

Conditions d'utilisation des contenus du Conservatoire numérique

1- [Le Conservatoire numérique](#) communément appelé [le Cnum](#) constitue une base de données, produite par le Conservatoire national des arts et métiers et protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle. La conception graphique du présent site a été réalisée par Eclydre (www.eclydre.fr).

2- Les contenus accessibles sur le site du Cnum sont majoritairement des reproductions numériques d'œuvres tombées dans le domaine public, provenant des collections patrimoniales imprimées du Cnam.

Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n° 78-753 du 17 juillet 1978 :

- la réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur ; la mention de source doit être maintenue ([Cnum - Conservatoire numérique des Arts et Métiers - http://cnum.cnam.fr](#))
- la réutilisation commerciale de ces contenus doit faire l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.

3- Certains documents sont soumis à un régime de réutilisation particulier :

- les reproductions de documents protégés par le droit d'auteur, uniquement consultables dans l'enceinte de la bibliothèque centrale du Cnam. Ces reproductions ne peuvent être réutilisées, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.

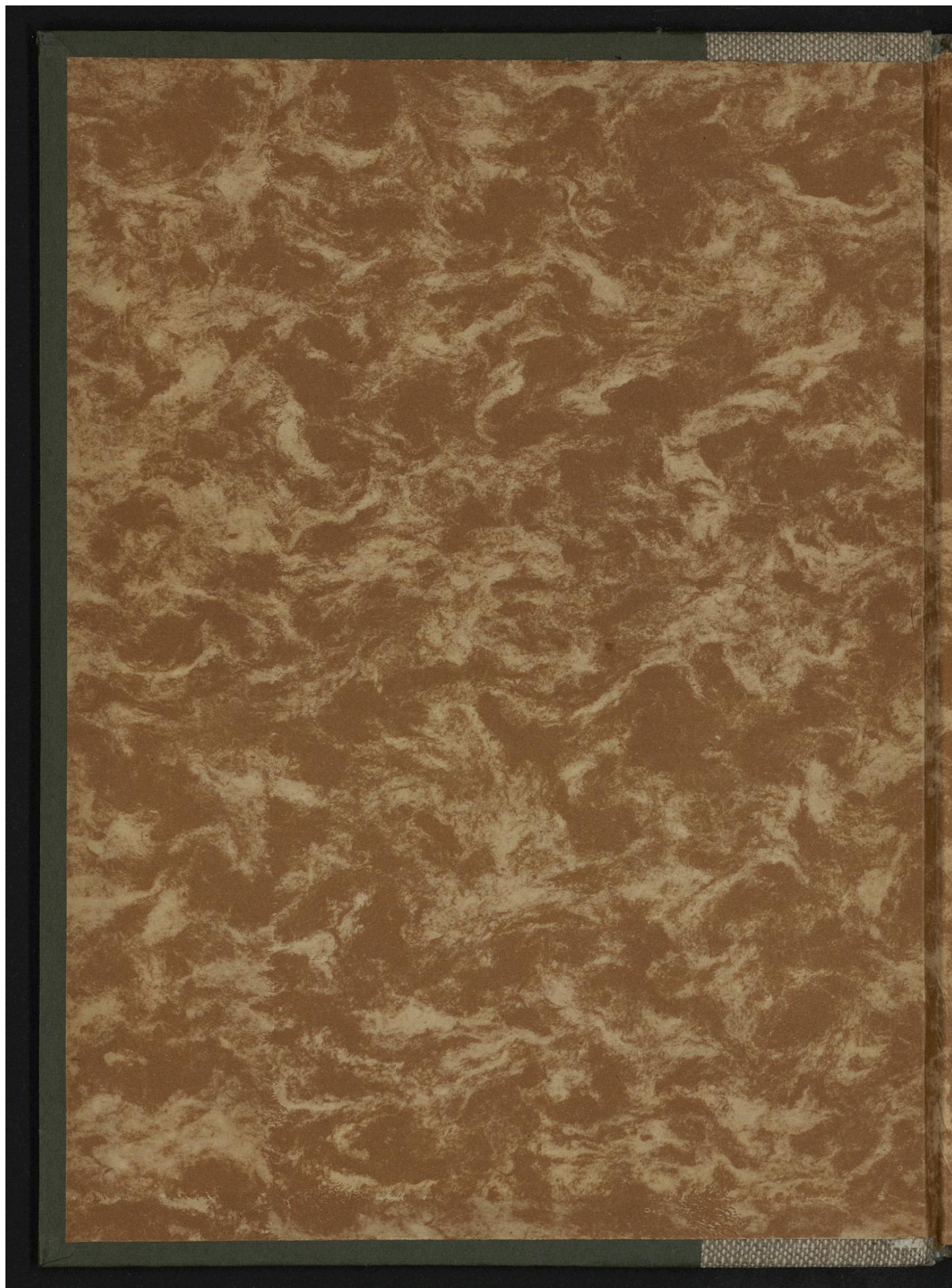
4- Pour obtenir la reproduction numérique d'un document du Cnum en haute définition, contacter [cnum\(at\)cnam.fr](mailto:cnum(at)cnam.fr)

5- L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

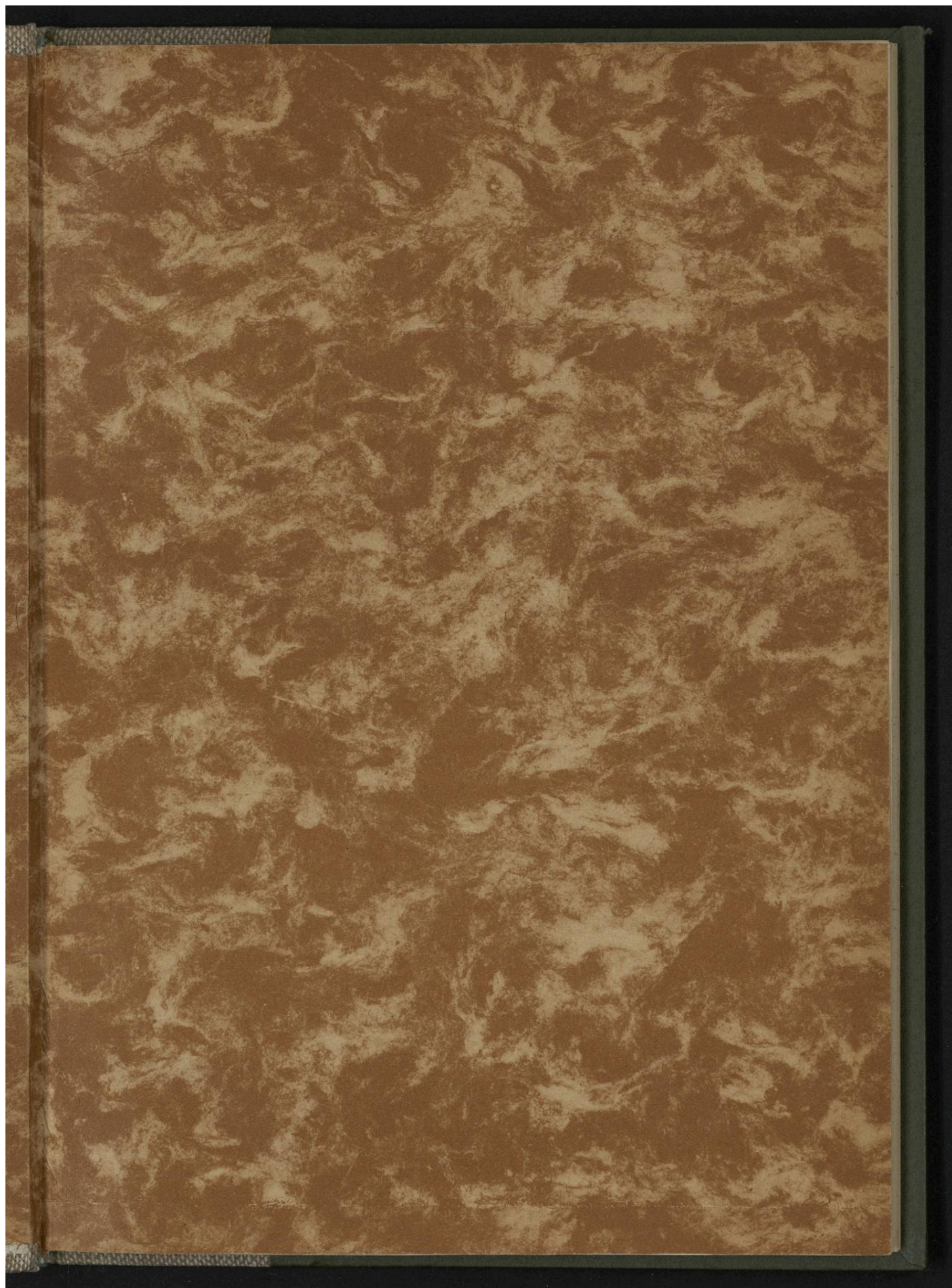
6- Les présentes conditions d'utilisation des contenus du Cnum sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

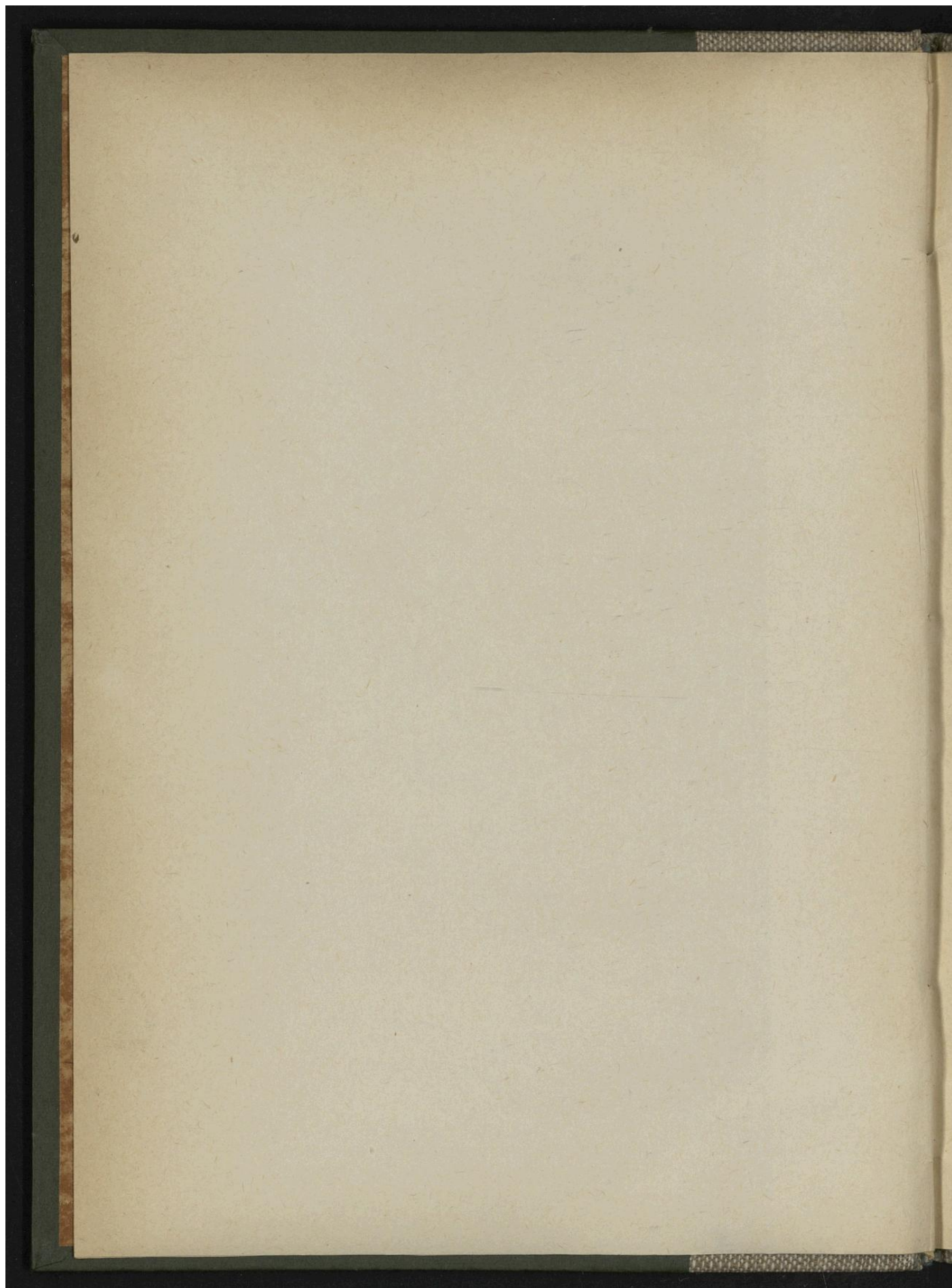
Auteur(s)	Frois, Marcel (18..-1929)
Auteur(s) secondaire(s)	Caubet, B. (1844-1913)
Titre	Le rendement de la main-d'oeuvre et la fatigue professionnelle
Adresse	Paris : Félix Alcan, [192.]
Collation	1 vol. (104 p.-[1] f. de pl.) : ill. ; 16 cm
Nombre de vues	116
Cote	CNAM-BIB 8 Zo 85
Sujet(s)	Travail -- Aspect physiologique Hygiène du travail Epuisement professionnel
Thématique(s)	Économie & Travail
Typologie	Ouvrage
Langue	Français
Date de mise en ligne	22/06/2022
Date de génération du PDF	22/06/2022
Permalien	http://cnum.cnam.fr/redir?8ZO85

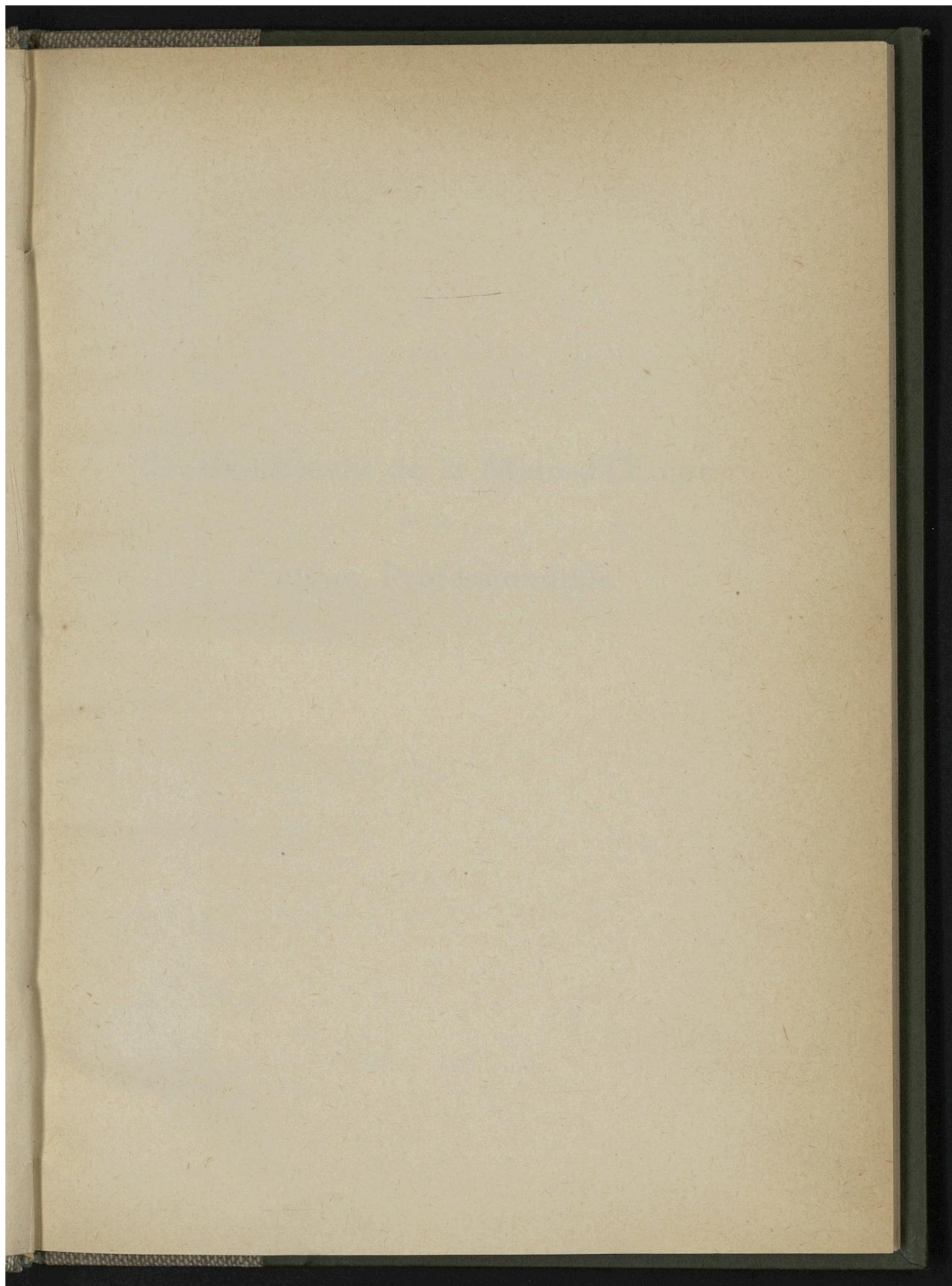


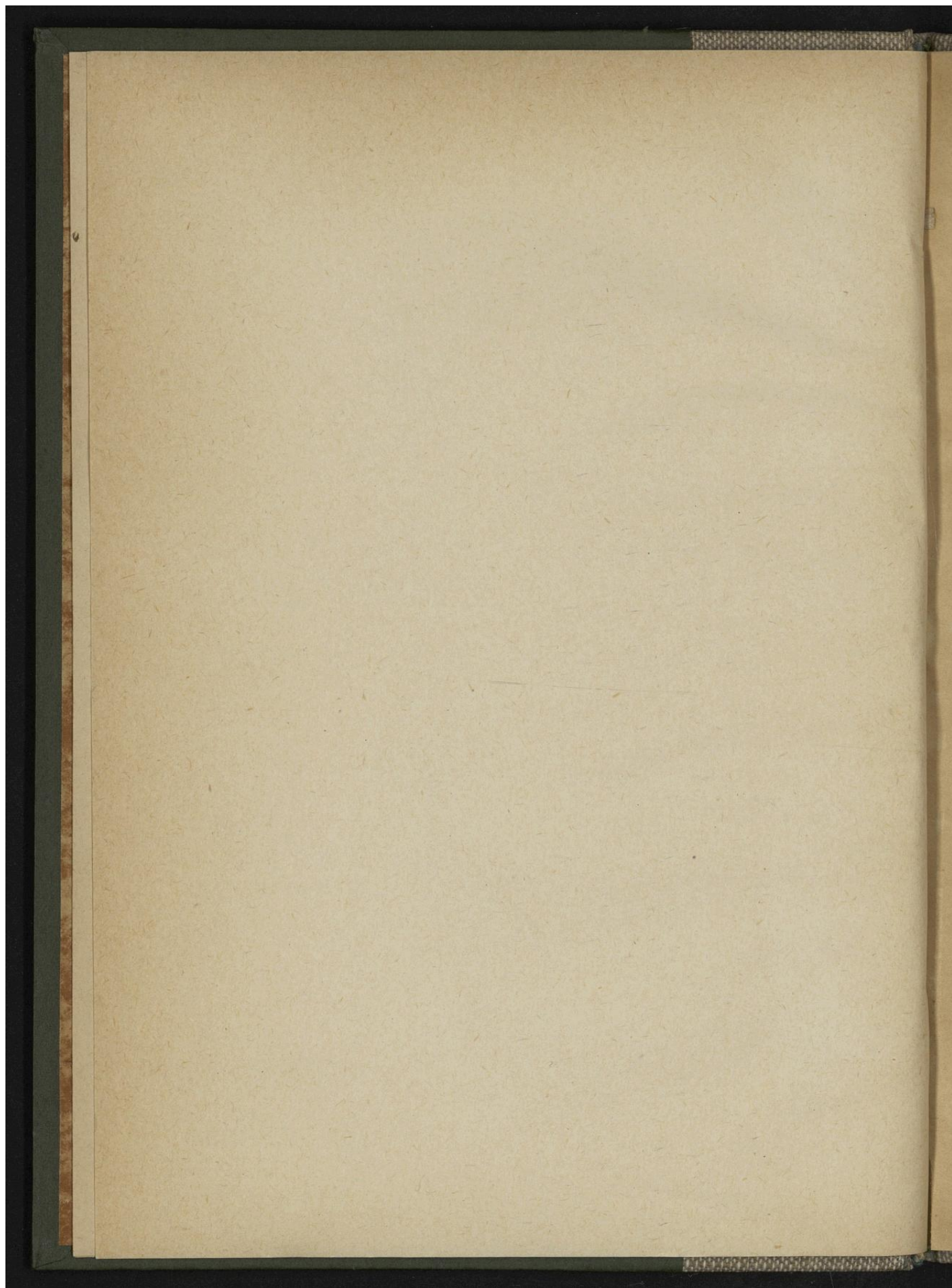
Droits réservés au [Cnam](#) et à ses partenaires



Droits réservés au [Cnam](#) et à ses partenaires

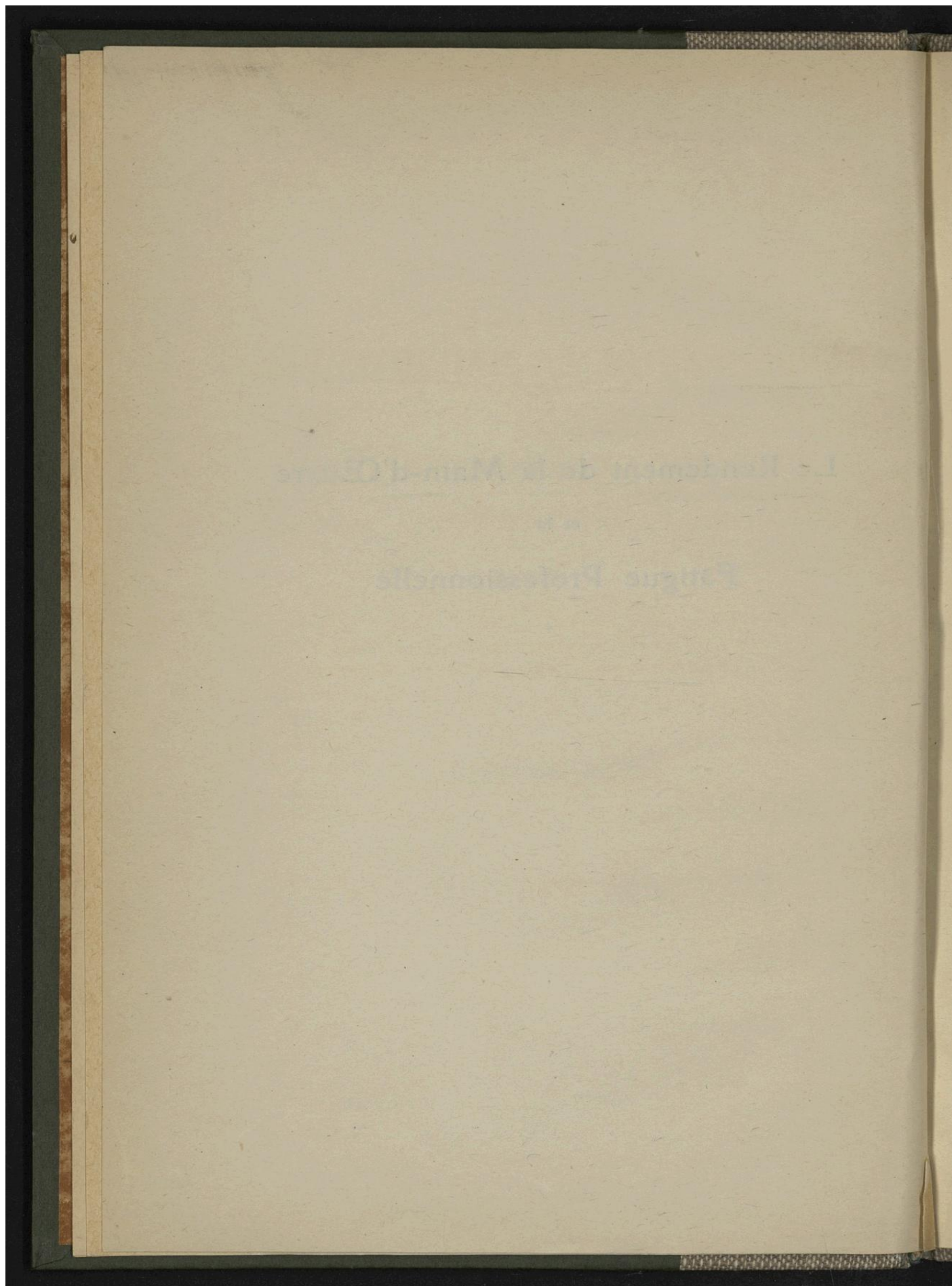






28

Le Rendement de la Main-d'Œuvre
et la
Fatigue Professionnelle



8° 20 85

Notes et Documents de l'Institut Lannelongue d'Hygiène sociale.

N° 1.

LE
RENDEMENT DE LA MAIN-D'ŒUVRE
ET LA
FATIGUE PROFESSIONNELLE

(Le travail féminin au bottelage des poudres)

PAR

Marcel FROIS

Lauréat de l'Académie des Sciences, Inspecteur du Travail
Auditeur au Conseil Supérieur d'Hygiène publique de France

ET

B. CAUBET

Docteur en Médecine, Inspecteur du Travail



LIBRAIRIE FÉLIX ALCAN

108, BOULEVARD SAINT-GERMAIN
PARIS

Prix . 4 francs.

