der Uhrenindustrie hohe Anforderungen an das Zentralnervensystem stellen.

Summary

Fatigue was studied in a watchmaking factory by measuring the flicker-test performances in 42 subjects every morning and evening for six weeks.

The performances showed that in 40 out of the 42 subjects there were significant drops towards the end of the day. An analysis of the statistics did not reveal any distinctive signs by which the six original groups might be differentiated according to their occupations.

It may be seen from this study that the workshop personnel in the watchmaking industry is engaged in activities involving a strain on the central nervous system. Furthermore, in a subject who has not had to concentrate on his task, the variations typical of the flicker-test performances are not apparent at the end of the working period. It may be concluded from these observations that the drop noticed in the performances is a sign of nervous fatigue in all the subjects at the end of the day.

Although the six groups observed may be differentiated in other respects, they are almost identical with respect to fatigue. This method does not therefore give any indications concerning the origin or other characteristics of the state of fatigue.

Bibliographie

- [1] *Brozek, J. et Case, A.*: Flicker fusion frequency as a test of fatigue. *J. industr. Hyg.* 26, 169–174 (1944).
- [2] *Simonson, E. et Brozek, J.*: Flicker fusion frequency. Background and applications. *Physiol. Rev.* 32, 349–378 (1952).
- [3] *Grandjean, E., Egli, R., Diday, F., Bloch, W. et Gjeller, M.*: Die Verschmelzungsfrequenz intermittierender Lichtreize als Ermüdungsmaß. *Helv. physiol. pharmacol. Acta* 11, 355–360 (1953).
- [4] *Grandjean, E. et Baettig, K.*: Das Verhalten der subjektiven Verschmelzungsschwellen des Auges unter verschiedenen Arbeits- und Versuchsbedingungen. *Helv. physiol. pharmacol. Acta* 13, 178–190 (1955).
- [5] *Busch, G. et Wachholder, K.*: Der Einfluß ermüdender geistiger Beanspruchung auf die Flimmerverschmelzungsfrequenz. *Arbeitsphysiol.* 15, 149–164 (1953).

Aus der Arbeit der Weltgesundheitsorganisation¹

Von *Maria Pfister*, Genf

Es ist noch nicht 1 Jahr her, daß viele unter Ihnen mit mir zusammen den Lebensweg des Menschen durchschritten haben. Damals begannen wir unsere Sendereihe mit dem ganz jungen Menschen, dem elterliche Liebe jene Geborgenheit zu schenken vermag, ohne welche das hilflose kleine Lebewesen nicht existieren könnte. Wir erlebten gemeinsam die Schwierigkeiten des heranwachsenden Jugendlichen, der sich von den Eltern lösen und seinen eigenen Lebensweg finden muß. Über das problemerefüllte und dennoch, oder vielleicht

¹ Nach einem Radiovortrag am Schweizerischen Landessender Beromünster, Mai 1957