SOMMAIRE

	Pages
I	
<i>Le rendement de la main-d'œuvre.</i>	
L'effort social nécessaire	7
Le rendement de la main-d'œuvre et l'organisation scientifique du travail	10
Influence de la durée du travail quotidien sur le rendement de la main-d'œuvre	11
Influence des repos intercalaires sur le rendement	16
Relations entre les accidents du travail, la fatigue et le rendement de la main-d'œuvre	17
Le rendement et les salaires	25
Prix unitaire, évaluation des mouvements élémentaires. — Salaires à primes.	
Répercussion de l'hygiène sur le rendement de la main-d'œuvre . . .	36
II	
<i>La fatigue professionnelle.</i>	
L'énergie humaine	39
Le rendement du moteur humain. — Travail maximum de l'homme.	
La fatigue et le surmenage.	42
La fatigue et le fonctionnement du moteur humain.	45
Examen critique des moyens employés dans la recherche des signes de la fatigue	50
Fatigue et morbidité. — Mesure de la fatigue par les variations de la production. — Méthodes calorimétriques, des échanges gazeux, chimique, physiologique et psychologique.	
III	
<i>Le travail féminin au bottelage des poudres.</i>	
La fatigue dans le travail professionnel	55
Le bottelage des poudres. — Nature du travail. — Chronométrage des mouvements élémentaires. — Organisation du travail. — Résultats obtenus. — Rendement comparé du travail aux ateliers de bottelage. — Comparaison des salaires. — Morbidité et absences volontaires.	
Examen physiologique et psychologique du travail au bottelage . . .	63
Évaluation en kilogrammètres de l'énergie dépensée par une botteuse	66
Ration alimentaire des ouvrières	69
Recherche des signes de fatigue chez les botteuses :	
1° Action de la fatigue sur la puissance musculaire.	70
2° Fatigue et acuités sensorielles.	75
3° Fatigue du système nerveux (Mesure des temps de réaction)	78
4° Respiration et fatigue	82
5° Influence du travail sur le système circulatoire	85
Technique suivie dans les mesures. — Méthode de Riva-Rocci. — Mesure de la pression systolique et de la pression diastolique. — Numération des pulsations. — Résultats.	
Influence du temps de repos au cours de l'expérimentation	91
Valeur des signes de fatigue	98
Retour de l'organisme à l'état initial	100
Conclusions	101



AVANT-PROPOS

Au cours de la première assemblée générale de l'Institut Lannelongue d'hygiène sociale, tenue le 2 mars 1918, M. Marcel Cachin, député de la Seine, a demandé :

« s'il ne serait pas possible de mettre à l'étude en vue de contribuer à l'éducation de la population ouvrière l'une des questions qui semblent devoir être essentielles pour le développement du travail en France, à savoir l'organisation scientifique du travail et notamment le système Taylor. »

« C'est là, ajoutait-il, une partie essentielle de l'hygiène ouvrière de demain. Des patrons voudront imposer cette organisation, des ouvriers résisteront, il y aura certainement des luttes... Il serait excellent que prît corps de plus en plus l'idée que le travail est une grandeur susceptible de mesure et qui peut s'organiser physiologiquement. »

M. Keüfer, secrétaire de la Fédération du Livre, appuya cette proposition. On paraît craindre en somme, dit-il, que l'introduction de ce système dans les mœurs industrielles françaises ne provoque pour les ouvriers des conditions de travail extrêmement dures. Il faut éclairer l'opinion à cet égard.

De son côté, M. Griolet, vice-président de la Compagnie des Chemins de fer du Nord, approuva pleinement la suggestion de M. Cachin. « Il serait désirable que l'on marquât bien que les « organisateurs scientifiques du travail » n'ont pas eu exclusivement pour but l'intensification extrême et abusive de la production, et qu'ils ont eu en vue également de ménager les forces de l'ouvrier avec leur meilleur emploi... Il serait donc utile que l'on fit, dans une telle étude, entrer en considération non seulement le point de vue industriel mais le point de vue physiologique et le point de vue humanitaire. »

Le Comité de direction de l'Institut Lannelongue ne pouvait qu'accueillir avec empressement la proposition ainsi présentée et ainsi appuyée, puisque l'Institut Lannelongue a pour objet l'accroissement de la vitalité nationale et pour moyens la recherche expérimentale et la vulgarisation des méthodes les plus efficaces d'hygiène sociale.

Une Commission composée de physiologistes, de techniciens, d'ouvriers et d'industriels a donc examiné les conditions dans lesquelles l'Institut Lannelongue pourrait contribuer, se plaçant au point de vue sanitaire qui est le sien, à l'étude et au développement de l'organisation « physiologique » du travail.

Cette Commission a estimé, sans méconnaître l'importance des expériences de laboratoire, que l'Institut Lannelongue pourrait, tout d'abord, procéder à des « enquêtes en fabrique », à des observations sur le milieu ouvrier étudié en pleine action dans des ateliers où l'organisation scientifique du travail a été ou pourrait être instituée.

Sur sa proposition, le Comité de direction a donc confié à M. Frois et D^r Caubet, inspecteurs du travail (dont le Ministère de l'Armement et le Ministère du Travail ont largement facilité la tâche par leur très bienveillant appui), le soin d'étudier, dans ses relations avec la fatigue et la santé ouvrière aussi bien qu'avec le rendement de la main-d'œuvre, l'organisation scientifique du travail réalisée dans le bottelage des poudres à la poudrerie du Ripault, grâce à l'initiative de M. Nussbaumer et au concours de M. le directeur de la poudrerie.

On trouvera dans les pages qui suivent les résultats des études préliminaires sur l'ensemble du problème et des recherches expérimentales sur place, faites par MM. Frois et Caubet.

Ce travail est, en France, le premier de cette nature, c'est-à-dire constitue le premier procès-verbal d'enquête faite en fabrique même. Il ne saurait rester isolé. Des enquêtes analogues devront être poursuivies dans d'autres industries, tant pour contrôler des réformes déjà faites que pour en suggérer de nouvelles, et pour renseigner l'opinion patronale et ouvrière sur les conditions dans lesquelles production industrielle et bien-être ouvrier peuvent être concurremment améliorés.

La Commission constituée par le Comité de direction et présidée par M. Arthur Fontaine, directeur du Travail, poursuivra donc — avec le concours, on peut l'espérer, des industriels eux-mêmes — la série d'études entreprises sur la proposition de M. Marcel Cachin, études qui se coordonneront au surplus avec les travaux analogues, effectués selon la même méthode et dans le même esprit, par les Comités anglais et américain de recherches sur la fatigue et la physiologie du travail.

31 Janvier 1919.

E. F.

LE RENDEMENT DE LA MAIN-D'ŒUVRE



L'effort social nécessaire.

La guerre a laissé sur son passage des traces profondes. C'est surtout dans le domaine social que ses répercussions sont les plus vives, car la rupture d'équilibre entre le présent et le passé s'y fait péniblement sentir.

A l'aurore de la paix, les questions les plus diverses se posent devant nous avec une acuité extrême et, dans le nombre, il n'en est pas de plus angoissante, de plus délicate à résoudre que celle qui touche à l'utilisation de la main-d'œuvre.

Il ne faut pas, en effet, se le dissimuler : les peuples n'ont déposé les armes que pour mener le combat sur un autre terrain, le terrain économique, et la concurrence reprend déjà ses droits sur tous les marchés du monde avec une âpreté inconnue jusqu'ici. Nous devons y faire face. Comment ?

Jetons un regard en arrière, et sans entrer dans des détails connus, chacun sait que si nous conservions, à la veille des hostilités, une supériorité marquée dans la fabrication des articles de luxe, nous étions par contre tributaires de l'étranger pour une foule d'objets de première nécessité.

Notre main-d'œuvre produisait peu et à un prix élevé. Des enquêtes approfondies prouvaient cependant que nos ouvriers étaient moins payés que leurs camarades d'Angleterre ou des États-Unis et, par ailleurs, on constatait avec surprise que la journée de travail était chez nous plus longue, dix à douze heures, au lieu de huit à neuf heures.

Que conclure, sinon à l'insuffisance de notre outillage, à l'infériorité de nos méthodes de travail ?

Cette déduction si simple, si logique de faits avérés, était encore contestée lorsque, à l'instigation de M. LE CHATELIER, l'éminent membre de l'Institut, diverses publications firent connaître les principes de l'organisation scientifique du travail posés en Amérique par TAYLOR : ce fut une révélation dans l'esprit de nos industriels.

L'ère des réformes semblait ouverte sur ces bases nouvelles, mais, à la pratique, des difficultés surgirent et quelques-unes assez grandes pour paralyser les mieux intentionnés. Les choses en étaient là lorsque la guerre éclata.

Bien entendu, tous les projets de réorganisation furent suspendus. Le pays en danger, il n'y eut qu'un mot d'ordre : faire face à l'ennemi, tenir et produire avec la plus grande intensité tout ce qui était nécessaire à l'armée et aux besoins essentiels de la population.

Les résultats obtenus témoignent de la vitalité et de la fécondité de notre pays.

Est-ce à dire qu'il ait pu fournir un travail aussi formidable sans en être quelque peu éprouvé ? Nul n'oserait le prétendre. Peut-on affirmer que les forces vives de la nation aient toujours été utilisées dans les conditions les meilleures ? La question ne se pose même pas et la critique perd ses droits au milieu de la tourmente.

Il s'agit aujourd'hui moins de regarder en arrière que de fixer l'avenir ; car l'heure est proche où les moissons se lèveront de nouveau sur la terre ensanglantée.

D'ores et déjà, nous devons affronter la nouvelle lutte qui se dessine à l'horizon, et puisque nous avons reconnu en particulier que notre organisation du travail laissait à désirer, notre devoir est de la modifier, de la transformer en tenant compte des affinités et du génie propres à notre race.

Réorganiser nos méthodes de travail, nos procédés de fabrication, vivifier notre législation sociale, lui infuser un sang nouveau, telle est l'œuvre féconde vers laquelle doivent

tendre tous nos efforts si nous voulons profiter des leçons de la guerre et occuper dans le monde la place qui nous échoit.

Sans doute, ce sont là des conceptions presque chimériques pour qui connaît la puissance de l'empreinte du passé, nos errements, nos habitudes invétérées.

Il ne s'agit de rien moins que de rompre avec des pratiques anciennes, vestiges d'une époque révolue, et de faire table rase de sophismes pernicieux ou de conceptions désuètes.

Et que l'on ne s'y trompe pas, ce ne sont pas quelques palliatifs qui permettront à notre vie industrielle de s'intensifier au point de répondre à tous nos besoins et de se développer dans une atmosphère de justice.

D'aucuns se figurent, à tort certainement, que la rénovation de notre industrie est simplement liée à une amélioration de notre outillage ; d'autres, avec plus de naïveté, que l'adoption de tel ou tel barème de salaires permettra d'augmenter prodigieusement le rendement de la main-d'œuvre.

En réalité, dans l'organisme social, comme dans tous les organismes, les grandes fonctions sont solidaires : si l'une s'hypertrophie, l'autre s'anémie.

Alors même que nous aurons modifié nos méthodes de travail, perfectionné nos machines, amélioré nos moyens de transports, mis en valeur les richesses de notre sol et de notre sous-sol, notre tâche sera-t-elle remplie ? Non. Tout notre idéal de protection humaine et de solidarité s'illuminera devant nos yeux baignés de lumière par les progrès de la science ; et ce n'est qu'en faisant appel à une énergie suprême que nous fournirons cet immense effort social qui nous permettra d'évoluer vers plus de bonté et d'équité.



Le rendement de la main-d'œuvre et l'organisation scientifique du travail

La main-d'œuvre ne rend ce qu'elle est capable de donner que si elle est sagement utilisée.

Dans une industrie où l'on s'ingénie à perfectionner les procédés de fabrication et à maintenir en bon état d'entretien, les outils, les machines, les organes de transmission, la tâche de l'ouvrier est facilitée et rendue moins pénible. Son rendement propre est singulièrement accru par une minutieuse préparation du travail, par une étude analytique des meilleures conditions d'exécution, par un examen scientifique de la répartition des heures de travail et de repos.

L'ordre et la méthode dans la distribution du travail, une discipline forte, sans excès de sévérité, évitent des pertes de temps considérables dont pâtit la production.

De bonnes conditions d'hygiène et de sécurité, une connaissance approfondie de la vie ouvrière, une équitable distribution des bénéfices rendent le personnel solidaire de l'entreprise dont il assure la prospérité ; mais, seule, une direction ferme, éclairée, renforcée par une armature administrative et technique, pénétrée de ses devoirs et consciente de ses responsabilités, peut assurer et maintenir le bon fonctionnement de ces rouages délicats.

Tels sont, à grands traits, les éléments fondamentaux d'une organisation scientifique du travail, éléments qui ne peuvent être rationnellement déterminés que par l'application de la méthode expérimentale.

Le système de TAYLOR, universellement connu — de nom tout au moins — n'est qu'une adaptation particulière de ces principes directeurs. Nous ne nous attarderons pas à le commenter.



Influence de la durée du travail quotidien sur le rendement de la main-d'œuvre

Le rendement horaire de la main-d'œuvre est affecté par la durée du travail quotidien, personne n'en doute. Lorsque la durée légale du travail quotidien a été abaissée à onze heures et à dix heures, de nombreuses constatations ont permis de montrer l'influence favorable de la diminution de la durée du travail sur le rendement horaire.

Le moteur humain rend mieux parce qu'il est moins surmené.

On oppose le cas des industries où l'ouvrier reste sous la dépendance de la machine et du métier ; il est bien certain qu'alors la production augmente, mais pas, comme on l'a souvent dit et écrit, proportionnellement à la durée du travail. Il y a des arrêts provoqués par la fréquence des accidents, des malfaçons ; l'ouvrier n'est plus en possession de ses forces et l'acuité de ses sens diminue. Les longues heures ne sont pas un facteur d'économie et leur rendement est mauvais ; elles entraînent un accroissement de la morbidité. Mais comment fixer la journée normale de travail ?

La durée du travail, pour être rationnellement fixée, ne devrait tenir compte que du degré de fatigue de l'ouvrier ; à côté de cette donnée scientifique, et qui est prépondérante, un autre élément moral intervient, car l'homme, la femme et l'enfant ont aussi des devoirs sociaux à remplir.

Jusqu'ici, ce sont plutôt des considérations empiriques qui ont servi de base à la limitation de la durée du travail. En France, elle est généralement de dix heures, mais il est reconnu que des travaux particulièrement pénibles ou des travaux spéciaux (travaux dans l'air comprimé ou dans des milieux délétères) ne peuvent être poursuivis sans danger, même pendant huit heures par jour.

En dehors de ces cas extrêmes, le travail rapide, tel qu'on le conçoit dans le système TAYLOR, doit avoir pour corollaire un abaissement de la journée de travail, si l'on veut que le

rendement horaire se maintienne élevé et que le travailleur ne subisse aucun affaissement physique.

M. LE CHATELIER a dit très justement « que le progrès consisterait, avec des méthodes de production plus intensive, à réduire la longueur de la journée de travail, de dix à huit heures, plus tard, peut-être, à six heures. »

Huit heures de suite, plus tard six heures, en fait on signale en Angleterre un établissement qui marche régulièrement avec quatre équipes travaillant chacune six heures par jour.

Nous avons posé en principe que le rendement de la main-d'œuvre variait en fonction (ce qui ne veut pas dire en proportion) de la durée quotidienne du travail. Il est intéressant de le vérifier dans la pratique et de suivre les mouvements du rendement au cours de la journée, puis de la semaine, du mois, de l'année si possible, et cela dans des établissements qui marchent sous

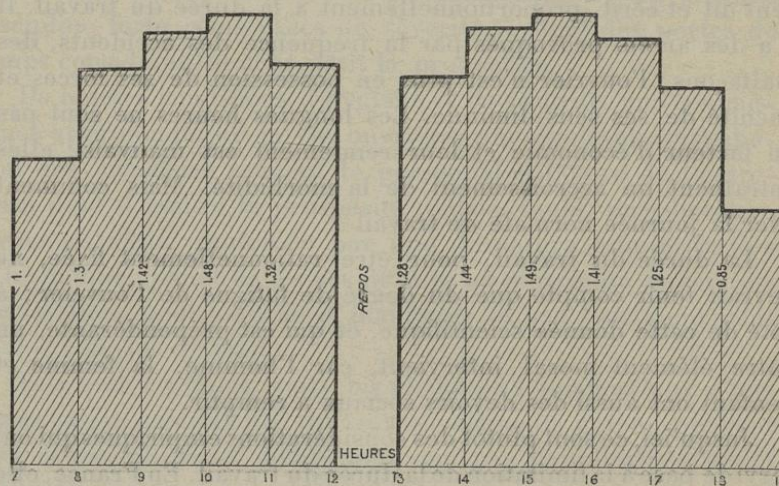


Fig. 1. — Variations de la production horaire au cours d'une journée de onze heures de travail (travaux aux pièces).

l'ancien régime — qui est malheureusement le régime général en France — sans que le travail soit organisé scientifiquement.

Pour mesurer la production horaire dans les conditions les plus précises, il suffit de considérer un certain nombre

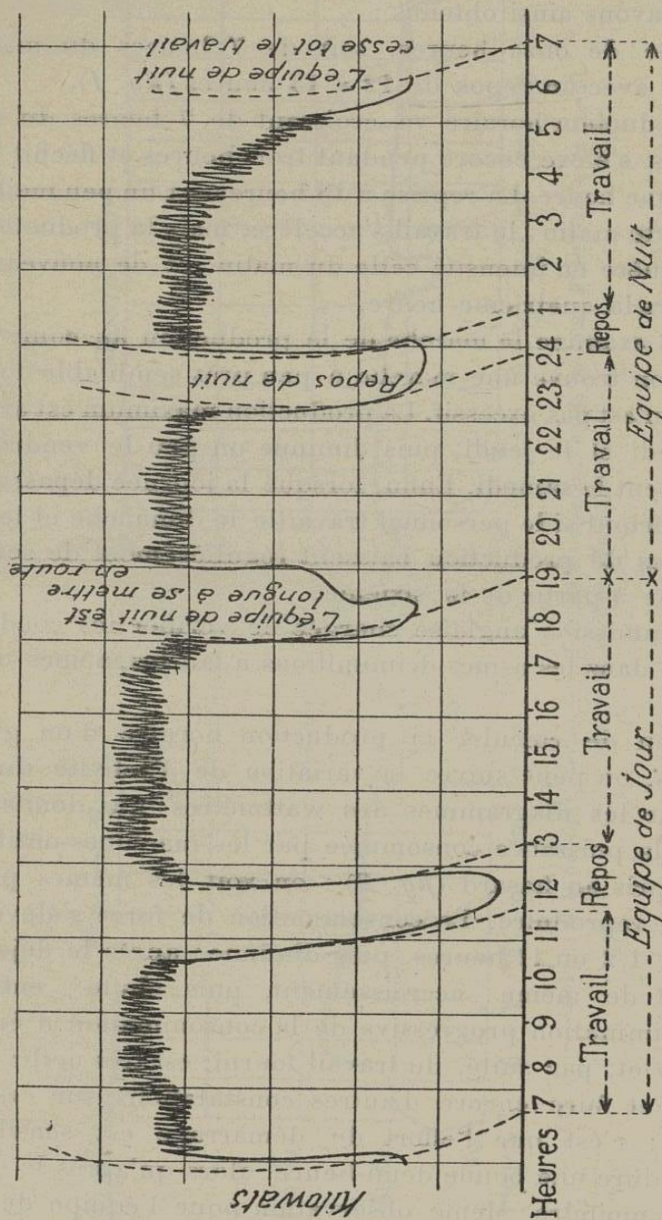


Fig. 2. — Variations de la puissance électrique utilisée par des machines-outils au cours d'une journée de travail.

d'ouvriers travaillant aux pièces. Voici les résultats moyens que nous avons ainsi obtenus :

Journée de onze heures, soit de 7 heures du matin à 19 heures avec un repos de 12 à 13 heures (*fig. 1*).

La production horaire va croissant de 7 heures du matin à 8 heures, s'élève encore pendant trois heures et fléchit après la quatrième heure. La reprise à 13 heures est un peu meilleure que celle du matin ; le travail s'accélère, mais la production ne dépasse guère en intensité celle du matin, et de nouveau elle fléchit vers la quatrième heure.

Si l'on examine la marche de la production au cours de la semaine, on trouve une marche à peu près semblable lorsque le travail n'est pas excessif. La production maximum est atteinte le mercredi et le jeudi, puis diminue un peu le vendredi et sensiblement le samedi. Enfin, lorsque la journée dépasse onze heures, surtout si le personnel travaille le dimanche et la nuit, les courbes de production baissent régulièrement de semaine en semaine à partir de la sixième.

La commission anglaise chargée de vérifier les conditions du travail dans les usines de munitions a fait les mêmes observations.

Au lieu de calculer la production horaire d'un groupe d'ouvriers, on peut suivre la variation de l'activité du personnel par les diagrammes des wattmètres qui donnent en kilowats la puissance consommée par les machines-outils. En voici un pris au hasard (*fig. 2*) ; on voit les mêmes phénomènes se reproduire. La consommation de force s'élève jusqu'à 10 h. 1/2 ou 11 heures, puis diminue ; après le déjeuner, il en est de même : accroissement, puis chute ; enfin, la nuit, la diminution progressive de la consommation d'énergie électrique et, par suite, du travail fourni, est très nette.

On peut faire encore d'autres constatations sur ces diagrammes ; c'est que l'effort de démarrage est sensible le matin ; il dure une bonne demi-heure, alors qu'après le déjeuner il est moindre. Même observation pour l'équipe de nuit. Nous reviendrons, d'ailleurs, sur ce sujet.

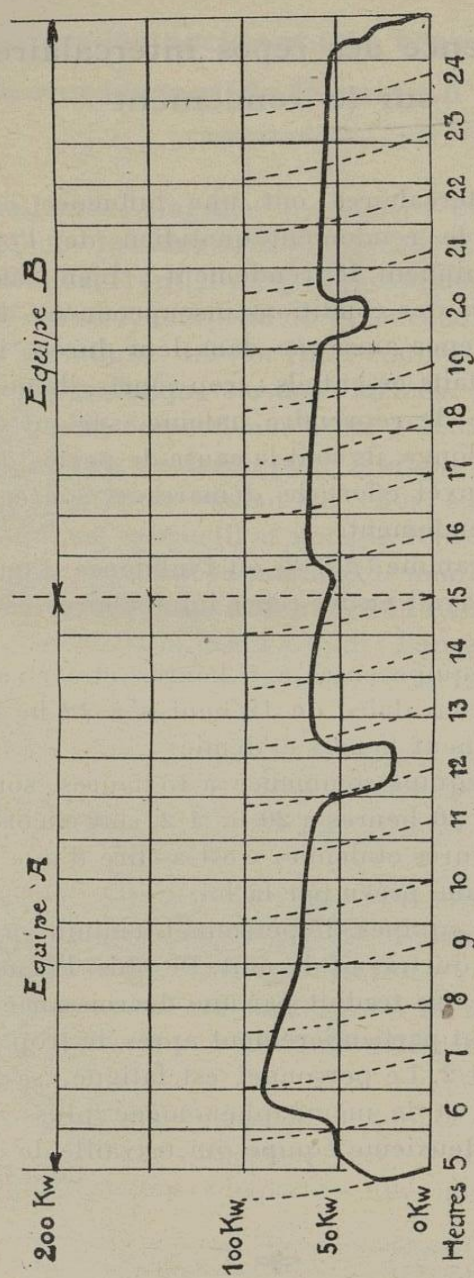


Fig. 3. — Variations de la puissance électrique utilisée par les machines-outils au cours d'une journée de travail (influence des repos intercalaires).

Influence des repos intercalaires sur le rendement

Les repos intercalaires ont une influence extrêmement importante sur le rendement quotidien de l'ouvrier. Mal compris, ils diminuent le rendement ; bien distribués, ils l'augmentent dans des conditions insoupçonnées. Dans la distribution de ces repos ainsi que dans leur durée, il faut tenir compte de deux faits essentiels : trop courts, ils ne permettent pas à l'organisme de reprendre haleine, surtout si le travail est intensif ; trop longs, ils sont la cause de pertes de temps, ils obligent à un nouvel effort de démarrage, source de fatigue et de baisse du rendement.

Voici un diagramme (*fig. 3*) où l'influence d'une mauvaise distribution du travail et des repos intercalaires est tout à fait typique.

La première équipe entre à 5 heures et sort à 15 heures avec un repos intercalaire de 12 heures à 12 h. 1/2, soit un travail effectif de neuf heures et demie.

La deuxième équipe commence à 15 heures, sort à 1 heure avec un repos de 20 heures à 20 h. 1/2, soit encore un travail effectif de neuf heures et demie, c'est-à-dire d'une durée inférieure au maximum prévu par la loi.

Dans les deux équipes, le personnel féminin supporte tous les inconvénients du travail de nuit. De plus, l'insuffisance des repos intercalaires se traduit par une décroissance nette de la production, et tout particulièrement après le trop court repos de 12 h. à 12 h. 1/2. Le personnel est fatigué, sa capacité de travail a baissé et le même phénomène plus accentué se retrouve pour la deuxième équipe qui travaille de 15 heures à 1 heure.



Relations entre les accidents du travail, la fatigue et le rendement de la main-d'œuvre

Il n'est nullement singulier de trouver un rapport direct entre les accidents du travail, le rendement et la fatigue.

IMBERT et MESTRE (1) ont, il y a quelques années, émis l'opinion que le nombre des accidents pendant la journée de travail variait avec le degré de fatigue. LE ROY (2) a confirmé cette thèse en faisant porter sa statistique sur deux années; le nombre d'ouvriers envisagé était respectivement de 165.629 et 161.092; le nombre des accidents déclarés, pour lesquels on avait pu vérifier l'heure à laquelle ils étaient survenus, s'élevait à 7.130 et 7.160. Ce relevé est instructif et nous le reproduisons (*fig. 4*).

Il montre que, pendant la matinée, le nombre des accidents croît d'heure en heure jusqu'à 10 h. 1/2-11 heures, puis décroît à partir de ce moment-là jusqu'à midi; l'après-midi, le maximum est atteint entre 4 et 5 heures, et la courbe redescend vers la fin de la journée de travail.

IMBERT, MESTRE, puis LE ROY estiment que la fatigue croît en intensité jusqu'à 11 heures, et que c'est la cause de la marche progressive des accidents; ils invoquent la même théorie pour l'après-midi.

Mais comment expliquer ainsi que le nombre des accidents diminue vers la fin de la matinée et de la soirée, périodes pendant lesquelles la fatigue est, sans conteste, plus forte.

Ici, leur raisonnement est en défaut et ils sont bien obligés d'attribuer cette baisse à une diminution de l'activité provoquée par la fatigue.

Il nous semble qu'il est possible de donner aux chiffres précédents — que nous ne contestons pas — une interprétation plus logique et aussi plus adéquate à tous nos relevés d'acci-

1. Statistiques d'accidents du travail. (*Revue Scientifique* 1904 et 1905.)

2. LE ROY, Etude sur les accidents du travail. (*Bulletin de l'Inspection du Travail*, année 1906.)

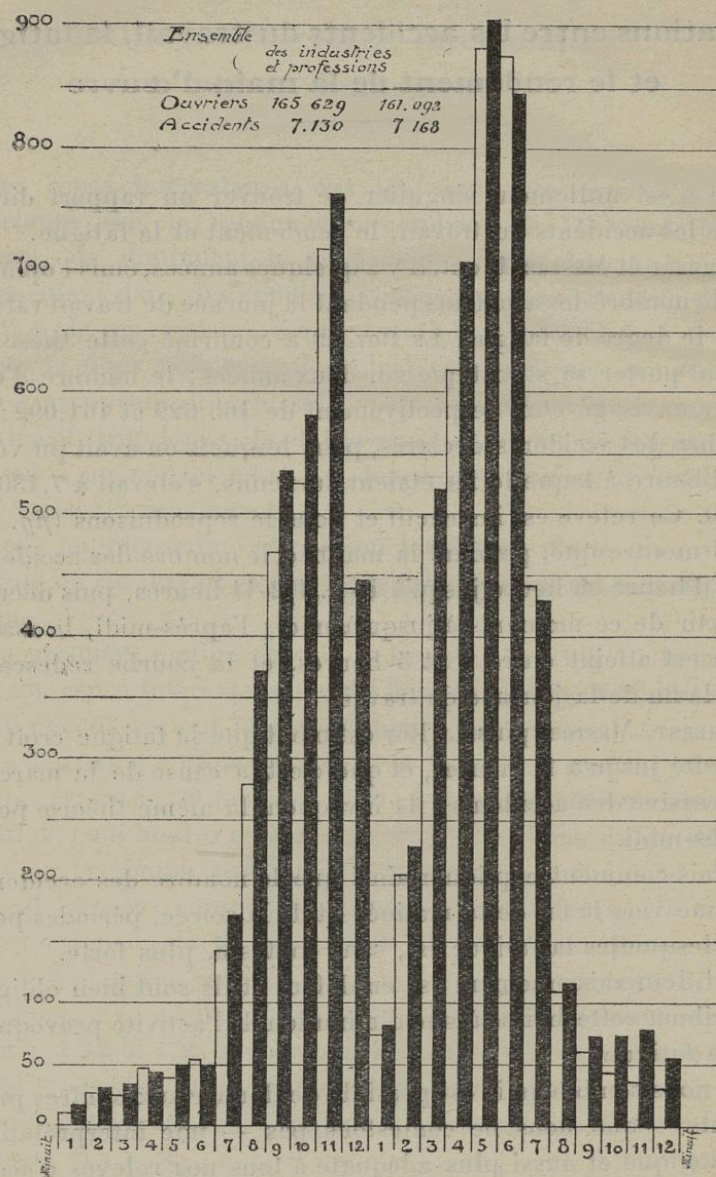


Fig. 4. — Variations du nombre des accidents du travail
au cours d'une journée.

dents et de production : *c'est que dans une industrie où le travail n'est pas organisé scientifiquement, le nombre des accidents suit la marche de la production.*

En réalité, il n'y a pas contradiction formelle entre cette conclusion et la thèse d'IMBERT et MESTRE, puisque la fatigue intervient dès qu'il y a travail, mais il s'agit de s'entendre.

La fatigue, dans les premières heures du travail, lorsque ce dernier n'est pas excessif, ne manifeste pas brutalement ses effets ; tant que son pouvoir destructif reste inférieur au pouvoir de réfection de l'organisme, il n'y a pas de fatigue avérée à proprement parler ; l'ouvrier court vers la fatigue à une vitesse plus ou moins accélérée qui dépend de l'intensité du travail, de la répartition des heures de travail et de repos, mais elle n'agit d'une manière effective que vers la troisième ou quatrième heure, le matin ou l'après-midi, la journée étant coupée par un repos d'une heure au moins.

Au point de vue pratique, cette interprétation présente une certaine importance, car dans tous les établissements où l'organisation du travail laisse à désirer, nous pouvons poser cette règle qui ne souffre guère d'exceptions :

Toutes choses égales d'ailleurs, le nombre des accidents varie en raison directe de l'intensité du travail et croît par conséquent avec le travail rapide.

Au cours de la nuit, et pendant la semaine, nous avons observé une semblable concordance.

Le nombre des accidents progresse du mardi au jeudi, diminue légèrement le vendredi et sensiblement le samedi, tout comme la production. Il n'y a d'exception, quelquefois, que pour le lundi où le nombre des accidents est plus élevé qu'il ne devrait l'être *à priori* : bien des causes peuvent expliquer cette anomalie, mais une seule nous semble péremptoire : c'est que l'organisme, le lundi, ne s'est pas encore adapté au travail.

Les statistiques de FAYARD sont sur ce point très objectives (1). Elles ne reposent malheureusement que sur des nombres assez

1. FAYARD, Note sur les accidents du travail dans les tissages. (*Bulletin de l'Inspection du Travail*, année 1906.)

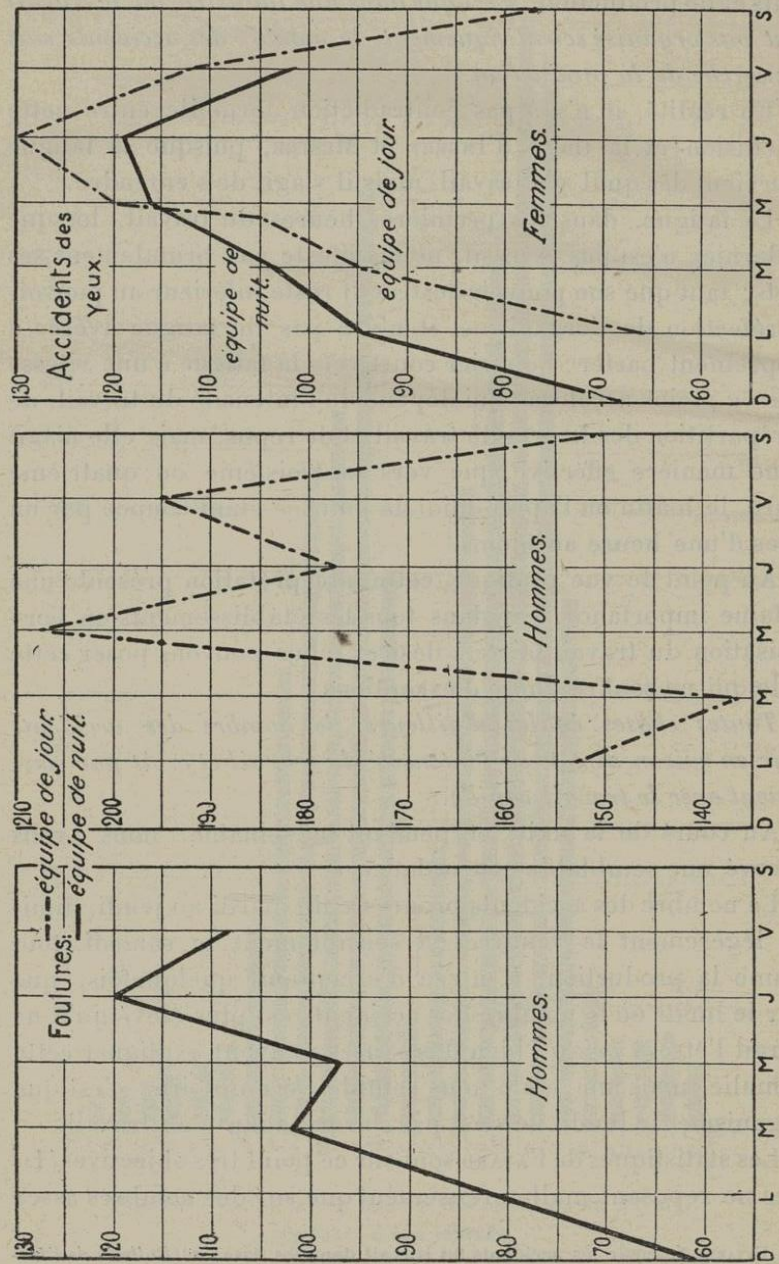


Fig. 5, 6 et 7. — Variations du nombre des accidents du travail au cours de la semaine.

faibles, tout comme celles qui ont été relevées en Belgique et rapportées par IMBERT. Mais le Comité anglais de la santé des ouvriers occupés dans les usines de munitions a fait des observations identiques aux nôtres et elles sont basées sur des chiffres qui défient la critique (*fig. 5, 6 et 7*).

Ceci étant, à notre sens, bien établi, est-ce à dire que le nombre des accidents ne croît pas lorsque la fatigue intervient ?

Point du tout ; les relevés des accidents prouvent, au contraire, que son action se superpose à celle de la production et que la proportion des accidents est plus élevée lorsque la durée du travail dépasse les limites normales.

Il va de soi que beaucoup d'autres causes influent sur le nombre des accidents : le degré de protection des machines-outils, des organes de transmission, la qualité professionnelle des ouvriers, l'éducation qu'ils ont reçue au point de vue de la prévention des accidents, les conditions d'hygiène (éclairage, température, ventilation, etc.).

Nous venons d'examiner les relations étroites qui existent entre le rendement et le nombre des accidents.

On n'en saisit que mieux l'obligation pour les établissements où le travail rapide est ou sera en honneur de chercher à diminuer, par tous les moyens possibles, ces incapacités fonctionnelles si préjudiciables aux travailleurs et cette cause de trouble dans la marche de la production.

Dans une industrie bien dirigée, non seulement une répartition méthodique des heures de travail et de repos s'impose, mais aussi la création d'un service (accidents et hygiène) capable de veiller à ce que tous les accidents évitables, et ils sont la majorité, ne puissent se produire ; le même organe s'assurerait que les ouvriers bénéficient de conditions d'hygiène les meilleures. Ce faisant, on ne fera que suivre, ici encore, les idées directrices de TAYLOR.

Comme dans la plupart des ouvrages qui ont exposé sa méthode, ce point particulier est resté dans l'ombre, nous croyons utile de donner schématiquement le plan d'un service « accidents » (*fig. 8*).

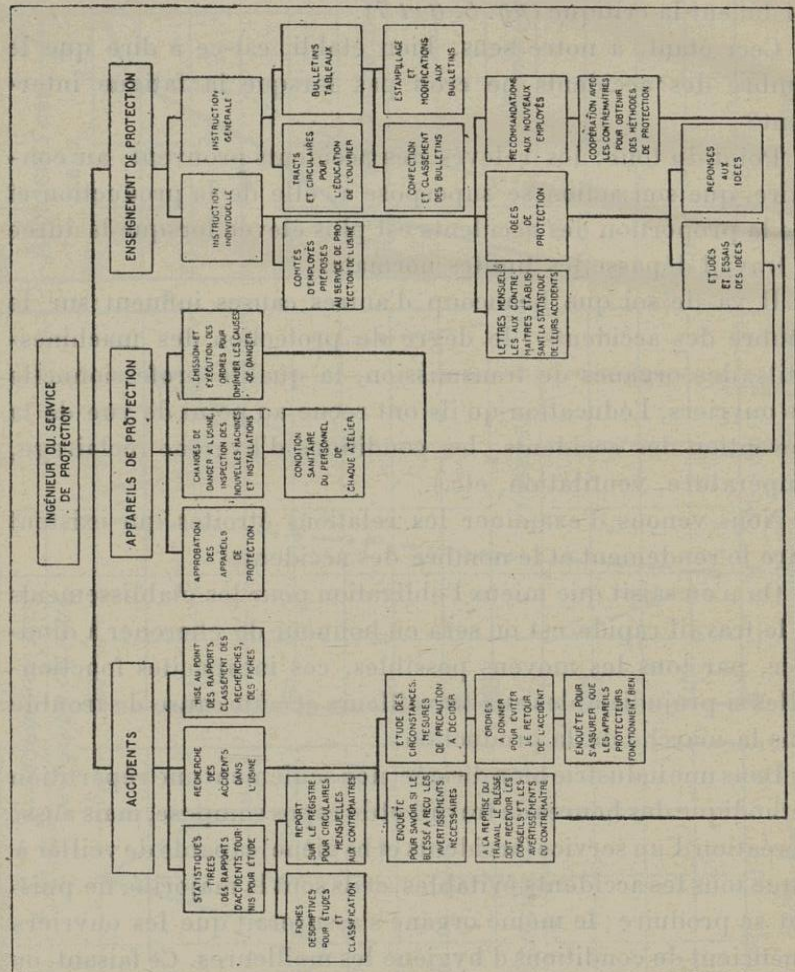


Fig. 8. — Plan d'un service « accidents ».

Dans les usines américaines, où ce service est en vigueur, en particulier à la Compagnie des armes à répétition WINCHESTER, on est arrivé à supprimer tous les accidents de machines et le temps perdu par suite d'accidents a été réduit de plus de 60 %.

Un seul établissement en France, à notre connaissance, a saisi la portée de cette institution. Aux usines BERLIET, à Lyon, un chef de service très méritant en a la direction. Il a abordé le problème simultanément sous ses deux aspects :

1° Au point de vue matériel : installation des appareils de protection et dispositifs de sécurité ;

2° Au point de vue facteur humain : éducation progressive du personnel en ce qui concerne la sécurité du travail, conférences, conseils par voie d'affichage, etc., sanctions disciplinaires, surtout à l'égard des contremaîtres.

Les résultats obtenus sont dignes d'éloges, et le graphique que nous reproduisons (*fig. 9*) est suffisamment expressif.

On y constate :

1° Que le pourcentage des accidents *graves et bénins* totalisés au cours de l'année 1916 a oscillé autour de 30 pour mille et ne s'est guère abaissé au-dessous de 22 pour mille.

2° Qu'au cours de l'année 1917, ce même pourcentage a oscillé autour de 20 pour mille ; qu'au mois de janvier, date à laquelle la campagne a commencé, il était de 30 pour mille et qu'il s'est abaissé pendant les mois suivants à un minimum de 1,6 pour mille (mois de novembre).

A la vérité, on constate pendant le mois de décembre un certain relèvement du nombre des accidents qui, très probablement, est dû au froid rigoureux de la saison ; une trop forte baisse de température diminue en effet l'adresse des travailleurs et provoque l'infection des blessures légères.

En ce qui concerne particulièrement les accidents graves, les résultats sont encore meilleurs. Le pourcentage de ces accidents graves est représenté par une courbe en traits mixtes qui marque une diminution importante de 45 pour 10.000 au mois de janvier 1917, pour tomber à 6 pour 10.000 au mois de décembre 1917 ; c'est-à-dire que le pourcentage des accidents

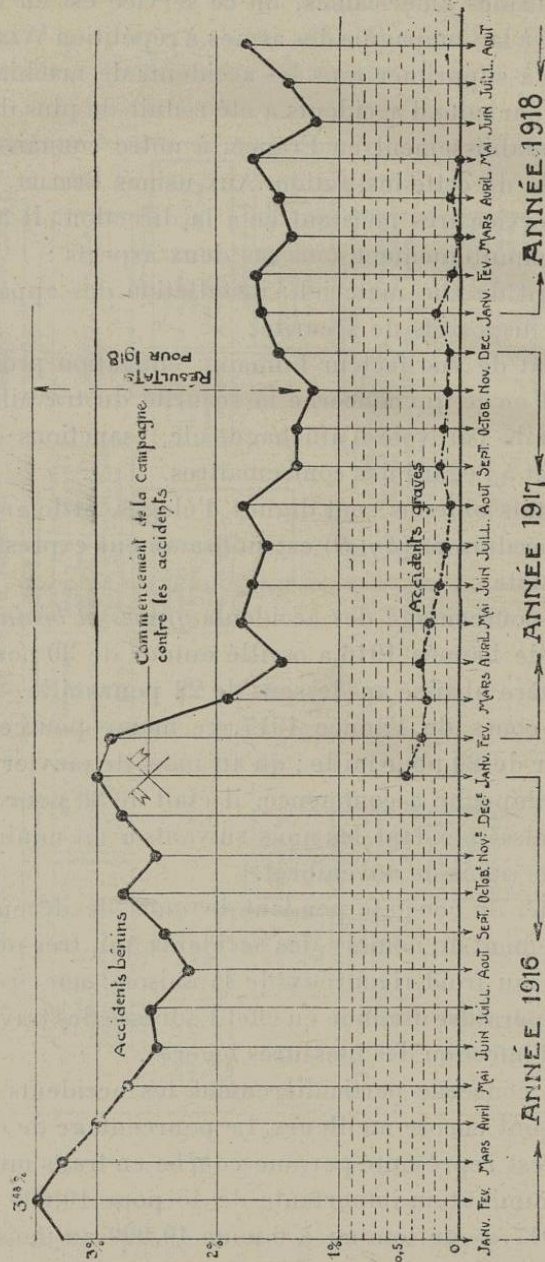


Fig. 9. — Diminution progressive du nombre des accidents du travail obtenue par la création d'un service « accidents » aux usines Berliet, à Lyon.

graves pendant l'année 1917 a été réduit dans le rapport de 7 à 1.

Ainsi, en ce qui concerne les accidents graves, il y a eu sept fois moins de victimes, et par suite beaucoup d'ouvriers ont conservé leur capacité entière de travail, mais, en outre, la fréquence des accidents légers a diminué dans de telles proportions que le rendement, avec le même personnel, s'en est senti très favorablement.

Le nombre des journées de travail ainsi récupéré est considérable; un plus long commentaire nous paraît superflu.



Le rendement et les salaires

Le salaire agit sur le rendement de la main-d'œuvre à la manière d'un excitant et c'est pourquoi, indépendamment de la journée de travail, de toute organisation plus ou moins scientifique, le mode des salaires peut être l'origine d'un véritable surmenage. C'est le cas du salaire à la tâche. L'ouvrier est incité à surproduire pour atteindre un salaire élevé, il se dépense d'autant plus que le tarif unitaire est faible et que la durée de son travail n'est pas limitée. Le travail à domicile avec toutes les conséquences déplorables qu'il entraîne au point de vue social en est la meilleure preuve. On reproche d'autre part, au salaire à la tâche, d'être une des causes de la baisse du tarif unitaire, car l'ouvrier, pour se défendre, est obligé de modérer son activité.

Le travail aux pièces, lorsqu'il est en usage, doit tout au moins avoir pour correctifs immédiats la limitation stricte de la durée du travail et l'obligation de prendre des repos intercalaires bien définis.

Le travail à la journée, à l'heure, n'offrent pas les mêmes inconvénients que le travail aux pièces; par contre, on peut craindre une diminution du rendement normal, si une tâche précise n'est pas assignée à l'ouvrier. Taylor a beaucoup insisté

sur ce point, et dans son mémoire sur la direction des ateliers, il revient, un peu trop peut-être, sur la flânerie systématique de l'ouvrier. Mais comme il le dit ailleurs, et avec raison, l'ouvrier ne constitue pas un être à part dans le genre humain, et il est tout naturel qu'il cherche à obéir à la loi du moindre effort. S'il lui arrive de limiter sa tâche au-dessous de ce que physiologiquement elle pourrait être, ne faut-il pas le plus souvent incriminer la mauvaise organisation de la Direction ou de l'Administration dont il relève ? C'est très probable, mais quoi qu'il en soit, partant de ce principe que l'ouvrier est tenu de fournir dans un temps donné l'effort dont il est capable sans altérer sa santé, le salaire doit être préalablement fixé pour un travail déterminé. C'est le système de la tâche fixe, le seul vraiment juste, à condition qu'il soit scientifiquement établi.

Dans la méthode Taylor il doit en être ainsi, ou l'on méconnaît d'une manière absolue l'esprit qui l'anime.

Les facteurs essentiels dans le problème des salaires sont l'équité et la solidarité. L'ouvrier doit travailler consciencieusement, mais le patron a l'obligation de le rémunérer de telle sorte qu'il puisse assurer son existence, celle des siens, et faire face aux vicissitudes immédiates du lendemain.

Le salaire à la tâche fixe, bonifié si l'on veut d'une prime invariable, apparaît comme le plus rationnel. Ce système réclame de la part de l'employeur une étude approfondie du temps nécessaire à l'accomplissement du travail, mieux que cela, il faut que ce temps ainsi calculé permette à l'ouvrier d'accomplir sa tâche sans se surmener.

Prix unitaire

Evaluation du prix des mouvements élémentaires

Quant au prix unitaire, il est débattu assez arbitrairement et repose sur des considérations presque toujours économiques. On peut se demander, puisque l'étude élémentaire des mouvements est parfois poussée si loin qu'on évalue le temps en centième de seconde, pourquoi le salaire ne serait pas, lui aussi,

calculé en tenant compte de la valeur de chaque mouvement, eu égard à la fatigue qu'il entraîne, fatigue qui dépendra, comme nous le verrons, de l'intensité et de la fréquence des actions musculaires et nerveuses. Il y aurait ainsi une sorte de barème du prix de chaque mouvement isolé, et des coefficients permettraient de donner une plus-value suivant le nombre de ces mouvements exécutés dans l'unité de temps choisie. Il n'y a rien de chimérique dans cette conception ; n'est-elle pas empiriquement appliquée ? Dans beaucoup d'établissements, on classe les travaux en très fatigants — fatigants — pas fatigants. Le charbonnier qui monte des sacs, le déménageur qui transporte des meubles évaluent moins le temps que l'effort nécessaire. Il s'agit donc simplement de chercher scientifiquement la valeur intrinsèque des mouvements, c'est-à-dire d'appliquer ici aussi la méthode expérimentale.

Revenons au salaire à la tâche fixe, avec ou sans prime invariable. Il est appliqué, en particulier, dans les établissements Ford ; l'ouvrier est embauché à un tarif uniforme légèrement supérieur à celui de la région, et, après six mois de présence, il reçoit une prime de 0 fr. 50 par heure, qui est destinée à lui permettre de pourvoir, comme nous l'avons dit, aux aléas du lendemain.

Le salaire à la tâche fixe avec prime est celui adopté par *Gantt*, sous le nom de « premium système » ou de « bonus système » ; mais ici, il faut remarquer que la tâche fixe est déterminée pour un très bon ouvrier de métier et non pour un ouvrier moyen, ce qui fait que le minimum de salaire horaire, toujours assuré à l'ouvrier, joue seul en général. La prime est ici le stimulant qui oblige l'ouvrier moyen à se dépenser davantage : il peut donc se surmener si l'organisation du travail est vicieuse. Cette observation s'applique à tous les modes de salaires lorsque le temps de base est évalué d'une façon rigoureuse et la répartition des heures de travail et de repos mal comprise.

Le salaire au tarif différentiel, tenu en honneur par Taylor, bien que partant aussi de la tâche fixe, n'apparaît pas comme

avantageux pour l'ouvrier moyen. L'exemple donné par Taylor nous le montre : « Une pièce type d'acier forgé étant produite depuis plusieurs années en raison de 4 ou 5 unités par jour avec le système ordinaire aux pièces, on payait par unité 2 fr. 50 de main-d'œuvre ; on se convainquit qu'il était possible de faire dix pièces par jour. Au lieu du tarif de 2 fr. 50 qui leur était payé antérieurement, les ouvriers reçurent 1 fr. 75 par pièce, quand ils en produisirent dix par jour. Ils ne reçurent que 1 fr. 25 quand ils en produisaient moins. On eut beaucoup de peine à amener les ouvriers à travailler à cette grande vitesse, car *à priori*, ils ne se rendirent pas compte que l'intention de la Société était de leur permettre de gagner couramment 17 fr. 50 par jour (1). »

Ce qui choque dans ce tarif, c'est l'abaissement brusque du prix unitaire qui fait que de deux ouvriers, l'un produisant dix pièces gagne 17 fr. 50, alors qu'un autre n'ayant pu arriver qu'à neuf, voit son salaire diminué au point de ne toucher que 11 fr. 25, c'est-à-dire moins qu'il n'aurait eu en suivant les errements antérieurs.

Salaires à primes

Nous arrivons maintenant au salaire à prime ; il jouit à l'heure actuelle d'un engouement que nous ne pouvons pas partager. Un salaire à prime peut être défini : un salaire dont le temps de base est, sciemment ou non, mal calculé. Si l'ouvrier réussit à faire son travail en un temps moindre que le temps de base, il est payé, *pour le temps passé*, sur le taux du salaire horaire minimum qui lui a été garanti ; ce taux est majoré d'une prime, fixe ou variable suivant les systèmes adoptés, mais toujours fonction du temps économisé.

Le salaire à prime offre l'avantage de garantir à l'ouvrier, dans tous les cas, un salaire horaire minimum, mais pour le *temps passé*, non pour le *temps de base*. Il présente les inconvénients du système à la tâche puisque l'ouvrier, si son activité

1. F.-W. TAYLOR, *La direction des ateliers*, p. 43.

est supérieure à celle qui a été prévue, est incité à surproduire sans limite. Il peut encore être critiqué à un autre point de vue : c'est que la prime est arbitrairement fixée par l'employeur qui peut en tirer un bénéfice excessif. Dans le système aux pièces, l'ouvrier gagne la différence totale entre le temps passé en travaillant aux pièces et le temps normal ; dans le salaire à prime il ne gagne qu'une partie de cette différence ; le surplus reste acquis à l'employeur. Que ce dernier opère un prélèvement sur le prix unitaire du salaire aux pièces lorsqu'il a été très mal calculé, soit que l'étude du temps ait été ou mal faite ou impossible à entreprendre (et cela s'est produit en temps de guerre), c'est tout naturel, mais on le comprend moins dans une organisation rationnelle du travail. Dans ce cas, le tarif adopté, pour être équitable, devrait, lorsque le temps employé est inférieur au temps de base, se rapprocher le plus possible du tarif à la tâche, d'autant que l'expérience montre que le temps gagné par l'ouvrier est faible.

Parmi les tarifs à primes en usage, il en est deux ou trois dont on parle couramment et qu'il est utile de connaître.

Avec le tarif HALSEY l'ouvrier est assuré de recevoir le salaire horaire minimum pour *le temps passé*, plus une prime fixée une fois pour toutes à $\frac{1}{3}$ de la valeur du temps économisé, valeur évaluée au taux du salaire horaire minimum.

Les tarifs WIER, etc..., ne diffèrent que sur le taux de la prime qui est de 25 ou 50 %.

Le tarif ROWAN repose sur un principe un peu différent, la prime n'est plus $\frac{1}{3}$ ou $\frac{1}{4}$ de la valeur du temps économisé, elle varie à chaque instant. Lorsque le temps de base prévu n'est pas atteint, le salaire horaire est majoré d'un tant pour cent de ce salaire horaire ; ce tant pour cent est variable et égal au rapport du temps économisé au temps de base.

Ces explications étant bien comprises, il est extrêmement facile de se rendre compte du mécanisme de tous les salaires en les représentant graphiquement (1).

1. C'est M. Paul Leclerc qui, un des premiers, a fait connaître en France — dès 1903 — les modalités des salaires à primes en Amérique et en Angleterre.

Appelons :

- t) Le temps de base ;
- x) Le temps réellement passé par l'ouvrier (et en général $x < t$) ;
- y_0) Le salaire horaire minimum garanti ;
- y) Le salaire horaire tel qu'il résulte de l'application du tarif des salaires ;
- Y) Le salaire total tel qu'il résulte de l'application du tarif des salaires.

y est le salaire horaire résultant de l'application du tarif ; c'est donc cette valeur qui intéresse l'ouvrier. Y , au contraire, représente le salaire total ou yx , c'est-à-dire le prix de la main-d'œuvre, un élément du prix de revient de la production ;

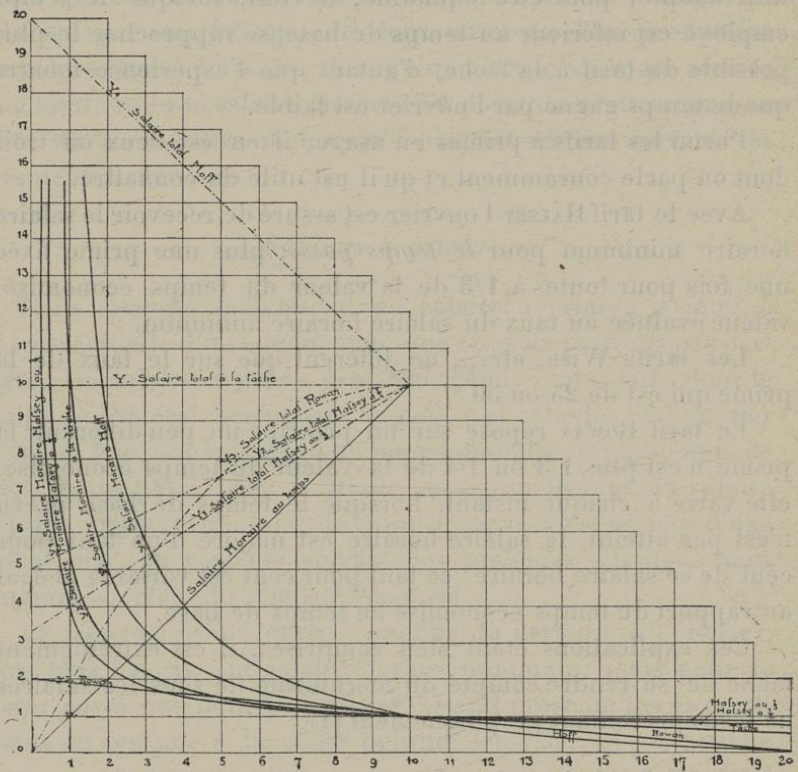


Fig. 10. — Représentation graphique des salaires.

Y est donc la valeur qui prime toutes les autres au regard de l'employeur.

Rendre y le plus fort possible en même temps que Y sera le plus bas, tel est le paradoxe que l'on essaie de résoudre. On le traduit par cette phrase : « Salaire élevé avec une main-d'œuvre à bon marché. »

Si nous prenons deux axes de coordonnées dont l'abscisse représentera les temps et les ordonnées les salaires, nous aurons (*fig. 10*) :

1° *Salaire à la journée.* — (Sans limitation du temps.)

Le taux de la journée est fixe, il est égal à une constante que nous désignerons par K.

$Y = K$ représente le salaire total, c'est-à-dire une droite parallèle à l'axe des x .

Quant au salaire horaire il est indéterminé, tant que l'on ne limite pas la durée de la journée.

2° *Salaire au temps.*

Le prix de l'heure est fixé; il a une valeur constante K_1 .

Donc : $y = K_1$.

C'est encore une droite parallèle à l'axe des x .

Le salaire total est égal au salaire à l'heure multiplié par le nombre d'heures faites, soit

$$Y = K_1 x.$$

C'est une droite passant par l'origine et de coefficient angulaire K_1 .

3° *Salaire à la tâche.*

Le salaire horaire y est variable, il dépend du temps passé. Si ce temps passé est x , le produit de y par x donnera la valeur du salaire total à la tâche; donc :

$$y = \frac{Y}{x}$$

Or, le salaire total, pour une tâche donnée, est parfaitement déterminé; c'est une constante. Appelons-la K_2 .

$$y = \frac{K_2}{x} \text{ ou } xy = K_2$$

c'est-à-dire une hyperbole équilatère.

Le salaire total $Y = K_2$ est représenté par une droite parallèle à l'axe des x .

4° Salaire à primes.

I) Primes fixes Halsey.

Nous avons dit que l'ouvrier reçoit le salaire horaire minimum pour le temps passé, soit $y_0 x$, plus une prime égale au $1/3$ de la valeur du temps économisé, soit :

$$\frac{y_0 (t - x)}{3}$$

Il s'en suit que le salaire total est :

$$Y = y_0 x + \frac{y_0 (t - x)}{3}$$

Y est donc représenté par une droite.

le salaire horaire est : $y = \frac{Y}{x} = y_0 + \frac{y_0}{3} \frac{(t - x)}{x}$ ou

$$3xy - 2xy_0 - y_0 t = 0$$

hyperbole dont l'axe des y est une des asymptotes.

L'autre asymptote est :

$$y = \frac{2y_0}{3}$$

II) Primes variables Rowan.

Le salaire horaire minimum y_0 est majoré d'un tant pour cent représenté par le rapport du temps économisé $t - x$ au temps de base t , soit :

$$\frac{(t - x)}{t}$$

Le salaire horaire véritable est donc :

$$y = y_0 + y_0 \frac{t - x}{t} = y_0 \left(1 + \frac{t - x}{t} \right)$$

C'est une droite passant par les points $x = t, y = y_0$ et $x = 0, y = 2$.

Le salaire total est :

$$Y = y x = y_0 x \left(1 + \frac{t - x}{t} \right)$$

qui est une parabole passant par l'origine et les points $x = t$, $y = y_0 t$.

Ce dernier tarif a pour propriété d'empêcher que le tarif horaire dépasse le double du tarif horaire minimum garanti; en outre, le salaire total ou le prix de revient de la production décroît jusqu'à zéro, alors que dans les salaires à primes fixes il tend vers une valeur déterminée pour un salaire horaire donné.

Toutes ces formules peuvent être représentées par le symbole

$$y = \varphi(a, b, c \dots x)$$

En général, a, b, c , etc..., peuvent varier, car il existe des cas où le salaire est fonction de l'ancienneté, des charges de famille, etc.

Si l'on suppose, que $a, b, c, d \dots$ sont des constantes, pour simplifier, il suffira de donner à la fonction φ n'importe quelle valeur pour avoir une formule de salaire.

$Y = y x$ donnera la formule du salaire total ou du prix de revient de la production, et réciproquement on en tirera y , salaire horaire, si on se donne Y .

Supposons que :

$Y = Ax + B$, A et B étant des constantes, le salaire total est représenté par une droite, le salaire horaire est :

$$y = A + \frac{B}{x}$$

c'est-à-dire une hyperbole.

Hoff a appliqué en Allemagne, dans les chemins de fer, ce tarif qui est avantageux pour l'ouvrier. Ce dernier reçoit toujours *son salaire de base*, soit $y_0 t$, plus une prime *sans réduction*, sur le temps économisé, soit :

$$(t - x) y_0$$

Le salaire total est représenté par la droite

$$Y = y_0 t + y_0 (t - x) = y_0 (2t - x)$$

et le salaire horaire est donné par l'hyperbole

$$y = \frac{Y}{x} = y_0 \left(\frac{2t}{x} - 1 \right)$$

C'est un salaire à la tâche très bien compris. Comme l'indique la formule

$$Y = y_0 t + y_0 (t - x)$$

l'ouvrier reçoit toujours un salaire minimum garanti, et calculé non sur le temps passé, mais sur le temps de base, plus une prime proportionnelle au temps économisé, et sur laquelle l'employeur ne prélève rien.

Veut-on maintenant que le salaire horaire soit représenté par une droite? Il suffit de prendre pour Y une fonction $\varphi(a, b, c, \dots, x)$ du second degré en x sans terme constant.

$$\text{En effet : } Y = A x^2 + B x \text{ donnera } y = \frac{Y}{x}$$

$$\text{ou } y = A x + B$$

la première équation représente une parabole et la seconde une droite.

Tous les tarifs Rowan sont donnés par ces formules. On peut les mettre sous leur forme habituelle, et écrire tout d'abord

$$y = y_0 \left(1 + \frac{t - x}{t} \right)$$

qui représente le salaire horaire de Rowan. C'est une droite tangente à l'hyperbole équilatère représentative du salaire horaire à la tâche.

En généralisant la formule précédente le salaire horaire sera :

$$(1) \quad y = y_0 \left[1 + \left(\frac{t - x}{t} \right) + \left(\frac{t - x}{t} \right)^2 + \left(\frac{t - x}{t} \right)^3 + \dots \right]$$

Pour $x = t$ on a toujours $y = y_0$ et pour $x = 0$, $y = y_0 n$, n étant le nombre de termes auxquels on s'arrête, suivant que l'on désire que le salaire horaire maximum soit double, triple, quadruple du salaire horaire minimum garanti.

Quant au salaire total il sera

$$(2) \quad Y = y_0 x \left[1 + \left(\frac{t - x}{t} \right) + \left(\frac{t - x}{t} \right)^2 + \left(\frac{t - x}{t} \right)^3 + \dots \right]$$

Toutes ces équations représentent des courbes paraboliques qui sont tangentes les premières (1) à l'hyperbole équilatère du

salaire horaire à la tâche, les secondes à la droite $Y = y_0 t$ qui donne le salaire total à la tâche.

Plus on prendra de termes dans les formules (1) et (2), plus elles seront avantageuses pour l'ouvrier.

Si la fonction φ est du troisième degré en x sans termes constants, nous aurons $Y = Ax^3 + Bx^2$ et

$$y = Ax^2 + Bx$$

c'est-à-dire deux fonctions paraboliques, l'une du troisième degré pour le salaire total, l'autre du deuxième degré pour le salaire horaire; et l'on remarque que la valeur du prix de la production tend vers zéro en même temps que le salaire horaire.

On voit ainsi que l'on peut donner libre cours à son imagination dans ce champ indéfini, et c'est à peu près ce qui arrive aujourd'hui. Nous ne citerons pas d'autres formules, car elles n'offrent aucun intérêt, chacun pouvant en présenter une de son choix et la trouver meilleure que celle de son voisin. Ce qu'il faut retenir, c'est que l'introduction des salaires à primes nous ramène par un chemin détourné au salaire à la tâche, avec cette aggravation que l'ouvrier est incité à surproduire sans pouvoir toujours apprécier la prime qui lui est retenue sur son salaire. Certains, il est vrai, attribuent aux salaires à primes des vertus physiologiques en supposant que le faible accroissement de la prime, à partir d'un moment donné, engage l'ouvrier à modérer son effort. En raisonnant ainsi, on feint d'ignorer le but de la prime et on méconnaît la psychologie de l'ouvrier, de l'ouvrière surtout qui se dépense sans compter, même pour une infime majoration de son salaire horaire.

Par contre, il est juste de constater que le salaire à prime assure à l'ouvrier un minimum de salaire horaire, mais qui ne lui est payé que pour le *temps passé*. Il permet de plus de limiter le salaire de l'ouvrier lorsque le temps de base a été mal calculé par l'employeur.



Répercussion de l'hygiène sur le rendement de la main-d'œuvre

L'hygiène — l'hygiène générale et l'hygiène industrielle — joue un rôle mal défini, mais considérable, dans le rendement de la main-d'œuvre.

L'hygiène générale intervient notamment dans l'alimentation, le logement, les moyens de transport de l'ouvrier jusqu'à l'usine ; il nous est arrivé de rencontrer des femmes qui, après avoir travaillé onze heures dans un atelier, étaient obligées de faire une heure de chemin de fer et 8 kilomètres à pied ou à bicyclette pour regagner leur domicile ; rentrées à 21 ou à 22 heures chez elles, pour en repartir le lendemain à 4 ou 5 heures, comment ne seraient-elles pas fatiguées avant de se mettre à l'ouvrage ?

Loin de nous la pensée de vouloir généraliser des situations qui doivent être exceptionnelles ; nous avons voulu montrer, par un exemple, avec quel soin il faut discriminer la fatigue provoquée par le travail de celle occasionnée par une mauvaise hygiène générale.

Quant à l'hygiène industrielle, son action sur la fatigue et le rendement est capitale, on ne saurait trop le répéter. Ateliers poussiéreux, souillés par des gaz, des vapeurs, des germes, locaux encombrés, humides, mal ventilés, mal éclairés sont synonymes d'ateliers à faible rendement, où la morbidité et la mortalité s'accusent par des chiffres élevés.

Que le rendement soit, dans un de ces cas, inférieur à la normale, ceci peut se démontrer aisément. Le travail, et surtout le travail musculaire, exige une forte consommation d'oxygène.

ATWATER a montré que chez un homme du poids de 76 kilogs placé dans un milieu à la température de 20°, le travail physiologique à lui seul consommait, dans les vingt-quatre heures, 689 grammes d'oxygène, soit environ 482 litres d'oxygène pur.

Pour effectuer dans les mêmes conditions un travail de 603 cal. 80 ou de 260.000 kilogrammètres, l'oxygène total retenu par l'organisme est de 1.538 gr. 8, soit 1.090 litres d'oxygène pur.

CHAUVEAU a montré, d'autre part, que le travail rapide, quoique économique au point de vue énergétique, exige une quantité d'oxygène de plus en plus forte.

On sait aussi que le travail musculaire augmente notablement le nombre des inspirations qui passent pendant le travail de 15 et 17, à 25 et 30 à la minute. Or, à chaque inspiration, nous introduisons un demi-litre d'air dans les poumons, ce qui correspond à un passage horaire de 500 litres environ au repos et à 1.000 litres au moins pendant le travail et par ouvrier.

La température, l'état hygrométrique sont aussi des facteurs essentiels.

RUBNER a montré que le rendement d'un ouvrier était très diminué dans un milieu humide, même à 20°, et HALDANE cite des empoisonnements provoqués dans une atmosphère chaude et humide, parce qu'alors le corps n'a pu éliminer par la sueur les produits toxiques qu'elle entraînerait dans un milieu sec.

LANGLOIS, qui s'est livré à une importante étude sur les mineurs, a observé qu'à certaines températures et suivant l'état hygrométrique, la pression artérielle subissait des écarts de 7 centimètres Hg.

Tous ces troubles disparaissent souvent par un large renouvellement de l'air des locaux de travail, par un débit horaire qui doit être de deux à quatre fois le volume de l'atelier.

Ainsi, pour obtenir un bon rendement, il faut absolument que les règles de l'hygiène soient consciencieusement observées; faute de quoi, la fatigue se fait sentir rapidement.

Nous venons de passer en revue la plupart des facteurs qui interviennent dans le rendement de la main-d'œuvre, organisation technique et administrative du travail, durée du travail, repos intercalaires et périodiques, accidents du travail, hygiène industrielle, salaires.

Leur importance relative dans un établissement où l'on ne

manipule pas de produits toxiques peut être approximativement fixée de la manière suivante :

Industries où l'activité musculaire joue le plus grand rôle

Perfectionnement de l'outillage	25 %
Amélioration de l'organisation du travail (y compris salaires, réglementation du travail, etc.).	35 %
Hygiène industrielle, accidents du travail . . .	20 %
	100 %

Industries où le machinisme tient une place prépondérante

Perfectionnement de l'outillage	35 %
Amélioration de l'organisation du travail (y compris salaires, réglementation du travail, etc.).	30 %
Hygiène industrielle, accidents du travail . . .	25 %
	100 %

II

LA FATIGUE PROFESSIONNELLE



L'énergie humaine

Rendement du moteur humain

Avant d'aborder d'une façon plus spéciale l'étude du travail professionnel, il nous paraît utile de rappeler quelques notions d'énergétique.

L'énergie humaine prend sa source dans l'alimentation. C'est en brûlant ce combustible que la vie se maintient et que nous pouvons travailler. Les expériences de CHAUVEAU et d'ATWATER ont permis de vérifier que le principe de la conservation de l'énergie s'étendait aux êtres vivants.

ATWATER et BENEDICT ont montré qu'un homme de 76 kilogs, à la température de 20°, avait besoin, au repos, de 2.397 calories pour assurer son travail physiologique : c'est sa dépense statique, et 2.770 cal. 80 pour effectuer un travail équivalent à 603 cal. 80 ou 260.000 kilogrammètres en huit heures.

Le total de la dépense, soit 5.176 cal. 80, correspond exactement à la valeur énergétique de la ration alimentaire du sujet.

Des expériences d'ATWATER, on déduit que l'homme étant au repos complet, sa dépense pendant la nuit est moindre que pendant le jour ; cette différence est sensible : 57 % le jour et 43 % la nuit. Elles prouvent aussi que le travail élève beaucoup la dépense et que l'organisme ne revient à son état normal que lentement ; on constate enfin qu'une faible partie de l'énergie est transformée en travail utile, puisque le rendement du moteur humain n'atteint que 21,7 %.

Rendement du moteur humain. — Ce rendement a fait l'objet de nombreuses recherches. On a trouvé comme moyenne

pour le rendement industriel (rapport de l'énergie utile à l'énergie totale statique et dynamique) 11,82 %, et pour le rendement net (rapport de l'énergie utile à la dépense dynamique) 20,50 %.

D'autres auteurs, CHAUVEAU, Armand GAUTIER, FRANTZEL et REACH, AMAR ont donné des chiffres supérieurs. On considère en général que le rendement net est d'environ 25 % et le rendement industriel de 10 à 14 % avec un maximum de 16 %.

Les variations du rendement net du moteur humain ont permis de faire des observations du plus grand intérêt pratique ; c'est ainsi que CHAUVEAU a reconnu que la vitesse du travail et le fractionnement de la charge — jusqu'à une certaine limite — amélioreraient le rendement ; la dépense énergétique est moindre. Il en est de même lorsque le travail est coupé par des repos de faible durée, mais fréquents.

Travail maximum de l'homme

Les enquêtes faites sur la ration alimentaire de diverses catégories de travailleurs ont permis d'établir que la dépense dynamique brute d'un homme s'élève *au plus*, par kilogramme et par jour, à 80 calories.

La dépense quotidienne d'un homme de 70 kilogs est donc de 5.600 calories au maximum.

D'autre part, suivant quelques auteurs et en particulier Armand GAUTIER, la dépense statique est d'environ 1 cal. 60 par heure et par kilog, soit 2.688 calories.

En prenant 25 % comme rendement moyen net du moteur humain, on trouve que le *travail maximum* de l'homme est de 728 calories et comme l'équivalent mécanique de la chaleur est 425, cela fait un total de 309.400 kilogrammètres.

Quant à la puissance de l'homme (travail en une seconde), elle est d'environ 1/7 à 1/8 HP.

Ces chiffres ont leur intérêt, mais, dans la réalité, ils sont loin d'être atteints. Ils varient essentiellement avec les professions envisagées et n'ont pas d'ailleurs l'importance qu'on

pourrait leur supposer *à priori*, d'abord parce qu'ils ne peuvent être établis que pour un type bien défini, ensuite parce que l'évaluation du travail humain en kilogrammètres est absolument insuffisante pour apprécier un travail professionnel et caractériser ses effets sur l'organisme ; ni la manière dont travaillent les muscles, ni le travail des fonctions supérieures ne figurent dans cette conception purement mécanique.

IOTEYKO (1) le dit avec raison : « Vouloir comparer en kilogrammètres des travaux effectués dans des conditions différentes reviendrait à conclure que l'on peut, à volonté, gravir un étage en suivant un bon escalier ou s'élever à force de bras le long d'une corde verticale, puisque le travail mécanique Ph est le même dans les deux cas. Une telle conclusion est mécaniquement exacte, mais physiologiquement fausse » (2).

Tout ce que l'on peut dire de l'évaluation du travail en kilogrammètres, c'est qu'elle donne une idée de la grandeur du travail musculaire que l'ouvrier réalise.

Il ne faut pas perdre de vue que, dans l'organisme humain, la quantité de travail fournie dans un temps donné n'est pas — comme dans une machine inanimée — le seul critère. Il y a surtout, si nous pouvons nous exprimer ainsi, la qualité du travail qui, dans la majorité des cas, est prépondérante.

Quantité et qualité, nous pouvons leur donner une signification concrète en les assimilant à l'intensité et au voltage d'un courant électrique.

L'organisme subit sans atteinte les effets d'un courant de forte intensité, mais de faible voltage ; par contre, un courant supérieur à 110 volts, avec une faible intensité, occasionne parfois des désordres graves, et même la mort.

Il en est ainsi dans le travail, quantité et qualité peuvent varier, mais il existe entre elles une relation.

Pour continuer notre comparaison avec les phénomènes électriques, la conductibilité du corps humain joue un grand rôle

1. *La science du travail et son organisation*, par le Dr IOTEYKO.

2. Le professeur A. Imbert, dont on connaît les belles recherches sur les travaux professionnels et la fatigue, exprime la même opinion.

dans les accidents produits par le contact d'un courant ; la peau est plus ou moins humide, les parties du corps plus ou moins isolées, mais on sait qu'il est possible de se mettre à l'abri de tout danger par des moyens appropriés. De même, on peut élever la quantité ou la qualité du travail, ou les deux, dans certaines limites, en mettant l'organisme en état de résister à leurs effets physiologiques, par exemple en multipliant les repos, en diminuant la journée de travail, en donnant des repos périodiques, par une bonne hygiène. Ce doit être, comme nous l'avons indiqué, le but de toutes les organisations scientifiques du travail.



La fatigue et le surmenage

Le surmenage existe-t-il dans les travaux industriels ? Cette question a été longuement débattue au XIV^e Congrès International d'hygiène et de démographie. Les D^{rs} ROTH, TREVES, IMBERT penchent pour l'affirmative et notre expérience nous permet d'appuyer leur opinion. Expliquons-nous pour qu'il n'y ait aucun malentendu sur un sujet aussi grave. Nous ne voulons pas dire que la majeure partie de la population ouvrière soit victime du surmenage, mais spécifier catégoriquement que beaucoup de travaux industriels entraînent une fatigue nettement établie et qui s'accumule, dans quelques cas fort heureusement isolés, au point de surmener le travailleur.

Nous avons montré par les courbes de production que la fatigue se manifeste au cours de la semaine ; lorsque la durée du travail est prolongée au delà de la normale, la production baisse de semaine en semaine.

Le relevé de la morbidité pendant une assez longue période va nous montrer encore qu'il y a, au cours de la semaine, accumulation de la fatigue.

Nous donnons (*fig. 11*) les courbes de morbidité, suivant les jours de la semaine, pendant les trois derniers trimestres de

1917 et le premier trimestre de 1918 que nous avons relevées dans un établissement occupant plus de 10.000 personnes. On voit à première vue que les courbes de morbidité s'élèvent du

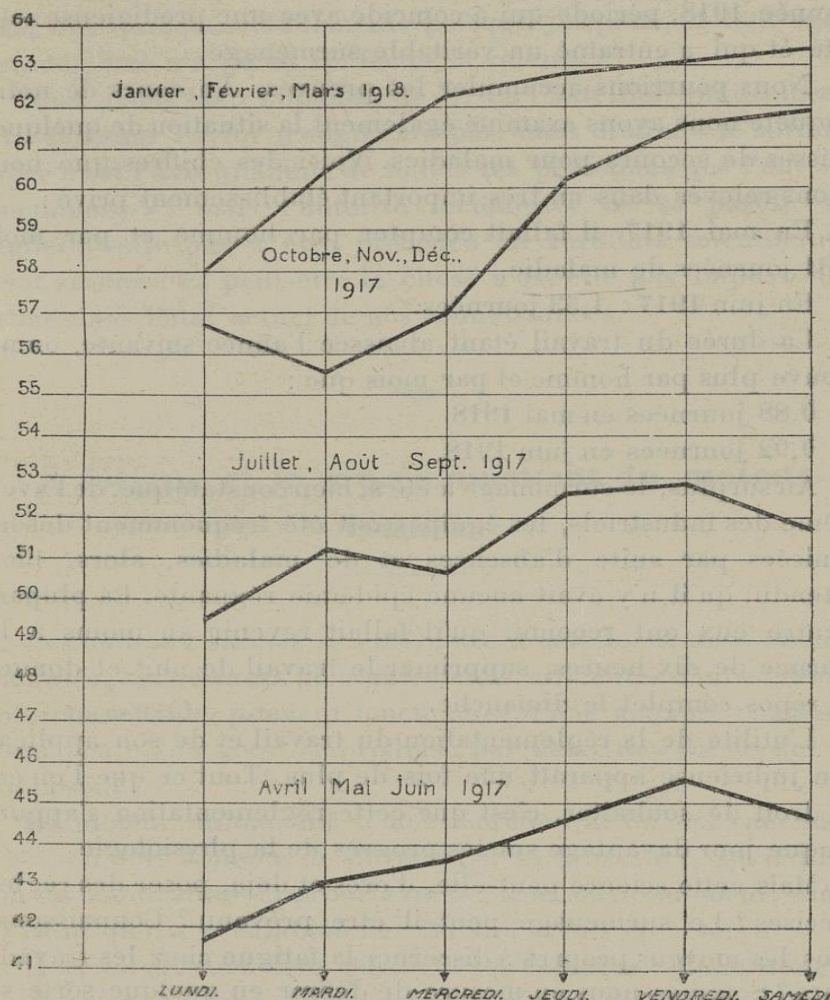


Fig. 11. — Variations de la morbidité au cours de la semaine (femmes).

lundi au vendredi et même au samedi ; la morbidité est un peu plus forte le vendredi que le samedi, ce qui s'explique par le fait que des ouvriers légèrement souffrants le samedi escomptent le repos du dimanche. Les courbes ont la même allure pour les

hommes et les femmes ; enfin, on distingue d'une manière frappante la marche progressive de la morbidité chez les femmes, du premier trimestre 1917 au premier trimestre de l'année 1918, période qui a coïncidé avec une prodigieuse activité et qui a entraîné un véritable surmenage.

Nous pourrions accumuler les preuves. Au cours de notre enquête nous avons examiné également la situation de quelques caisses de secours pour maladies. Voici des chiffres que nous avons relevés dans un très important établissement privé :

En mai 1917, il fallait compter par homme et par mois 1,31 journées de maladie.

En juin 1917 : 1,53 journées.

La durée du travail étant abaissée l'année suivante, on ne trouve plus par homme et par mois que :

0,88 journées en mai 1918

et 0,92 journées en juin 1918.

Au surplus, le surmenage a été si bien constaté que, de l'aveu même des industriels, les équipes ont été fréquemment désorganisées par suite d'absences et de maladies, alors, bien entendu, qu'il n'y avait aucune épidémie régnante. La plupart d'entre eux ont reconnu qu'il fallait revenir au moins à la journée de dix heures, supprimer le travail de nuit et donner un repos complet le dimanche.

L'utilité de la réglementation du travail et de son application judicieuse apparaît une fois de plus. Tout ce que l'on est en droit de souhaiter, c'est que cette réglementation s'appuie chaque jour davantage sur les progrès de la physiologie.

Mais cette science peut-elle, d'ores et déjà, poser des règles précises ? Le surmenage peut-il être prévenu ? Connaissons-nous les moyens propres à discerner la fatigue chez les travailleurs ? Sommes-nous en mesure de définir en quelque sorte sa valeur ? Pouvons-nous dire si oui ou non ses effets s'accumulent au point de conduire l'organisme à un état de surmenage, c'est-à-dire à un état pathologique ?

Donner une réponse claire et précise à ces questions serait d'une importance primordiale au point de vue social.

L'introduction de nouvelles méthodes de travail pourrait alors se faire dans des conditions particulièrement heureuses, sans heurts, et sans soulever des critiques qui, quoi qu'on en dise, ont quelques fondements puisque jusqu'ici, il faut bien l'avouer, nul n'a pu en contester la valeur.

Nous avons bien l'opinion de H. Le Chatellier qui déclare : « Le système Taylor n'augmente pas, mais diminue le surmenage, c'est l'avis unanime de toutes les personnes qui l'ont vu fonctionner » ; mais l'autorité incontestée de sa parole ne gagnerait-elle pas à être précédée de résultats scientifiquement vérifiés ? Et peut-être la chose n'est-elle pas impossible, même dans l'état actuel de nos connaissances.



La fatigue et le fonctionnement du moteur humain

Les moteurs animés se différencient nettement des moteurs inanimés ; ces derniers bien entretenus, alimentés d'un combustible convenable, peuvent fonctionner d'une manière continue jusqu'à ce qu'un arrêt se produise par usure des pièces qui le composent.

Le moteur animé, lui, a une marche qui lui est spéciale, il est toujours à même de développer sa puissance, qu'il tire, non du combustible approprié qu'il reçoit sur le moment, mais de celui qu'il a préalablement élaboré et mis en réserve.

Il fait d'ailleurs deux parts de ses réserves : l'une dont il dispose pour assurer son existence — c'est le travail interne ou travail physiologique de CHAUVÉAU — l'autre pour exécuter un travail extérieur. Ce dernier est donc limité par la réserve disponible. Mais ce n'est pas tout ; une machine, comme nous l'avons dit, peut utiliser d'une façon continue l'énergie qu'on lui fournit ; l'organisme humain, par contre, ne brûle son

combustible qu'à bon escient. Dès que les déchets produits par la combustion l'encrassent trop, il est obligé de s'arrêter pour les éliminer.

Pour établir une comparaison plus juste, on peut dire que le moteur humain fonctionne comme une pile qui, après un temps donné, se polarise et ne fournit plus de courant.

Le travail humain doit être en conséquence limité :

1° Par la quantité de réserve de combustible dont il a la libre disposition ;

2° Par la nécessité physiologique de laisser reposer périodiquement les organes pour qu'ils puissent se débarrasser des souillures de la combustion.

Enfin, et ici moteurs animés et inanimés obéissent à des lois définies, le rendement maximum n'est obtenu que dans des conditions parfaitement déterminées, leur durée est fonction de leur bon entretien. Un coup de feu sous une chaudière la détériore, un travail trop violent chez l'homme, alors même qu'il n'épuise pas sa réserve de combustible, peut lui être fatal. Dans une machine, une marche anormale produit vite l'échauffement des diverses pièces, leur grippement, leur rupture ; en touchant les organes, le mécanicien apprécie l'élévation de leur température, son attention est éveillée par certains bruits un peu spéciaux. Le moteur humain n'est pas soumis, d'une manière constante tout au moins, à une surveillance extérieure ; aussi organise-t-il lui-même sa défense.

Les cellules qui ont fourni tout ou partie de leur réserve sont revivifiées par le torrent sanguin qui leur apporte l'oxygène nécessaire à leur reconstitution ; les déchets des substances ponogènes, mis en liberté par les combustions internes, sont rejetés au dehors par la transpiration, par les voies d'élimination, et en partie neutralisés par les sécrétions des glandes, notamment par l'adrénaline.

Il y a donc d'une façon permanente lutte, et lutte incessante de tout l'organisme contre la déchéance qui le menace. Dans l'état normal et de repos, le pouvoir de réfection est supérieur au pouvoir de destruction. Dès que l'homme travaille,

que se passe-t-il ? toutes les fonctions entrent en jeu avec intensité et si le travail reste modéré, surtout pendant les premières heures, le pouvoir de réfection s'accroît sous l'influence d'une circulation plus active, d'une sécrétion des glandes plus abondante et annule, tout au moins, les effets immédiats de l'intoxication. Il n'y a donc pas, dans cet intervalle de temps, fatigue au sens propre du mot et le sujet éprouve au contraire un sentiment de bien-être, son activité croît : cela tient à ce que le pouvoir de réfection est égal ou supérieur au pouvoir de destruction.

Puis vient un moment où les apports d'oxygène, les substances neutralisantes compensent insuffisamment les déchets de la combustion, l'équilibre est rompu, l'organisme souffre et le manifeste par une sensation : la fatigue. Elle se traduit avant tout par une diminution, généralement passagère, de la capacité de travail. Les moteurs ne fonctionnent plus ou ralentissent leur allure. Si la fatigue s'accroît, les fonctions s'altèrent, l'organisme est surmené, il entre dans une période pathologique.

Nous pouvons d'ailleurs très bien symboliser la marche des phénomènes et cela sans trop d'inexactitude. En effet, la courbe représentative du pouvoir de destruction est une fonction croissante tant que le travail dure, elle aura donc une forme telle que ABC (*fig. 12*) ; quant au pouvoir de réfection, nous savons qu'il croît au début du travail puisque l'organisme fait provision d'oxygène, il passe évidemment par un maximum pour décroître ensuite, ce qui lui donne l'allure de la courbe DBF.

La courbe de la fatigue s'en déduit immédiatement en prenant la différence des ordonnées des deux courbes ; on la connaît d'ailleurs dans sa forme par les ergogrammes ; IOTYKO l'a déterminée par ce moyen et la représente par cette formule : $y = H - ax^3 + bx^2 - cx$, y est l'effort à chaque instant, H l'effort maximum initial en millimètres, x le temps, en prenant deux secondes pour unité. C'est une courbe parabolique du troisième degré.

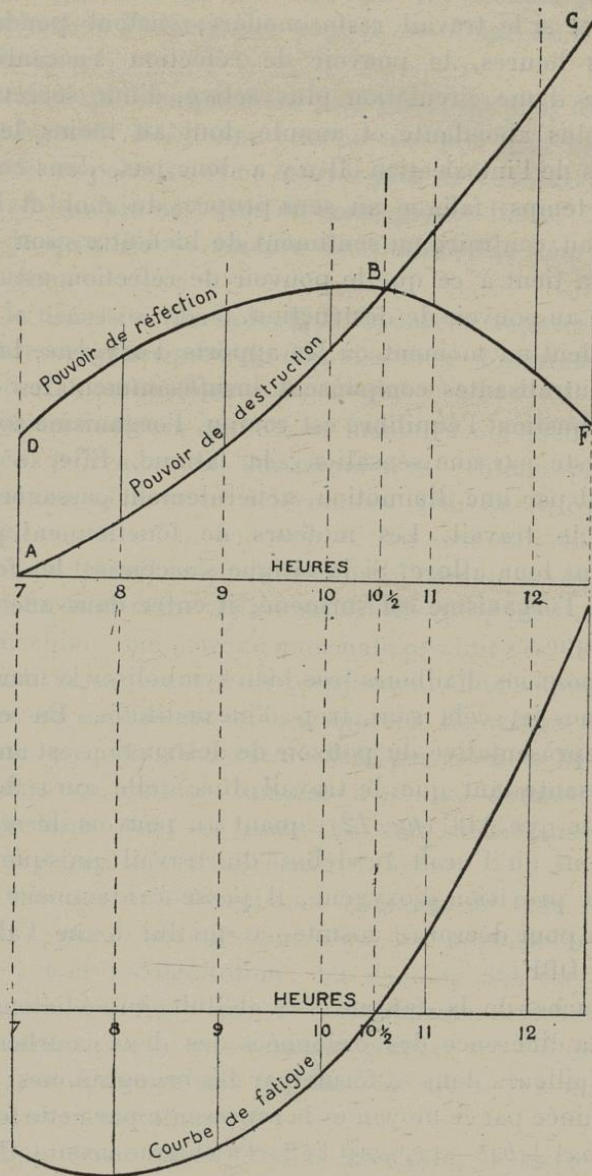


Fig. 12. — Représentation schématique des phénomènes physiologiques provoqués par le travail.

La courbe de la fatigue générale peut d'ailleurs être déterminée *à priori* par une simple hypothèse que l'on retrouve dans l'étude de la mortalité ; comme la mort par sénilité n'est en somme que le résultat de l'usure progressive des organes, de leur extrême fatigue, on peut admettre que l'intensité de la diminution de la capacité vitale provoquée par la fatigue, intensité que nous désignerons par F , s'accroît, dans un temps infiniment petit dt , d'une fraction toujours constante Kdt , de sa propre valeur. Nous aurons donc $dF = FKdt$ ou $\frac{dF}{F} = Kdt$, ce qui nous donne en intégrant la fonction exponentielle simple $F = K_1 e^t$. Dans le cas où la fatigue éprouvée par l'ouvrier n'est plus normale, l'intensité de la diminution de la capacité vitale F s'accroît, non plus d'une fraction constante de sa propre valeur F , mais d'une fraction croissante avec le temps et on peut d'abord écrire $dF = FKtdt$ ou

$$\frac{dF}{F} = K t dt; \text{ en intégrant}$$

$$\text{Log } F = \frac{K t^2}{2} + c^{te} \text{ ou}$$

$$\text{Log } F = k_1 t^2 + k_2 \text{ et } F = e^{K_1 t^2 + K_2}$$

fonction exponentielle aussi dont la forme est naturellement plus accentuée vers l'axe des y .

Revenons à notre schéma. Toute la science du travail consiste à ne pas demander à l'ouvrier un effort soutenu dès qu'il entre dans la phase CBF et à le faire travailler dans la zone ADB. Comment peut-on y arriver ? Sans doute l'ouvrier modère son allure, soit qu'il ait le sentiment de la fatigue prochaine, soit qu'il subisse son influence directe, mais il arrive aussi très fréquemment que cette sensation de la fatigue ne soit ni assez nette, ni assez profonde pour agir comme un frein. Dans d'autres cas, le travailleur reste sourd aux appels de la défense psychique, il surmonte sa fatigue, souvent par obligation, mais à ses dépens.

Quel est l'intérêt bien compris de l'industriel ? c'est d'organiser le travail (durée de la journée et repos intercalaires) de

telle manière que la zone d'activité ADB soit la plus grande possible. Il ne peut y arriver qu'en empêchant la courbe de la fatigue de prendre rapidement une allure ascendante, c'est-à-dire en donnant des repos judicieux et en proportionnant la durée du travail à son intensité. Mais seul l'examen critique des signes de fatigue lui permettra de porter un jugement définitif sur l'opportunité des mesures qu'il aura prises et sur leur valeur industrielle.



Examen critique des moyens employés dans la recherche des signes de la fatigue

Fatigue et Morbidité

La fatigue est une intoxication, et, comme toutes les intoxications, prédispose l'organisme aux infections en le mettant en état de moindre résistance. SYDENHAM ressentit son plus violent accès de goutte précisément après s'être surmené en écrivant son *Traité de la Goutte*. On connaît les expériences de CHARRIN et ROGER sur des cobayes qu'ils fatiguaient en les faisant tourner dans une cage d'écureuil; ils reconnurent que la fatigue éprouvée par ces petits animaux accentuait leur infection par l'épuisement du système nerveux et par une sorte d'auto-intoxication générale qui paraît due à la formation d'acide lactique. ROUX et NOCARD ont observé l'exaltation de virulence des cultures de *bacillus anthracis* additionnées d'acide lactique; cet acide a un pouvoir chimiotaxique négatif; injecté dans le péritoine, il repousse les leucocytes, il diminue l'alcalinité, augmente l'acidité des humeurs et active ainsi l'infection.

SENY, d'autre part, a montré que la fatigue diminue le pouvoir bactéricide du sang.

Divers auteurs ont admis l'action favorisante de la fatigue dans la myosite infectieuse, l'ostéomyélite des adolescents, les endocardites infectieuses, la typhoïde, la tuberculose, l'hyper-

tension et l'artério-sclérose (HUCHARD), les néphrites, l'emphyseme pulmonaire, les troubles nerveux, les crises des diabétiques, les manifestations arthritiques (goutte, migraines, etc.).

On voit ainsi de quel puissant secours peut être l'examen systématique dans un milieu professionnel de la morbidité et de la mortalité, mais cette méthode ne peut être adoptée qu'à condition de la faire porter sur un nombre important d'ouvriers pendant une longue période et d'éliminer tous les facteurs parasites qui pourraient la fausser.

Mesure de la fatigue par les variations de la production

Un autre procédé plus simple pour reconnaître les signes de fatigue, et dont nous avons longuement parlé, consiste à suivre les variations de la production pendant les heures, les jours, les semaines et les mois de travail.

La mesure de la fatigue par la baisse de la production s'explique très simplement dans le cas où les fonctions musculaires entrent surtout en jeu ; il est évident, en effet, que la rapidité, l'amplitude des contractions musculaires déterminent la somme de travail accompli. Il est possible de le vérifier expérimentalement en observant un ouvrier qui accomplit un travail manuel simple, qui fait fonctionner par exemple un soufflet de forge. Pour simplifier, supposons une corde enroulée autour d'une poulie à gorge fixée au moyen d'une chape au plafond. A l'un des brins est attaché un poids de 30 kilos et l'on demande à l'ouvrier de tirer avec la main droite sur l'autre extrémité de manière à le soulever le plus possible, et de répéter ce travail à un rythme déterminé. Qu'arrive-t-il ? La première fois l'ouvrier peut élever le poids à la hauteur A (*fig. 13*), puis progressivement à une hauteur maximum B où il se maintient quelque temps. S'il continue (toujours au même rythme), la hauteur à laquelle il peut soulever le poids baisse d'abord insensiblement, puis brusquement jusqu'au moment où tout effort de l'ouvrier est superflu. Que représente ABF, sinon la courbe de la production, sinon le débit de l'ouvrier ? En vérité, elle n'est pas aussi nette,

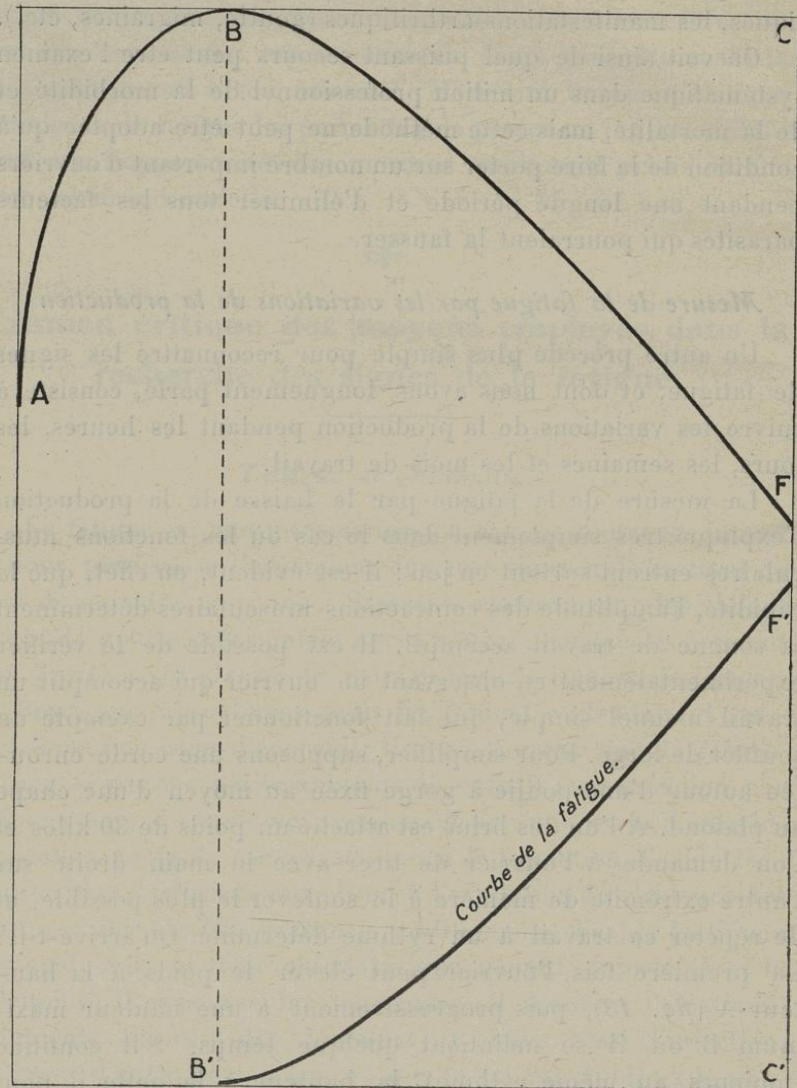


Fig. 13. — Mesure de la fatigue par les variations de la production
(Représentation schématique).

il y a des oscillations, des soubresauts même, mais sa forme générale est celle que nous indiquons et que nous retrouvons couramment dans l'industrie.

Rien de surprenant à cela, la courbe reproduit le phénomène de l'escalier déjà signalé. En effet, lorsqu'on examine les contractions musculaires on constate deux phases : l'une ascendante, qui correspond à l'effort de démarrage, à la période d'entraînement, les muscles s'échauffent, leur élasticité augmente, les contractions sont de plus en plus souples, plus amples. Leur état se maintient ainsi quelque temps, puis le pouvoir de destruction prend le dessus sur le pouvoir de réfection, la fatigue intervient, les contractions diminuent de plus en plus. Si l'on généralise ce phénomène à tous les muscles, on voit que la courbe représentative du travail sera de la forme ABF ; celle de la fatigue B' F', qui n'est autre que celle que nous avons déjà analysée. Il suffit pour la retrouver de porter sur deux axes de coordonnées des ordonnées telles que $CF = C'F'$. Il résulte de ces considérations que l'on peut suivre la marche de la fatigue en suivant attentivement la production.

Cette méthode, qui a été employée en Angleterre, exige des enquêtes longues, minutieuses sur un personnel nombreux ; on doit, comme pour les courbes de morbidité, faire abstraction de tous les facteurs parasites. Il est d'ailleurs un cas où elle ne s'applique pas : c'est lorsque la production horaire reste uniforme, et ceci n'implique pas une absence de fatigue, car on peut obtenir la constance de la production par des moyens artificiels.

Méthodes calorimétrique, des échanges gazeux, chimique

La méthode calorimétrique ne peut pas être employée dans tous les travaux industriels, cela se conçoit sans peine ; elle est de plus extrêmement coûteuse. Quant au procédé des échanges gazeux, il est beaucoup plus simple, plus souple, mais son usage est encore restreint parce qu'il est impossible, sans modifier les conditions de travail, et par suite sans dénaturer l'état

de fatigue, de l'appliquer à des ouvriers qui font des mouvements rapides exigeant une entière liberté du corps. Par contre, elle peut permettre, après le travail, de faire des constatations très utiles.

Enfin on a essayé, mais en vain jusqu'ici, de déterminer la fatigue par des analyses chimiques.

On sait que la fatigue est occasionnée par des produits de désagrégation, en particulier les albuminoïdes cellulaires se transforment en libérant des corps ponogènes. L'analyse révèle, en effet, que les urines des sujets fatigués sont plus chargées en acide urique, en phosphates organiques et en amines. Tous les essais tentés pour déceler l'état de fatigue par des dosages de ces corps n'ont encore donné aucun résultat.

Méthodes physiologique et psychologique

En somme, la recherche de l'état de fatigue doit être poursuivie par tous les moyens, mais surtout par l'examen physiologique et psychologique des grandes fonctions qui assurent la vie. C'est ce que nous avons fait.

III

LE TRAVAIL FÉMININ AU BOTTELAGE DES POUDRES



La fatigue dans le travail professionnel

Le bottelage des poudres

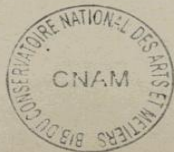
Nos recherches ont porté sur l'étude de la fatigue chez les ouvrières occupées au bottelage des poudres. Les motifs qui nous ont guidés dans le choix de ce travail sont les suivants : nous savions, d'une part, que grâce à une étude analytique du travail — rappelant la méthode de TAYLOR — le rendement des femmes à la poudrerie du Ripault avait augmenté dans de très fortes proportions ; d'autre part, nous n'ignorions pas que le bottelage était un travail pénible.

Examiner les signes de fatigue chez les botteleuses, cela nous conduisait à étudier de près les caractères physiologiques et psychologiques qui permettent de la déceler et à reconnaître si ces ouvrières étaient surmenées.

Nature du travail

Les poudres à canons modernes — ce n'est un secret pour personne — sont constituées par une pâte colloïdale que l'on étire sous forme de bandes d'une épaisseur de quelques millimètres. Ces bandes, après diverses opérations dont le détail importe peu ici, sont découpées en de petits rectangles plus ou moins allongés, mais de mêmes dimensions pour chaque qualité de poudre, que l'on doit réunir en bottes d'un poids à peu près déterminé.

Un atelier de bottelage — du moins à la poudrerie du Ripault — est constitué par trois tables surélevées de 0^m82 au-



dessus du sol, et d'une dimension de $3^m50 \times 1^m25$. Sur le grand côté, à une des extrémités et sur deux faces opposées, sont disposées deux petites presses hydrauliques. Comme on le voit sur les photographies que nous donnons, la presse proprement dite est constituée par deux mâchoires, l'une fixe, l'autre mobile. Un levier mobile autour d'un axe placé à portée de l'ouvrière, sur sa droite, permet en le déplaçant en avant ou en arrière, de donner ou de couper la pression qui doit s'exercer sous la mâchoire mobile pour comprimer la botte. C'est tout le côté mécanique de l'opération.

Il y a deux botteleuses par table, une servante enlève les sacs remplis de bottes et les pèse, inscrit sur un tableau, après chaque heure de travail, le poids des bottes, vaque en un mot aux opérations accessoires. Des manœuvres hommes sont enfin chargés d'approvisionner en poudre les tables de bottelage.

Voici les détails d'une opération :

La poudre arrive dans des sacs devant l'atelier de bottelage, ces sacs sont vidés sur une partie de la table. Une des botteleuses, assise devant la table, prend une poignée de ces brins de poudre entre les deux mains, les égalise en hauteur, rapidement, et les dispose transversalement dans une sorte de petite cuvette en zinc qu'elle remplit; c'est une façon d'avoir toujours approximativement le même poids de poudre pour faire une botte. La cuvette pleine est renversée sur la table, tout près et en face de l'ouvrière chargée de faire la botte. Cette dernière est debout; elle a douze opérations à faire, que l'on peut décomposer ainsi :

Prendre le paquet de brins de poudre disposé à 0^m40 devant elle sur la table, et l'égaliser en frappant horizontalement sur le rebord intérieur de la table ;

Engager la botte dans la presse ;

Égaliser la botte dans la presse ;

Manœuvrer le levier de commande pour actionner la presse et comprimer la botte ;

Lier la botte d'un côté et couper la ficelle sur une lame métallique taillée en biseau et disposée au-dessus de la presse ;

Lier la botte de l'autre côté et couper de même la ficelle ;

Les Mouvements élémentaires



I. — La botteleuse prend le paquet de brins de poudre (premier mouvement).



II. — La botteleuse engage la botte dans la presse (deuxième mouvement).

Bib
CNAM



III. — La bottleuse égalise la botte dans la presse (troisième mouvement).



IV. — La bottleuse manœuvre le levier de la presse (quatrième mouvement).

Manœuvrer en sens inverse le levier de la presse pour desserrer la botte ;

Prendre une tapette en bois et se mettre en position pour frapper sur la botte ;

Frapper à droite et à gauche pour décoller la botte de la presse ;

Pousser la botte avec l'extrémité de la tapette pour la sortir de la presse et la poser à droite, debout sur la table ;

Frapper avec la tapette sur le dessus de la botte posée sur la table pour égaliser les brins de poudre ;

Jeter la botte dans le sac.

Ces douze opérations sont effectuées en moyenne en seize secondes. Les variations dans le chronométrage ne dépassent pas une seconde et demie.

Voici d'ailleurs le détail du chronométrage :

CHRONOMÉTRAGE DES MOUVEMENTS ÉLÉMENTAIRES :

	Temps en secondes
1. Prendre le paquet de brins de poudre disposé à 0 ^m ,40 devant elle et l'égaliser en frappant horizontalement sur le rebord intérieur de la table	1 à 1,5
2. Engager la botte dans la presse.	1,5 à 2
3. Égaliser la botte dans la presse.	1 à 1
4. Manœuvrer le levier de commande pour actionner la presse et comprimer la botte	0,5 à 0,5
5. Lier la botte d'un côté et couper la ficelle sur une lame métallique taillée en biseau et disposée au-dessus de la presse.	3,5 à 4
6. Lier la botte de l'autre côté et couper de même la ficelle	3,5 à 4
7. Manœuvrer en sens inverse le levier de la presse pour desserrer la botte.	0,5 à 0,5
8. Prendre une tapette en bois et se mettre en position pour frapper sur la botte	0,5 à 0,5
9. Frapper à droite et à gauche pour décoller la botte de la presse	1 à 1,5
10. Pousser la botte avec l'extrémité de la tapette pour la faire sortir de la presse et la poser, à droite, debout sur la table	1 à 1
11. Frapper avec la tapette sur le dessus de la botte posée sur la table pour égaliser les brins de poudre.	1 à 1
12. Jeter la botte dans le sac.	0,5 à 0,5
Total.	15,5 à 18

Ces douze opérations sont donc effectuées en quinze secondes et demie au moins ou dix-huit au plus ; on peut estimer le temps moyen à seize secondes et demie.

Organisation du travail

Deux botteleuses travaillent ensemble et se partagent le gain journalier alloué d'après le poids de la quantité de poudre bottelée. Leur rétribution est donc basée sur le travail à la tâche, mais ses défauts ont ici un correctif. Les deux ouvrières n'effectuent pas toujours le même travail ; l'une travaille debout et l'autre assise, à tour de rôle ; toutes les heures, il y a cinq minutes d'arrêt ; le mécanicien arrête ses pompes de façon à empêcher qu'une ouvrière puisse manœuvrer la presse. La durée de présence à l'atelier est de neuf heures et demie, ainsi réparties :

Entrée à 7 heures du matin	} 4 heures
Sortie pour le déjeuner à 11 heures	
Rentrée à 13 heures	} 5 h. 1/2
Sortie définitive à 18 heures et demie.	
	9 h. 1/2

La matinée est coupée par quinze minutes de repos : cinq minutes à 8 heures, à 9 heures, à 10 heures ; l'après-midi par vingt à vingt-cinq minutes de repos : cinq minutes à 14 heures, à 15 heures, à 16 heures, à 17 heures, à 18 heures ; au total : 9 h. 1/2 de présence avec quarante minutes d'arrêt, ce qui réduit la journée à huit heures cinquante. Mais sur ces huit heures cinquante de travail effectif, il faut remarquer qu'il y a, au plus, quatre heures trente-cinq de travail debout pénible, et au moins quatre heures quinze de travail assis, c'est-à-dire que pendant une journée, une ouvrière fait *quatre heures trente-cinq de travail debout et quatre heures quinze de travail assis*. — Le lendemain, la même fait quatre heures quinze de travail debout et quatre heures trente-cinq de travail assis. En outre, il est utile de signaler que le travail de nuit a été supprimé et le repos hebdomadaire du dimanche rétabli.

Résultats obtenus

Cette remarquable organisation scientifique du travail du bottelage a été préconisée par M. Nusbaumer, ingénieur à la

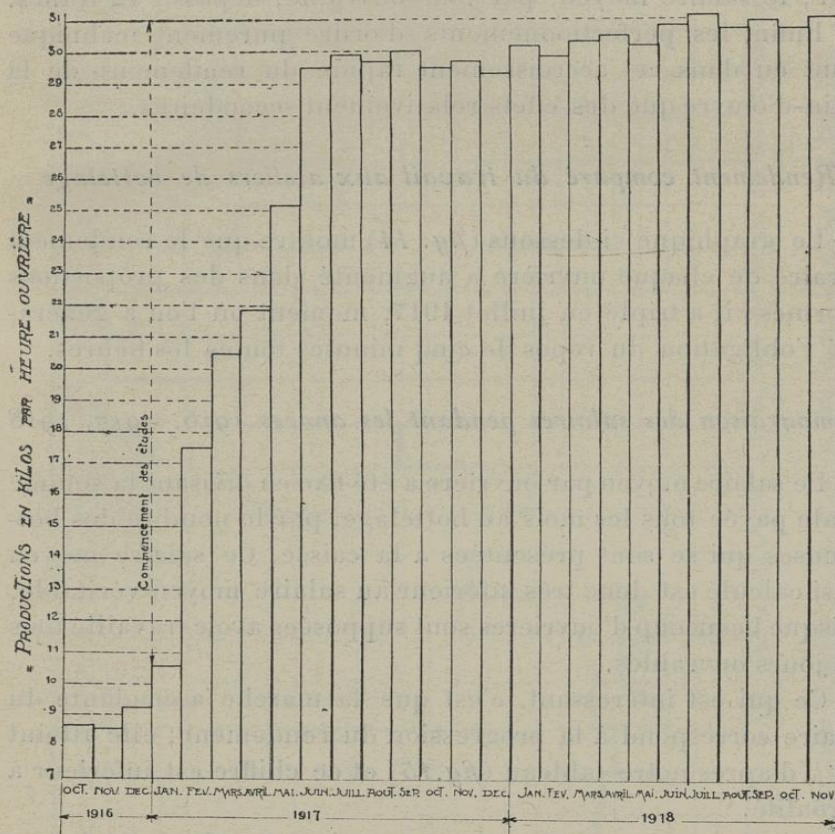


Fig. 14. — Progression du rendement horaire des ouvrières après organisation scientifique du travail.

poudrerie du Ripault. Immédiatement adoptée par M. BRULAY, l'éminent directeur de cet établissement, elle a été mise en vigueur à la date du 1^{er} juillet 1916 (1).

1. Nous tenons à exprimer notre vive gratitude à MM. Brulay, Nusbaumer, Châtenet, ainsi qu'aux officiers, ingénieurs, chefs et sous-chefs des services qui, par leur obligeance et leur courtoisie, ont grandement facilité notre tâche.

Les résultats obtenus depuis cette époque permettent de porter un jugement sur sa valeur. Le rendement des ouvrières a considérablement augmenté ; les salaires ont progressé de telle sorte que jamais une ouvrière ne gagne moins de 10 francs par jour ; le salaire moyen, par jour ouvrable, dépasse 12 francs.

Enfin, les perfectionnements d'ordre purement technique n'ont eu dans cet accroissement rapide du rendement de la main-d'œuvre que des effets relativement secondaires.

Rendement comparé du travail aux ateliers de bottelage

Le graphique ci-dessous (*fig. 14*) montre que le rendement horaire de chaque ouvrière a augmenté dans des proportions énormes ; il a triplé en juillet 1917, moment où l'on a généralisé l'obligation du repos de cinq minutes toutes les heures.

Comparaison des salaires pendant les années 1916, 1917, 1918

Le salaire moyen par ouvrière a été fixé en divisant la somme totale payée tous les mois au bottelage, par le nombre des botteleuses qui se sont présentées à la caisse. Ce salaire moyen ainsi calculé est donc très inférieur au salaire moyen véritable, puisque beaucoup d'ouvrières sont supposées avoir travaillé tous les jours ouvrables.

Ce qui est intéressant, c'est que la marche ascendante du salaire correspond à la progression du rendement ; elle atteint 62 % d'après notre tableau (*fig. 15*) et ce chiffre est inférieur à la réalité.

Quant au prix unitaire, pour certaines poudres, il n'a pas varié pendant la période considérée ; pour d'autres, la majoration atteint 0,3 ; même si l'on en tenait compte, la progression des salaires resterait très marquée. Enfin, la prime de vie chère n'a généralement pas joué, les femmes gagnant plus de 10 francs d'une façon courante.



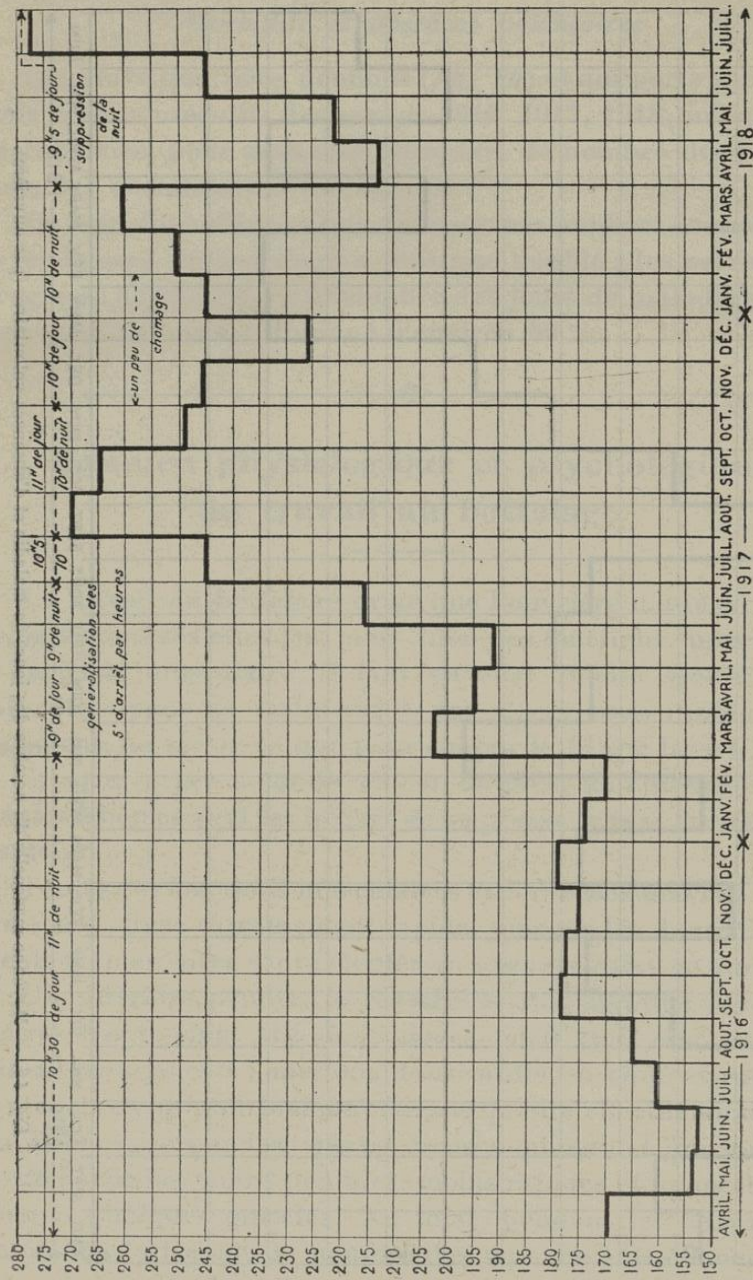


Fig. 15. — Variations du salaire mensuel d'une ouvrière pendant les années 1916, 1917, 1918.

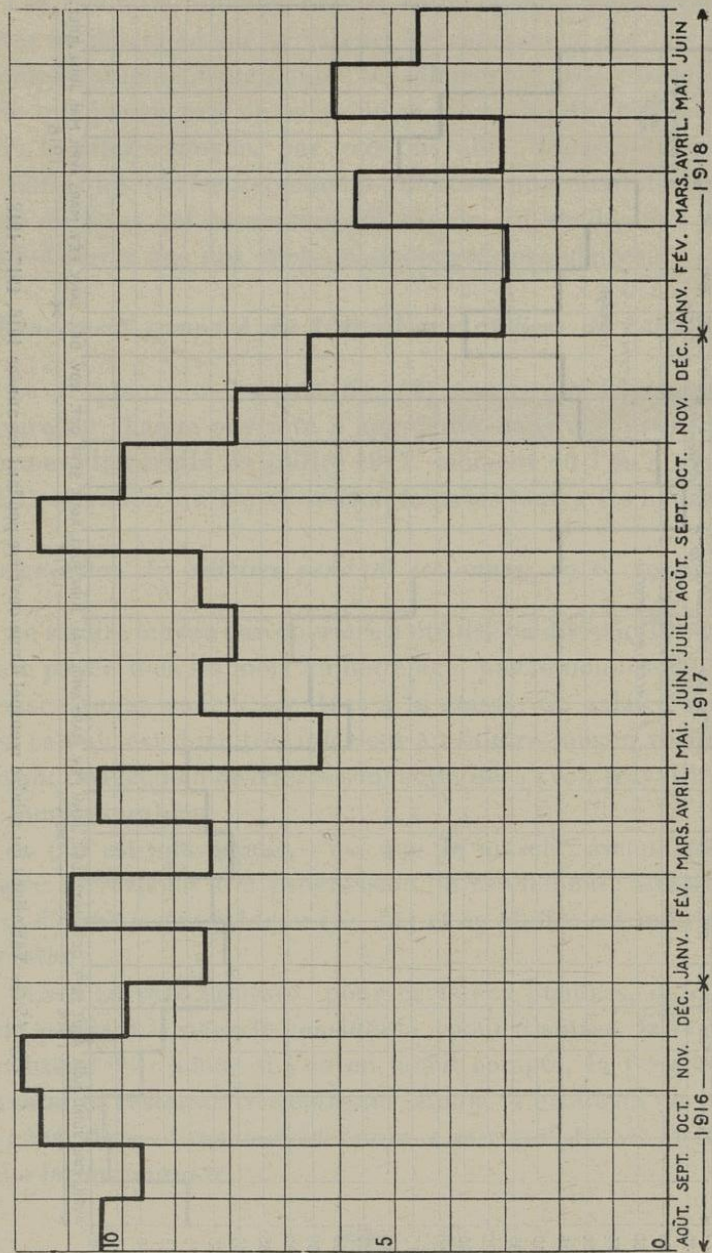


Fig. 16. — Moyenne mensuelle du nombre des jours de maladie et d'absences volontaires (par ouvrier).

Morbidité et absences volontaires

Le relevé que nous donnons (*fig. 16*) et qui porte sur vingt-trois mois consécutifs des années 1916, 1917, 1918, indique une décroissance, pour ainsi dire régulière, du nombre des jours de maladies et d'absences volontaires.

On peut donc affirmer que dans son ensemble et en moyenne, le rendement du bottelage a plus que doublé ; les salaires ont progressé de 62 à 80 %, le nombre des jours de maladie et d'absences volontaires a diminué d'environ 50 %.



Examen physiologique et psychologique du travail au bottelage

Le travail du bottelage exige que l'ouvrière mette en œuvre presque tous ses muscles, mais aussi des fonctions supérieures. A l'activité musculaire, il faut en effet qu'elle ajoute de la volonté — pour se maintenir à une allure aussi rapide — du jugement, ne serait-ce que pour couper le fil qui lie les bottes, la distance exigée étant de 10 cm. au plus, de l'attention pour manier à bon escient les leviers de sa presse sans se faire écraser les doigts.

Toutes ces fonctions musculaires et nerveuses doivent s'exercer à une allure extrêmement rapide, puisque les douze mouvements élémentaires sont exécutés en seize secondes en moyenne.

Une ouvrière, pendant le travail debout, d'une durée de quatre heures trente-cinq, fait donc *douze mille trois cent soixante-quinze mouvements* ; mettons douze mille en chiffres ronds ; il faut encore y ajouter les mouvements qu'elle effectue lorsqu'elle travaille assise pendant quatre heures quinze, et qui sont à la vérité beaucoup moins pénibles, moins rapides et ne mettent en jeu que quelques muscles. Au total, pendant les huit heures cinquante de travail, le nombre des mouvements élémentaires exécutés par une botteleuse peut se chiffrer à *dix-huit mille*.

Evaluation en kilogrammètres de l'énergie dépensée par une botteuseuse

Quelle est l'énergie dépensée par l'ouvrière pour accomplir ces 18.000 mouvements dans sa journée effective de travail ?

Une seule méthode permettrait de la fixer rigoureusement, c'est celle de la chambre calorimétrique utilisée par ATWATER et BENEDICT. Il est évident que rien n'empêche d'installer une presse et une table dans un local relativement petit et d'y faire travailler une botteuseuse.

A défaut d'une chambre calorimétrique, il ne semble pas que l'on puisse évaluer l'énergie dépensée par la méthode des échanges gazeux. Sans doute, il n'est pas difficile, en général, de mesurer la quantité d'oxygène cédée à l'organisme pendant le travail et d'exprimer la dépense en calories.

En prenant un rendement normal et en appliquant le principe de l'équivalence, on en déduit l'énergie consommée en kilogrammètres. Mais le travail de la botteuseuse se prête mal à cette expérimentation ; il serait impossible à l'ouvrière d'effectuer 12 mouvements en 16 secondes, le nez pincé, en l'obligeant à respirer à l'extrémité d'un tuyau qui l'embarrasserait singulièrement. Comme nous l'avons dit, les conditions mécaniques du travail seraient complètement modifiées et les résultats obtenus faussés.

Par contre, on peut essayer de mesurer successivement les efforts accomplis par l'ouvrière pour faire une botte ; chacun des 12 mouvements correspond à une dépense d'énergie dont on fera ensuite la somme.

Dans ce but, nous nous sommes servis d'un dynamomètre pneumatique composé d'une poire en caoutchouc P montée sur un manchon cylindrique C (*fig. 17*).

A la partie supérieure de la poire et à la partie inférieure du manchon sont disposés deux plateaux N et N'.

A l'aide de branchements en caoutchouc et du robinet R à

trois voies, la poire communique d'une part avec un manomètre métallique M et, d'autre part, avec une petite pompe à air A.

On commence par établir dans le système une certaine pression H indiquée par le manomètre et l'on met la pompe hors de circuit en fermant le robinet R.

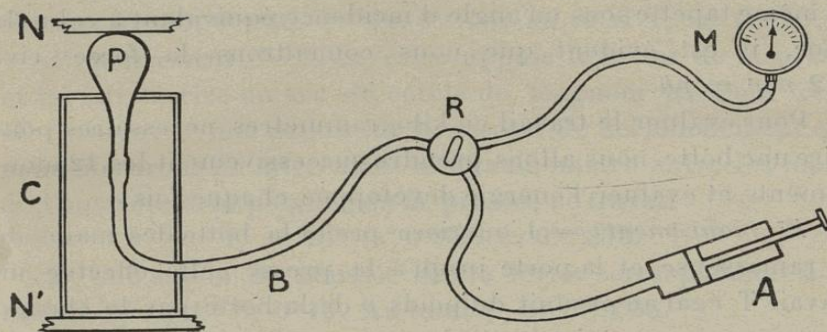


Fig. 17. — Dynamomètre pneumatique (schéma).

Si l'on appuie le plateau du manchon N' sur un plan résistant et si l'on effectue une certaine pression F sur le plateau N , le manomètre accusera une augmentation de pression h et l'on peut mesurer F en cherchant quel est le poids marqué qu'il faut placer sur le plateau N pour produire la même augmentation de pression h .

On commence par étalonner l'appareil pour une certaine pression initiale h' , puis on pose successivement sur le plateau N des poids marqués de plus en plus grands et l'on dresse un tableau donnant les poids correspondants aux différentes valeurs de h .

Nous avons ainsi un dynamomètre qui offre de grands avantages :

1° Une très grande sensibilité qui peut être augmentée à volonté ; un poids de 1 kilogramme, par exemple, donnera un déplacement de l'aiguille du manomètre d'autant plus grand que la pression initiale h sera plus petite ;

2° L'appareil peut fonctionner comme dynamomètre balistique et servir à mesurer le travail produit au moment d'un choc.

Supposons en effet qu'à l'aide d'un marteau ou d'une tapette de botteleuse, on détermine un choc sur le plateau N, l'aiguille du manomètre éprouvera une déviation α qui sera fonction de la quantité de mouvement mv de la tapette.

Si donc nous faisons tomber de la hauteur h sur le plateau N la même tapette sous un angle d'incidence équivalant à celui du choc, il est évident que nous connaissons la force vive $1/2 mv^2 = ph$.

Pour évaluer le travail en kilogrammètres nécessaires pour faire une botte, nous allons prendre successivement les 12 mouvements et évaluer l'énergie développée chaque fois.

1^{er} mouvement. — L'ouvrière prend la botte des mains de la ramasseuse et la porte jusqu'à la presse; elle effectue un travail T_1 égal au produit du poids p de la botte par le chemin parcouru. Le chemin l est obtenu en prenant la moyenne de plusieurs mesures de la trajectoire suivie par la main de l'ouvrière; nous avons $T_1' = 0^k 350 \times 0^m 92 = 0^{kgm} 322$.

Le premier mouvement est en réalité interrompu par un relai pendant lequel l'ouvrière égalise les deux extrémités de la botte, en les frappant successivement contre le rebord de la table. Nous lui faisons effectuer ces deux chocs sur le plateau N du dynamomètre dont l'autre plateau N' est appuyé sur le rebord de la table, elle produit sur le manomètre des déviations α et α_1 et nous cherchons à quelle hauteur h , h' nous devons faire tomber une botte grossièrement ficelée pour produire les mêmes oscillations. Le travail effectué par ces deux chocs est $T_1'' = 1^{kgm} 7$.

Au total $T_1 = T_1' + T_1'' = 2^{kgm} 022$.

2^e mouvement. — L'ouvrière introduit la botte et la fait glisser entre les deux mâchoires de la presse. Le chemin parcouru est égal à la largeur de la presse $d = 0^m 065$. La force exercée pour vaincre le frottement se mesure en faisant presser l'arrière sur un des plateaux du dynamomètre pendant que l'autre plateau pousse la botte; soit $p = 6^k 2$ cette force, le travail effectué pendant ce mouvement est :

$$T_2 = 6^k 2 \times 0^m 065 = 0^{kgm} 403.$$

3^e mouvement. — L'ouvrière égalise les deux extrémités de la botte en tapotant avec les paumes des mains. Les travaux effectués se mesurent en intercalant le dynamomètre entre la botte et la main de l'ouvrière. Soient $\alpha_1, \alpha, \alpha_2, \alpha_3$ les déviations de l'aiguille du manomètre; ces déviations correspondent à des travaux $0^{\text{kgm}}25, 0^{\text{kgm}}36, 0^{\text{kgm}}40, 0^{\text{kgm}}54$, au total $T_3 = 1^{\text{kgm}}55$.

4^e mouvement. — L'ouvrière appuie le levier de la presse et lui fait décrire un arc de cercle de longueur d . Pour cela, elle exerce : 1^o une action sur le ressort de déclenchement que nous mesurons en intercalant le dynamomètre entre les mains de l'ouvrière et la poignée de la presse; ce travail

$$T_4' = 15^{\text{kg}} \times 0^{\text{m}}025 = 0^{\text{kgm}}375.$$

2^o Une action de poussée sur le levier correspondant à un travail $T_4'' = 1^{\text{kg}} \times 0^{\text{m}}16$. Au total $T_4 = 0^{\text{kgm}}535$.

5^e mouvement. — *Ligature avant et arrière.* — Pendant la ligature, l'ouvrière exerce sur le fil une force de traction sensiblement constante que l'on peut évaluer en faisant opérer cette même ligature à l'aide d'un fil au milieu duquel nous intercalons une longueur de 5 centimètres de tube de caoutchouc. Au moment de la ligature, ce caoutchouc s'allonge d'une longueur l .

Nous cherchons ensuite quel est le poids marqué p capable d'effectuer ce même allongement sur le fil. Si d est la longueur du fil enroulé sur la botte, le travail effectué est $p \times d$.

Pour la ligature arrière, il sera $p_1 \times d_1$ et le travail total pendant la ligature s'évalue par la formule

$$T_5 = 4 \times 0^{\text{kg}}930 \times 0,05 = 0^{\text{kgm}}186.$$

6^e mouvement. — *Section du fil.* — Cet effort est mesuré au dynamomètre balistique, il est faible et égal à

$$T_6 = 2 \times 0^{\text{kg}}05 = 0^{\text{kgm}}10.$$

7^e mouvement. — L'ouvrière appuie sur le levier pour desserrer la presse et produit un travail $T_7 = 4^{\text{kg}} \times 0^{\text{m}}16 = 0^{\text{kgm}}64$.

8^e mouvement. — L'ouvrière donne trois coups de tapette sur l'une des faces de la botte pour la décoller de la presse. Elle fait ainsi un travail que nous mesurons en donnant trois

coups de tapette sur le plateau N du dynamomètre dont l'autre plateau N' appuie sur la botte; l'aiguille du manomètre éprouve des déviations correspondantes.

Nous recherchons ensuite de quelle hauteur il faut laisser tomber la même tapette en chute libre, sous la même incidence, pour produire des déviations identiques. Si p est le poids de la tapette et h la hauteur de chute, le travail effectué par les coups de tapette sera

$$ph + p_1h_1 + p_2h_2$$

Cette évaluation de travail est faite en prenant la moyenne des chiffres obtenus dans plusieurs épreuves. Nous avons trouvé $T_8 = 9^{\text{kgm}}6$.

9° mouvement. — L'ouvrière frappe encore trois coups droits pour faire sortir la botte des mâchoires de la presse et la recueillir dans la main. Pour mesurer la force de traction qu'elle exerce, nous lui faisons accomplir le même travail en tirant sur une sangle qui passe autour du plateau N du dynamomètre pendant que l'autre plateau N' appuie sur la botte et la chasse hors des mâchoires.

Soit p la valeur donnée par le dynamomètre et d le chemin parcouru par la botte, le travail produit par l'ouvrière sera $p \times d$. La moyenne de nos essais nous a donné $T_9 = 6^{\text{kgm}}3$.

10° mouvement. — L'ouvrière transporte la botte et la place debout sur la table en parcourant le chemin l . Le travail sera

$$T_{10} = 0^{\text{k}}350 \times 0^{\text{m}}31 = 0^{\text{kgm}}108$$

11° mouvement. — L'ouvrière donne sur chaque face un coup de tapette et produit un travail que nous évaluons comme précédemment au dynamomètre balistique

$$T_{11} = 2 \times 3^{\text{kg}}5 = 7^{\text{kgm}}$$

12° mouvement. — Enfin, l'ouvrière jette la botte dans le sac; elle effectue avant le lancement de la botte un transport facile à évaluer et d'autre part, par tâtonnement, on arrive à recevoir cette même botte perpendiculairement au plateau N du dynamomètre et à lire la déviation correspondante de l'aiguille du manomètre.

Cela fait, il suffit de chercher de quelle hauteur h on

doit laisser tomber la botte en chute libre sous la même incidence pour produire la même déviation. T_{13}' (travail de transport) est égal à $0^k350 \times 0^m30 = 0^{kgm}105$ et $T_{13}'' = 5^{kgm}$.

$$T_{12} = T_{12}' + T_{12}'' = 0,105 + 5 = 5^{kgm}105$$

Maintenant, si nous faisons le total des travaux ainsi calculés pour la confection d'une botte, nous trouvons :

$$T = T_1 + T_2 + \dots + T_{11} + T_{12}$$
$$T = 33^{kgm}549$$

et comme les deux ouvrières font en moyenne 1.800 bottes par jour, le travail total en une journée, pour une botteleuse travaillant debout, sera de

$$\frac{1800 \times 33^{kgm},549}{2} = \frac{60388}{2} = 30194^{kgm}$$

Pour être tout à fait exact il faut ajouter à ces 30.194 kilogrammètres le nombre de kilogrammètres effectués par la botteleuse travaillant assise, mais qui, en vérité, est insignifiant.

En chiffres ronds nous pouvons dire qu'une botteleuse dans sa journée de travail effectue 35.000 kilogrammètres qui correspondent à 82 calories.

Ce travail, mécaniquement parlant, est donc faible, mais comme d'après l'expérience il est encore assez pénible, ces calculs, déduits d'une expérimentation longue, prouvent une fois de plus que l'évaluation d'un travail en kilogrammètres ne permet pas de déterminer la fatigue professionnelle.



Ration alimentaire des ouvrières

Il était intéressant, après avoir évalué la dépense énergétique des ouvrières travaillant au bottelage, de rechercher la valeur de leur ration alimentaire habituelle.

L'enquête que nous avons à mener dans ce but a été grandement facilitée par le fait que de nombreuses ouvrières étaient logées et nourries par les soins de la direction de l'établissement.

Nous avons donc enregistré, pendant une semaine, la nature

et la quantité des aliments consommés par les ouvrières au cours des trois repas de la journée.

En prenant la moyenne, nous avons trouvé que la ration alimentaire d'une ouvrière s'élevait à :

Hydrates de carbone . . .	366 ^{gr} × 4 ^{cal} ,1 =	1.500 ^{cal} ,6
Graisses	78 ^{gr} × 9 ^{cal} ,1 =	709 ^{cal} ,1
Albuminoïdes.	132 ^{gr} × 4 ^{cal} ,1 =	541 ^{cal} ,2
Total		2.751 ^{cal} ,6

A ces 2.751^{cal},6 il convient d'ajouter environ 250 calories provenant de l'absorption d'une certaine quantité d'alcool sous forme de vin.

La ration alimentaire moyenne fournit donc, par jour, un total de 3.002 calories.

Si l'on admet que la dépense statique, par vingt-quatre heures, d'une ouvrière d'un poids de 60 kilogs est de 2.000 calories, nous voyons que l'alimentation couvre largement les frais de la dépense énergétique occasionnée par le travail musculaire proprement dit.



Recherche des signes de fatigue chez les botteleuses

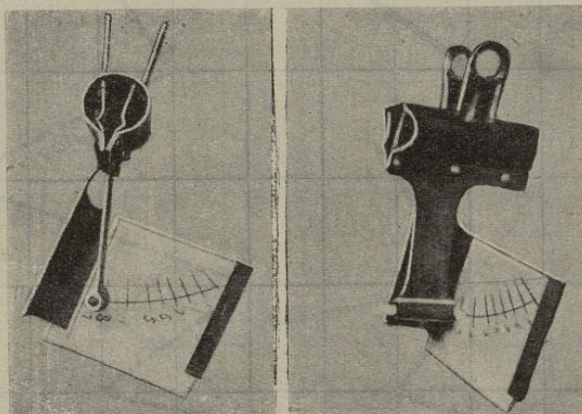
1^o Action de la fatigue sur la puissance musculaire

Nous allons maintenant rechercher successivement les signes de fatigue chez les botteleuses.

La fatigue, nous l'avons montré, intervient directement sur la puissance musculaire qui diminue après le travail.

Pour l'évaluer, on se sert ordinairement d'appareils désignés sous le nom d'ergomètres. A défaut d'un de ces instruments, nous avons fabriqué un petit dynamomètre avec un ressort cylindrique en acier, analogue à ceux que l'on trouve

dans les pinces des dessinateurs; ce ressort est fendu suivant une génératrice, ce qui lui permet de s'écarter quand on appuie sur les deux lames métalliques rigides qui le traversent.



Dynamomètre utilisé pour la mesure de la puissance musculaire des doigts.

Sur une de ces lames et à son extrémité est soudé un plateau très léger perpendiculaire à l'axe du ressort sur lequel peut glisser une bande de papier fort; sur l'autre lame est monté un crayon qui appuie constamment sur le papier grâce à un ressort à boudin. Les deux lames portent à leur extrémité deux trous à bords striés qui permettent à l'ouvrière d'y poser commodément l'extrémité des doigts.

L'ouvrière doit en effet tenir l'appareil entre la phalange du pouce et celle d'un autre doigt de la main, et presser; de la sorte, elle n'a aucun appui et ne peut faire intervenir d'autres muscles.

Nous évitons ainsi un des grands reproches que l'on fait aux ergomètres habituels. Autre précaution : nous avons toujours recommandé aux ouvrières de cesser de presser les lames du ressort à la moindre douleur ressentie et, en outre, de prendre les lames du ressort avec la pulpe des extrémités digitales qui appuient sur les bords striés.

L'appareil est gradué en kilogrammètres. Pour cela, une des extrémités est prise dans un étau; un fil fixé à l'autre

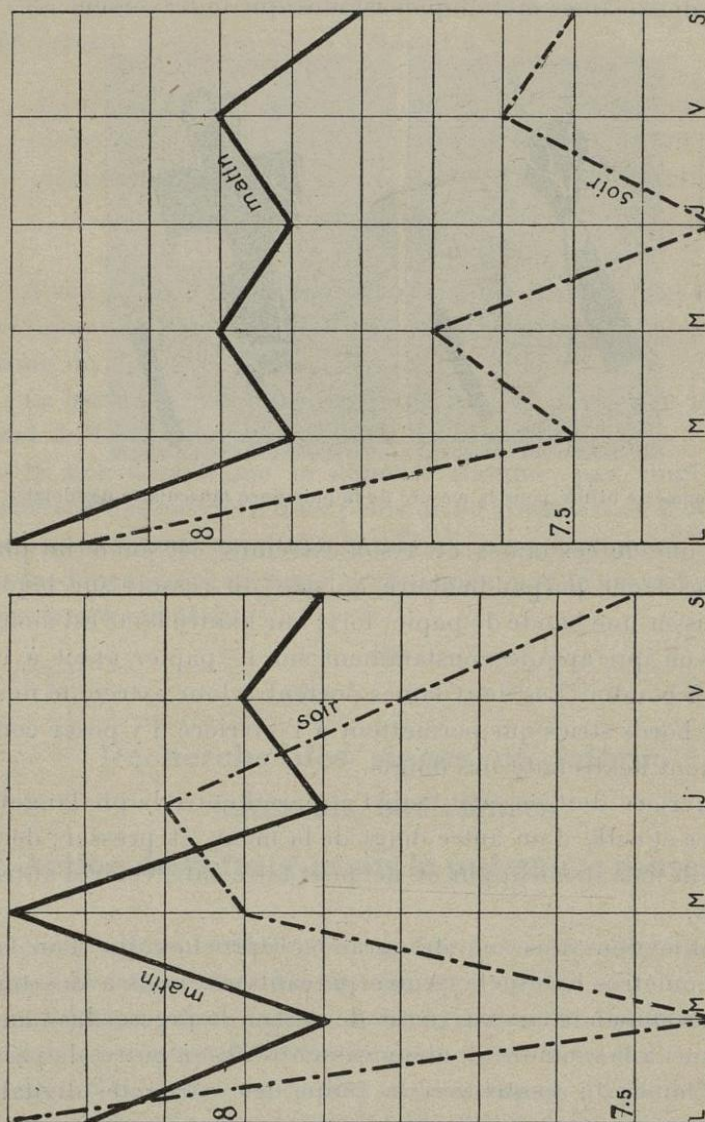


Fig. 18 et 19. — Variations de la puissance musculaire au cours de la semaine.

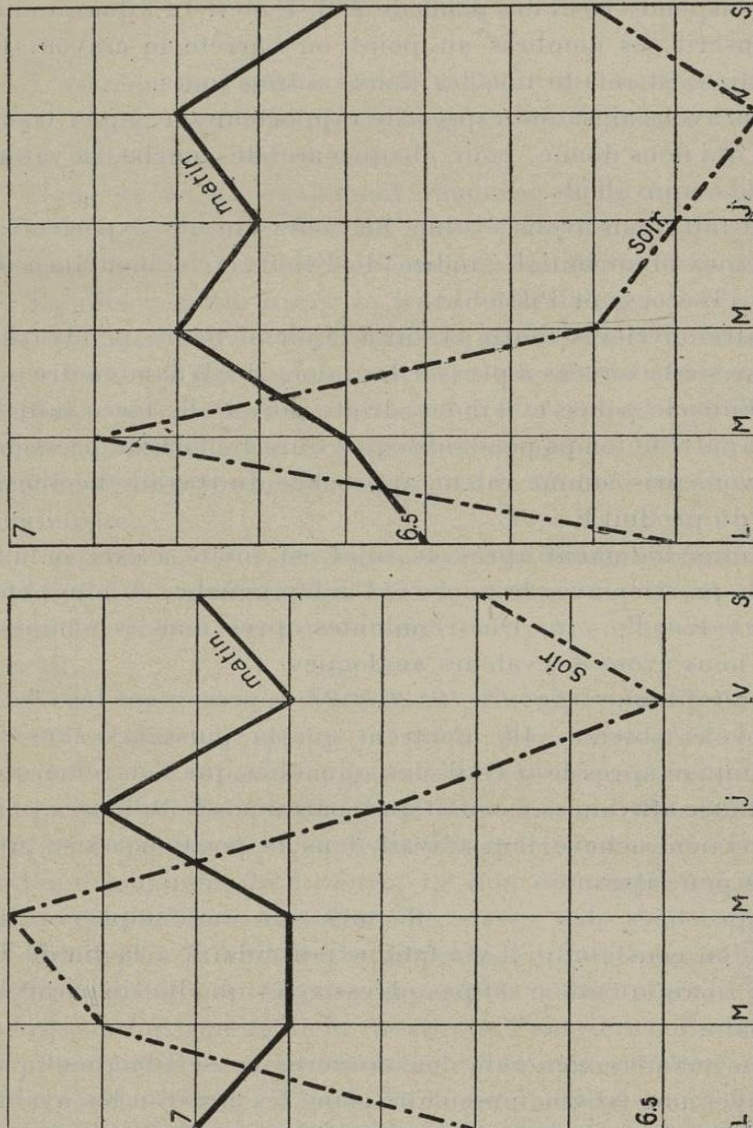


Fig. 20 et 21. — Variations de la puissance musculaire au cours de la semaine.

extrémité passe par l'ouverture pratiquée dans l'autre lame et, sans toucher ses bords, vient glisser sur une poulie de renvoi.

On suspend à ce fil des poids de 2, 3, 4, etc., 12 kilogrammes et on inscrit ces nombres au point où s'arrête le crayon. La graduation est refaite tous les deux ou trois jours.

Nous avons ainsi une espèce de rapporteur sur papier transparent qui nous donne, pour chaque arc de courbe, la valeur des poids équivalents.

Ceci fait, nous avons évalué, au cours de nos expériences, l'effort maximum initial « indice de l'énergie momentanée du sujet » (TOULOUSE et PIERON).

Quatre ouvrières, matin et soir à la même heure, pendant six jours, se sont exercées à presser les lames du dynamomètre :

1° Entre le pouce et l'index droit; soit F la force initiale maxima, et t le temps pendant lequel dure l'effort de pression. Nous avons pris comme valeur approchée du travail effectué la moitié du produit $F \times t$.

2° Immédiatement après, le sujet est invité à exercer une nouvelle pression avec le pouce et l'index gauche, et nous obtenons la valeur $F_1 \times t_1$. Quatre minutes après nous recommençons et nous avons des valeurs analogues.

Les graphiques (*fig. 18, 19, 20 et 21*) représentent les résultats moyens obtenus. Ils montrent que la puissance musculaire diminue après le travail; les anomalies que l'on remarque doivent être attribuées à ce fait que, parmi nos botteleuses, certaines avaient achevé leur travail dans la position assise, qui est très peu fatigante.

Rapprochées des essais effectués sur une employée de bureau, on constate qu'il y a fatigue musculaire à la fin de la journée, mais qu'elle n'est pas excessive et qu'elle disparaît le lendemain.

D'une manière générale, les ouvrières ne se plaignent pas d'éprouver une fatigue musculaire dans les bras ou les avant-bras. Cependant, lorsqu'elles travaillent avec acharnement, comme cela leur arrive parfois, elles éprouvent, à la fin de leur travail, une légère douleur entre les deux omoplates.

2^e Fatigue et acuités sensorielles

L'examen de l'acuité tactile à l'aide du compas esthésiomètre à pointe métallique ne nous a donné aucune indication sur la fatigue des botteleuses.

Nous avons dû également renoncer à la recherche des variations de l'acuité visuelle après quelques essais, au cours desquels nous avons toutefois constaté des diminutions sensibles de l'acuité visuelle après le travail ; l'éclairage électrique, le seul qui puisse être utilisé dans une poudrerie, à l'exclusion de toute flamme à feu nu, ne nous a pas permis de maintenir tous les jours une intensité constante. Nos résultats pouvant être sujets à caution, nous les passons sous silence, bien qu'ils fussent en étroite concordance avec ceux trouvés récemment en Angleterre.

Par contre, nous avons mesuré systématiquement l'acuité auditive des ouvrières, les unes le matin, cinq et dix minutes avant le travail, les autres vingt et trente minutes après le travail.

Nous avons dans ce but mis au point un appareil d'une simplicité extrême. Un piston est muni d'une tige graduée, et sa face intérieure est évidée, de manière à pouvoir y accrocher une petite montre. Le piston glisse dans une cuvette demi-cylindrique, d'un diamètre légèrement supérieur à celui du piston, et d'une longueur de 1 mètre. Le tout est supporté par deux pieds convenablement isolés.

Comme on le voit, cette disposition offre de grands avantages, le piston est toujours disposé à la même place, à 2 centimètres de l'extrémité de la cuvette, et l'ouvrière colle constamment son oreille gauche exactement à la même distance. Quant à l'expérimentateur, il lui suffit de reculer doucement le piston en prenant la tige par le bouton qui la termine. Lorsque l'ouvrière ne perçoit plus le tic-tac de la montre, on note sur la tige la distance parcourue par le piston. On pourrait encore éloigner

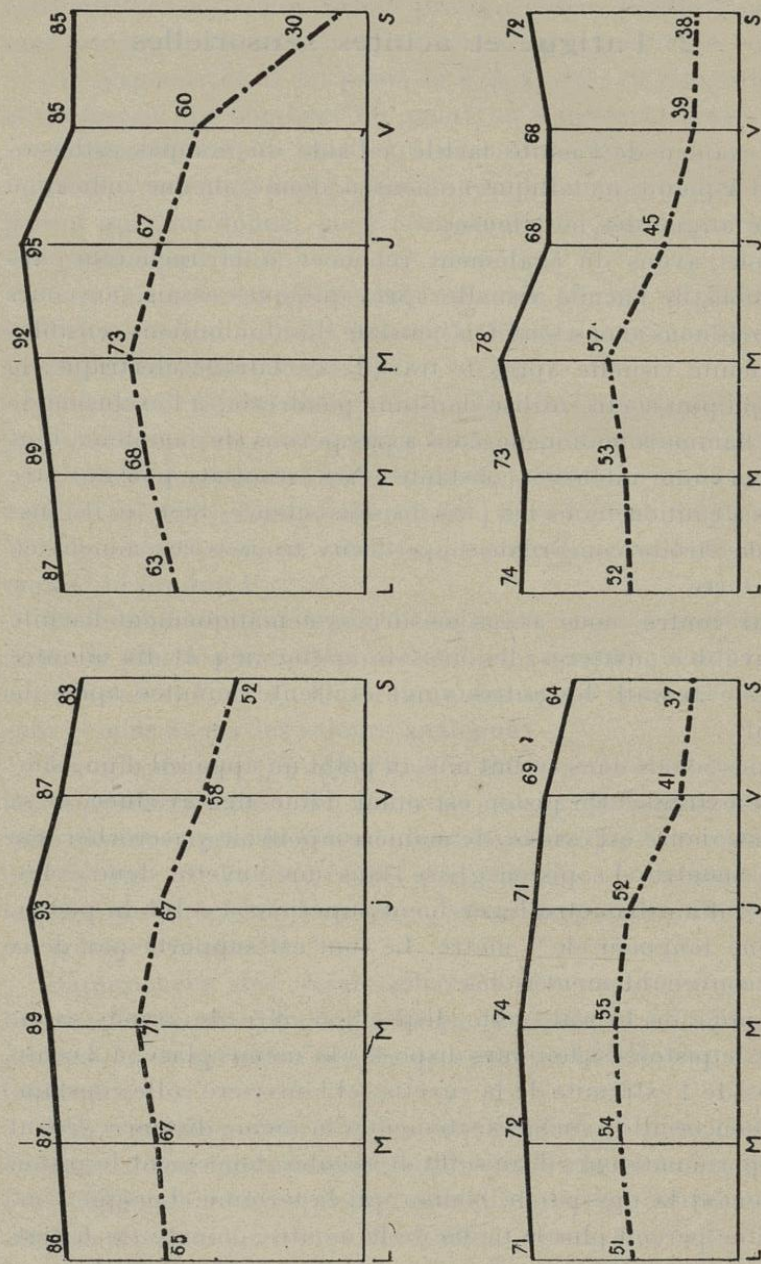


Fig. 22, 23, 24, 25. — Variations de l'acuité auditive au cours de la semaine. Le graphique supérieur est relatif à l'ouvrière dont l'acuité auditive a été mesurée le matin cinq minutes avant le travail et le soir dix minutes après le travail.

le piston à une distance telle, que l'ouvrière n'entende pas le tic-tac de la montre et rapprocher ensuite progressivement le piston ; par cette seconde manière d'opérer, on obtient des chiffres un peu plus faibles. Nous avons adopté la première qui nous a paru, après de multiples essais, la plus précise. Nos expériences ont pu être effectuées ainsi dans les meilleures conditions, elles ont porté sur soixante-douze journées de travail (six ouvrières pendant douze jours) et les résultats sont extrêmement significatifs.

La diminution de l'acuité auditive est *toujours* très marquée par le travail ; avec notre appareil, nous avons obtenu des écarts entre le matin et le soir de 34 et même de 55 centimètres, alors que, pour un sujet témoin ne travaillant pas, l'écart entre le matin et le soir n'était que de 1 à 3 centimètres. Nous reproduisons les graphiques obtenus sur deux ouvrières (*fig. 22, 23, 24, 25*). L'acuité auditive était mesurée pour l'une, le matin cinq minutes avant le travail, le soir dix minutes après le travail — pour l'autre, le matin vingt minutes avant le travail et le soir trente minutes après le travail.

Remarque intéressante : si on relève par un tracé les points obtenus le matin et le soir, on constate que les courbes ont presque l'allure de celles que l'on obtient en examinant la production normale d'un établissement. L'acuité diminue très sensiblement du matin au soir, mais elle progresse au cours des premiers jours de la semaine pour s'abaisser fortement vers la fin. Le phénomène de l'escalier se retrouve ici pour la semaine et dénote une certaine accumulation de fatigue. Mais en reprenant le graphique pour la semaine suivante, on constate que l'acuité auditive après le repos du dimanche n'est pas très sensiblement modifiée, et l'on retrouve, à 4 centimètres près, les mêmes chiffres pour la même ouvrière.



3° Fatigue du système nerveux

Mesure des temps de réaction

La fatigue du système nerveux se révèle sous différentes formes. La fatigue peut notamment entraîner des troubles des sens ; le sujet réagit moins vite, et entre le moment où il perçoit une sensation et celui où il exécute un mouvement, il y a des différences sensibles dans ce que l'on appelle les temps de réaction. Ces temps de réaction se mesurent d'ordinaire avec le chronographe de d'Arsonval qui est commode et pratique. N'ayant pu nous en procurer un, force nous a été de le remplacer par un appareil simple, robuste, que nous avons monté sur place et qui fournit des résultats précis, faciles à lire.

Son principe est basé sur les lois de la chute des corps ; sa sensibilité peut être augmentée à volonté. Il se compose essentiellement d'une planchette en bois dur B de 0^m60 de hauteur sur 0^m08 de largeur, pouvant glisser le long de deux fils d'acier tendus verticalement. A cet effet, deux fers plats M, M' sont vissés sur les faces supérieure et inférieure de la planchette et portent à leur extrémité deux trous par où passent les fils d'acier F, F'. En avant de la planchette se trouve une table sur laquelle est posé un signal D de Marcel Desprez, ainsi qu'une clef de Morse, intercalée dans le circuit de deux piles. Le signal peut, entre deux glissières fixées sur la table, recevoir un mouvement de translation parallèle au plan vertical de la planchette. Le style S du signal est lui-même horizontal, et son extrémité est coudée à angle droit, de façon à pouvoir appuyer perpendiculairement sur la planchette et laisser sa trace sur une feuille de papier collée sur la planchette ; il est muni d'un léger tampon d'ouate imbibé d'encre. L'appareil est représenté par la figure 26.

Au moment des expériences, l'ouvrière tourne le dos à l'appareil et son index droit appuie sur la clef de Morse ; dans cette

position, le style se trouve à environ 2 millimètres de distance de la feuille enregistreuse, et la sonnerie est à l'arrêt. Lorsque la planchette est en haut de sa course, son extrémité inférieure dépasse sensiblement le niveau de la table et le fer plat supérieur butte contre un ressort, de manière à couper le courant du circuit où est intercalée une sonnerie.

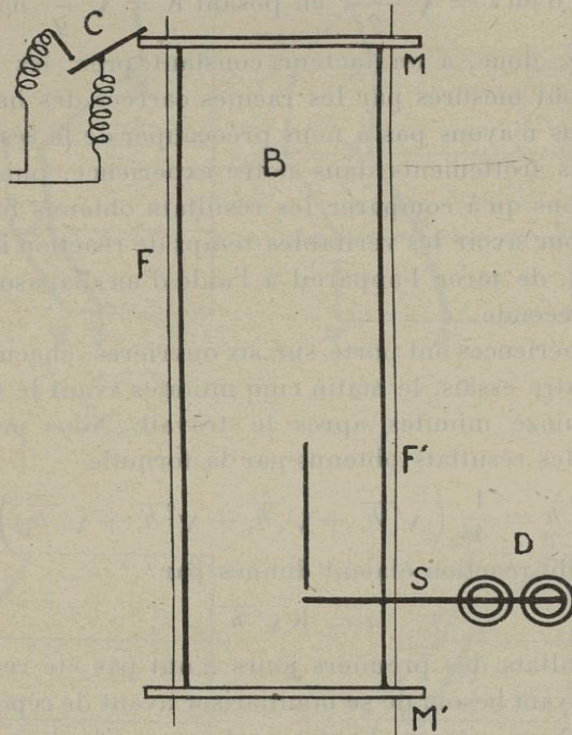


Fig. 26. — Appareil pour la mesure des temps de réaction (schéma).

Cela étant, abandonnons la planchette, le ressort se détend, le contact est rétabli instantanément en C et met en mouvement la sonnerie ; dès que l'ouvrière perçoit un son, elle doit relever le doigt qui appuie sur la clef de Morse ; le style vient alors frapper la planchette pendant sa chute verticale et trace une ligne droite ab . Si o est le point marqué sur le papier par le style avant la chute de la planchette, on voit que la hauteur : $h = oa$ représentera la distance qu'elle aura parcourue pendant

le temps mis par l'ouvrière pour réagir par un mouvement après avoir perçu le son : c'est le temps de réaction.

Si nous supposons que la planchette tombe en chute libre, abstraction faite de la résistance de l'air et des frottements sur les fils d'acier, chacun de ces points parcourt une longueur

$$h = \frac{g t^2}{2} \text{ d'où } t = \sqrt{\frac{2h}{g}}; \text{ en posant } K = \sqrt{\frac{2}{g}} \text{ nous aurons}$$

$t = K \sqrt{h}$, donc, à un facteur constant près, les temps de réaction sont mesurés par les racines carrées des hauteurs de chute. Nous n'avons pas à nous préoccuper de la résistance de l'air et des frottements dans notre expérience, puisque nous ne cherchons qu'à comparer les résultats obtenus le matin et le soir; pour avoir les véritables temps de réaction il suffirait, au surplus, de tarer l'appareil à l'aide d'un diapason au centième de seconde.

Nos expériences ont porté sur six ouvrières, chacune d'elles faisant quatre essais, le matin cinq minutes avant le travail, et le soir quinze minutes après le travail. Nous prenons la moyenne des résultats obtenus par la formule

$$\sqrt{h} = \frac{1}{4} \left(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2} + \sqrt{h_3} + \sqrt{h_4} \right)$$

les temps de réaction étaient donnés par

$$t = K \sqrt{h}$$

Les résultats des premiers jours n'ont pas été retenus, les ouvrières ayant besoin de se familiariser avant de répondre sincèrement. Nous-mêmes, d'autre part, avons été dans la nécessité de modifier quelques points de détail; c'est ainsi qu'après avoir tout d'abord utilisé l'excitation lumineuse, nous avons préféré ensuite l'excitation auditive.

Les graphiques ci-contre (*fig. 27, 28, 29, 30*) donnent la moyenne des chiffres obtenus pendant douze jours d'expérience, ce qui représente soixante-douze journées de travail.

Nous en déduisons :

1° Que les racines carrées des hauteurs de chute sont comprises entre 2 cm. 7 et 6 cm. 4, ce qui, d'après la formule

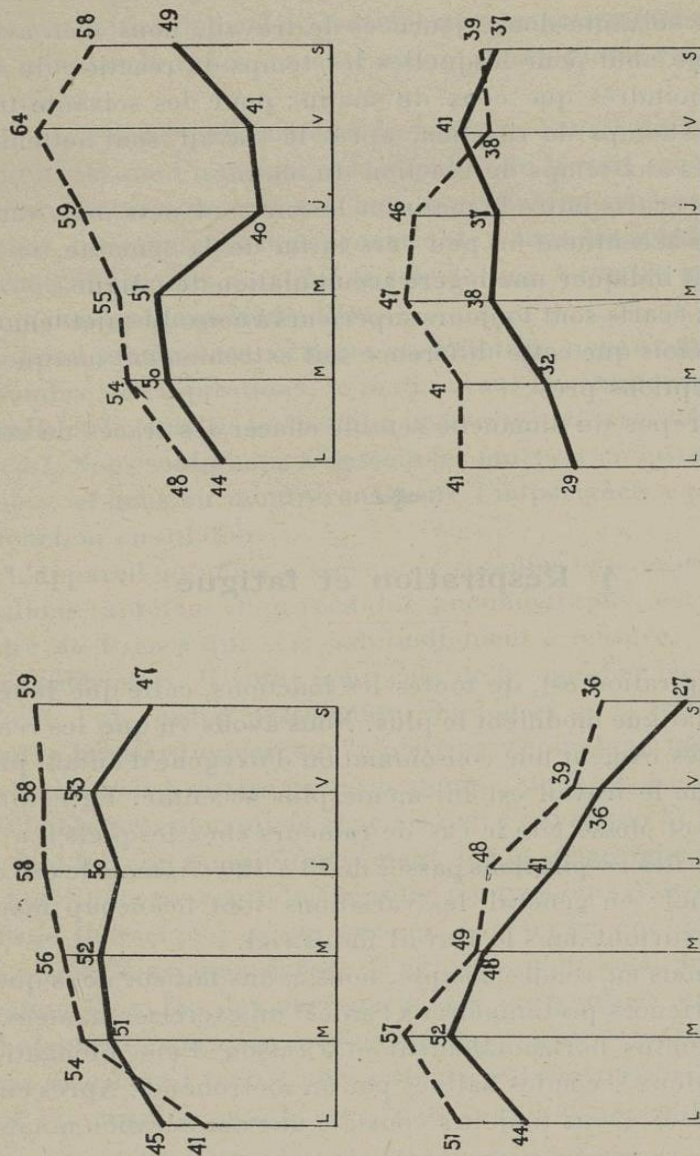


Fig. 27, 28, 29, 30. — Variations des temps de réaction au cours de la semaine (les temps de réaction du matin sont figurés en traits pleins).

$t = k \sqrt{h}$ donne des temps de réaction variant entre douze et vingt-huit centièmes de seconde ;

2° Sur soixante-douze journées de travail, nous n'en avons trouvé que neuf pour lesquelles les temps de réaction du soir étaient moindres que ceux du matin ; pour les soixante-trois autres, les temps de réaction, après le travail, sont nettement supérieurs aux temps de réaction du matin ;

3° Les écarts entre le matin et le soir sont nets mais variables ; ils s'accroissent un peu vers la fin de la semaine, ce qui semblerait indiquer une légère accumulation de fatigue ;

4° Ces écarts sont toujours supérieurs à ceux du sujet témoin, sans toutefois que cette différence soit extrêmement marquée à deux exceptions près ;

5° Le repos du dimanche semble effacer les traces de cette fatigue.



4° Respiration et fatigue

La respiration est, de toutes les fonctions, celle que le travail et la fatigue modifient le plus. Nous avons vu que les réactions vitales exigent une consommation d'oxygène d'autant plus intense que le travail est lui-même plus accentué. Le rythme s'accroît et Mosso cite le cas de rameurs chez lesquels il a vu le nombre des respirations passer de 43 à 120 (?), mais le cas est exceptionnel ; en général, les variations sont beaucoup moins étendues, surtout dans le travail industriel.

Pour nous en rendre compte, nous avons fait sur nous quelques expériences préliminaires à l'aide d'un exerciser manœuvré les bras tendus horizontalement et à raison d'une élancement toutes les deux secondes battues par un métronome. Après cinq minutes, nous avons toujours constaté une accélération notable du rythme respiratoire qui passe de seize à vingt-huit respirations à la minute ; le lendemain, à la même heure, on constate chez le même sujet, après dix minutes de travail effectué à une

cadence semblable, trente-cinq respirations à la minute. Immédiatement après le travail, le rythme respiratoire tend à revenir à son état initial, mais il ne l'atteint que progressivement ; après huit minutes de repos, on note encore vingt-quatre respirations à la minute.

Il n'est donc pas douteux (comme on l'avait déjà constaté avant nous) que l'intensité et la rapidité du travail accélèrent le rythme respiratoire ; il est bon d'ajouter que même à l'état normal, le rythme n'est pas invariable à tous les instants de la journée, il est plus accentué le soir de une à quatre unités, du moins pendant la période d'été.

Chez les ouvrières occupées au bottelage, nous avons compté le nombre de respirations, le matin avant le commencement du travail et le soir à *un instant exactement déterminé après le travail*. Nous soulignons à dessein les mots « à un instant déterminé », et nous en montrerons toute l'importance à propos de la fonction circulatoire.

L'appareil qui nous a servi pour compter le nombre des respirations, à défaut d'un véritable pneumographe, est l'oscillomètre de PACHON qui sert habituellement à mesurer les pressions artérielles. Il suffit pour cela de le modifier légèrement ; à l'aide d'un cordon passé autour du cou et de la taille on suspend le brassard ouvert sur la poitrine, caoutchouc en dessous ; on donne trois à quatre coups de pompe, de façon à exercer une très faible pression qui ne gêne en rien l'ouvrière (1).

Ceci fait, on appuie doucement sur le séparateur, l'aiguille de l'oscillomètre reproduit tous les mouvements d'expansion de la cage thoracique, ce qui permet, non seulement de compter les respirations, mais encore de dépister, pour ainsi dire, la respiration saccadée des nerveux et des tuberculeux unilatéraux débutants, l'expiration prolongée des emphysémateux, etc... Nous avons ainsi réalisé une sorte de pneumographe de MAREY, sauf l'inscription graphique. Nous comptons au chronomètre

1. Toute gêne, même légère, peut modifier le rythme respiratoire ; l'ouvrière ne doit pas regarder l'oscillomètre et il convient de la distraire en la priant de feuilletter un livre quelconque.

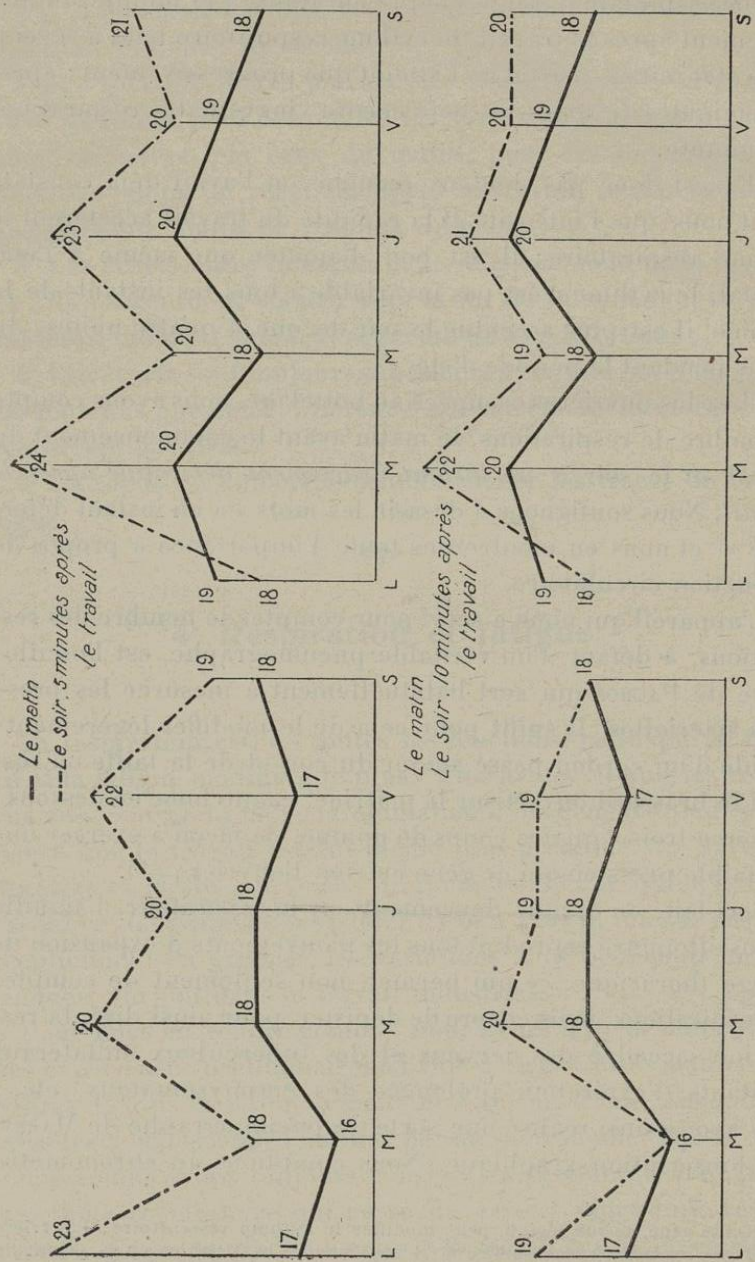


Fig. 31, 32, 33, 34. — Variations du nombre des respirations au cours de la semaine.

le temps mis par l'ouvrière pour effectuer vingt respirations, ce qui par la formule

$$R = \frac{20 \times 60}{t}$$

nous donnait le nombre de respirations par minute.

De l'examen des graphiques (*fig. 31, 32, 33, 34*), il résulte que les écarts les plus grands sont de 6 unités, cinq minutes après la cessation du travail, et de 2 unités, dix minutes après la cessation du travail. Des expériences faites ultérieurement nous ont montré que vingt minutes après la fin du travail, le rythme redevenait à peu près normal.

Nous pouvons en déduire que la fonction respiratoire n'est pas éprouvée d'une façon anormale par le travail du bottelage ; les variations que l'on remarque sur les graphiques proviennent de ce fait que, parmi nos ouvrières, les unes venaient d'achever leur travail debout, les autres assises. Ces dernières en quelque sorte étaient entrées, tout au moins d'une façon relative, dans la période de véritable repos. Ajoutons, pour être complet, qu'il eût été intéressant et instructif de rechercher, par la méthode des échanges gazeux, la quantité d'oxygène retenue par l'organisme, l'ouvrière étant en repos, et cela de demi-heure en demi-heure. Malheureusement, nous ne disposions pas des appareils nécessaires et il eût été difficile aussi de demander aux ouvrières de prolonger leur séjour à l'atelier pendant plusieurs heures après leur travail ; les expériences d'Atwater ont montré, en tout cas, que le retour à l'état initial s'effectuait très lentement.



5° Influence du travail sur le système circulatoire

Nos recherches ont porté sur l'examen systématique de la pression du sang et du nombre des pulsations. Pendant les premières semaines nous avons suivi les méthodes des expérimen-

tateurs qui nous ont précédés et notamment d'Imbert, Lahy, et en Angleterre Stanley Kent, c'est-à-dire que nous avons mesuré *avant* le travail et *après* le travail la pression artérielle des ouvrières et déterminé leur nombre de pulsations. Notre mode opératoire a été cependant plus complet, puisque chaque fois nous avons pris, non seulement la pression maxima (pression systolique), mais aussi la pression minima (pression diastolique).

Technique suivie dans nos mesures

Il peut paraître superflu d'insister sur la manière de prendre une pression artérielle : cliniquement, en effet, c'est une chose courante. Il nous faut toutefois remarquer que les procédés les plus en faveur n'offrent pas toujours un degré de sensibilité suffisant. C'est ainsi que, soit avec le tonomètre de Gärtner, soit avec l'oscillomètre de Pachon, dont on se sert couramment, il est difficile, même avec une grande habitude, de mesurer exactement la pression systolique, la seule relevée d'ordinaire par les savants dans l'étude de la fatigue. Il y a toujours un degré d'incertitude qui tient à ce que la détermination de cette pression est basée sur la lecture d'un phénomène fugitif : l'expérimentateur peut ne pas l'apprécier de la même façon à deux reprises différentes, et comme dans l'étude de la fatigue les différences portent sur 1 ou 2 centimètres de pression, quelquefois moins, ces méthodes ne nous ont pas paru assez rigoureuses, bien qu'elles aient été seules utilisées avant nous.

Nous avons successivement mis à l'épreuve pour la recherche de la pression systolique l'anneau de Gärtner et le procédé de Lian. Après quelques jours d'expériences nous avons abandonné le premier, parce que la lecture de la pression au moment où se produit la coloration de l'ongle comporte trop d'imprécision dès qu'il s'agit de mesures devant faire l'objet de comparaisons suivies. Quant au procédé du double brassard décrit par Lian, il est, au dire des ouvrières, quelque peu douloureux, et pour ce motif nous avons dû y renoncer.

Cet inconvénient paraît d'ailleurs être supprimé par le

dispositif suivant que nous avons expérimenté en utilisant deux oscillomètres de Pachon, dont l'un avait été mis à notre disposition par le service médical de l'établissement. Le brassard de l'un des Pachon est placé sur le poignet et sert simplement d'appareil palpateur, l'autre sur l'humérale. On mesure la pression diastolique par le Pachon huméral seul que l'on vide immédiatement après. Nous produisons ensuite dans le brassard radial une pression égale à la minima (Mn), ce qui permet à l'aiguille de l'oscillomètre de se mouvoir dans la zone des grandes oscillations. Tout en appuyant sur le séparateur, comprimons maintenant l'humérale à 20-25 centimètres, l'aiguille de l'oscillomètre radial est immobilisée. Il nous suffit alors de décompresser lentement, sans quitter des yeux l'aiguille de l'oscillomètre radial; dès que l'humérale est rendue perméable, une oscillation se produit, d'autant plus facile à saisir qu'elle se manifeste dans la zone des grandes oscillations; à ce moment, la pression lue au manomètre donne la maxima (Mx).

Méthode palpatoire radiale de Riva-Rocci

Le brassard de Pachon est placé sur l'humérale gauche; on comprime à 20-25 centimètres et on décomprime lentement, on lit ensuite la pression au moment où l'on perçoit à la radiale la première pulsation. Au lieu de palper avec le doigt, on peut se servir, comme nous l'avons expliqué plus haut, d'un second Pachon.

Mesure de la pression diastolique (Mn) et de la pression systolique (Mx)

Nous nous sommes constamment servi de l'oscillomètre de Pachon avec brassard huméral; au moment où se produit la première oscillation décroissante, il suffit de lire la pression au manomètre qui donne Mn . Sauf dans les premiers jours d'essais, nous avons pris la systolique par le procédé de Riva-Rocci et la diastolique au moyen de l'oscillomètre de Pachon.

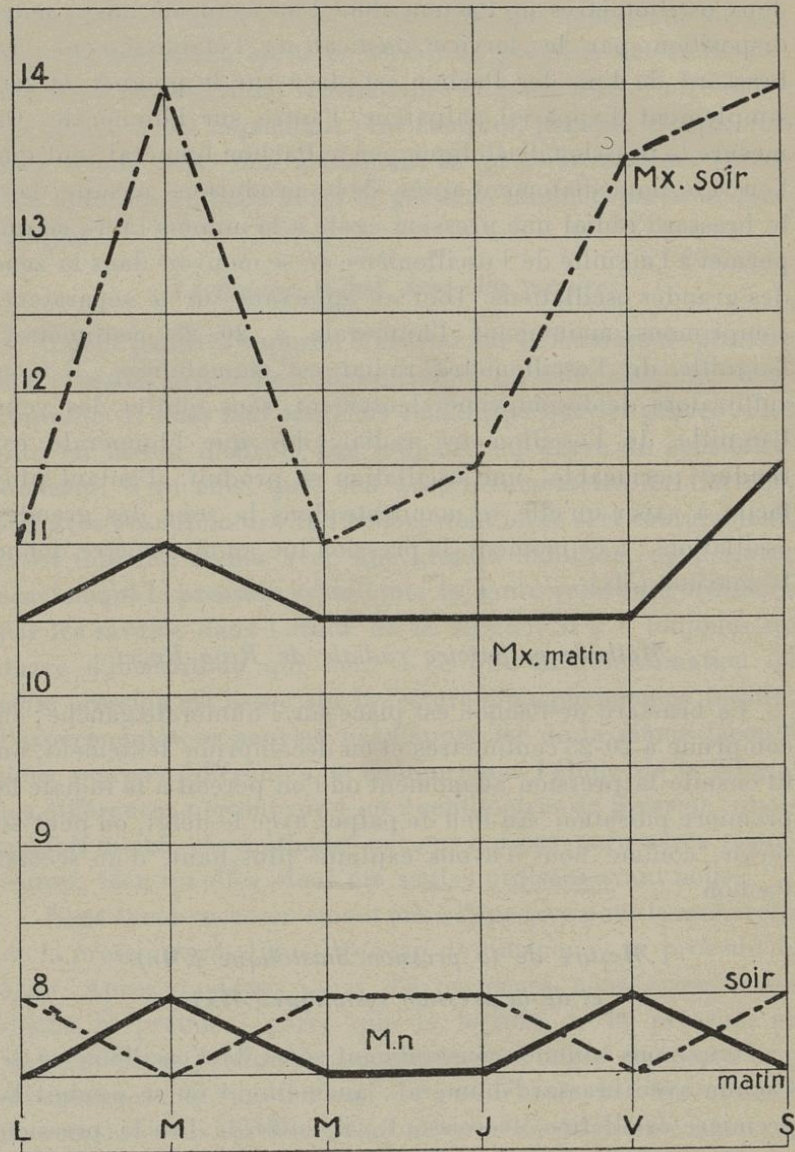


Fig. 35. — Variations des pressions artérielles prises avant le travail et après le travail.

Numération des pulsations

Nous avons pris les pulsations à la radiale droite ; à la première pulsation nous mettons le chronomètre en marche en ayant soin de ne compter un qu'à la deuxième pulsation (sans cela on enregistre que $p-1$ pulsations). A la vingtième pulsation nous arrêtons le chronomètre ; si s représente les secondes écoulées, le nombre des pulsations est :

$$P_0 = \frac{20 \times 60}{s}$$

Résultats

L'interprétation de nos premiers résultats — en ne faisant pas la distinction entre les ouvrières travaillant debout à la dernière heure et celles travaillant assises — serait la suivante :

Après le travail :

1° L'augmentation de la pression minima est nulle ou faible, un demi centimètre d'écart au plus (*fig. 35*) ;

2° L'augmentation de la pression maxima est faible ou forte, mais assez bien caractérisée (*fig. 35*) ;

3° Le nombre des pulsations après le travail est quelquefois plus élevé qu'avant le travail, mais presque toujours sensiblement inférieur (*fig. 36*).

On conçoit que des constatations de cette nature — pourtant rigoureuses à première vue — ne laissent guère entrevoir un diagnostic aisé de l'état de fatigue.

Suivant l'état d'esprit, on peut, ou bien s'associer aux vues de Stanley Kent, un des rares physiologistes qui, à notre connaissance, ait fait des expériences systématiques sur la fatigue des ouvriers travaillant dans des usines, et dire que la pression artérielle et le nombre des pulsations ne sont en aucune manière capables de décélérer la fatigue, puisque leur variation ne suit aucune loi, ou conclure avec Lahy (1) (dont les recherches ont porté sur l'état de fatigue d'ouvriers linotypistes) que la fatigue de nos ouvrières se trouve bien caractérisée, à

1. J.-M. LAHY, *Bulletin de l'Inspection du Travail*, 1910.

de rares exceptions près, par l'accroissement de la pression du sang et la baisse simultanée du nombre des pulsations.

Nous verrons que l'opinion négative de Stanley Kent ne peut être retenue et que si nous nous étions arrêtés purement

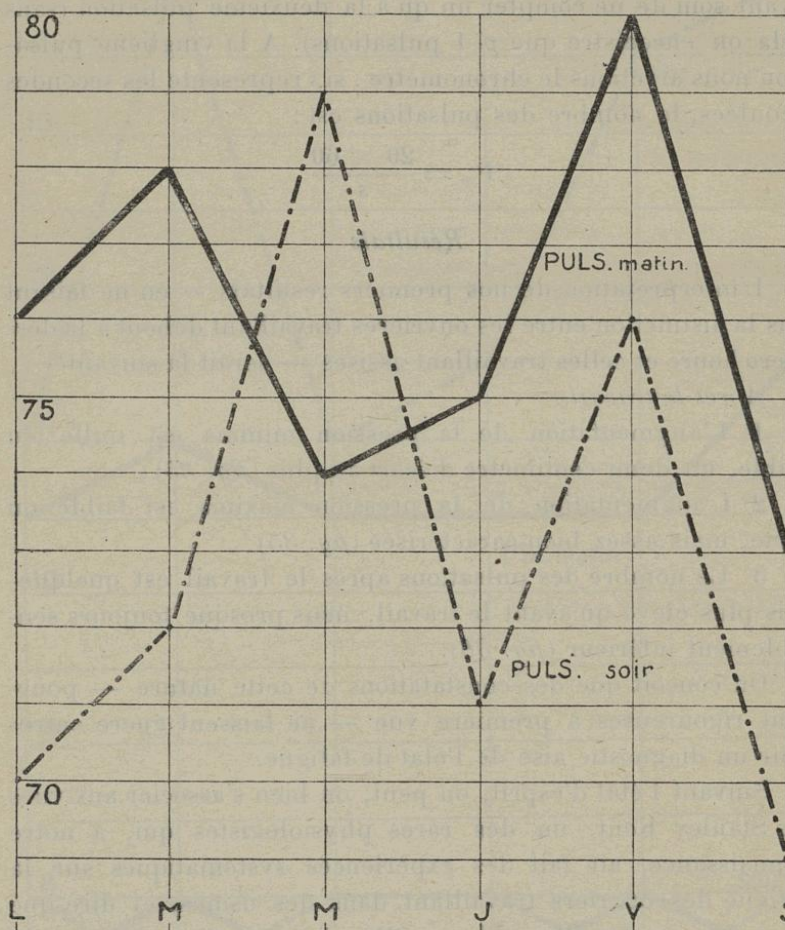


Fig. 36. — Variations du nombre des pulsations comptées *avant* le travail et *après* le travail.

et simplement à la deuxième interprétation, nous aurions commis une erreur, dont le moins que l'on puisse dire c'est qu'elle aurait contribué à confirmer un malentendu grave.



Importance du temps de repos au cours de l'expérimentation

Les expériences répétées que nous avons faites nous ont permis de mettre en évidence un point capital dans l'étude pratique de la fatigue : c'est le rôle du temps qui s'écoule entre le moment où l'ouvrière quitte le travail et celui où on l'examine. Quelques minutes suffisent, en effet, pour modifier l'allure des phénomènes physiologiques, — en particulier ceux qui relèvent de la circulation du sang. Les auteurs n'ont jamais insisté sur ce fait essentiel et généralement leurs chiffres correspondent à deux ou plusieurs périodes *avant le travail* ou *après le travail*, sans autre précision. En réalité, les mesures ainsi effectuées n'ont qu'une valeur relative, puisqu'elles donnent une simple indication du fonctionnement de l'organisme à un *instant donné* ; c'est absolument comme si on relevait un point d'une courbe au lieu de la courbe elle-même.

Nous avons donc cherché à suivre la marche des modifications physiologiques qui surviennent *pendant* le travail d'une botteleuse et *après* le travail. Un enregistrement continu étant d'une application à peu près impossible ici, nous avons pris d'heure en d'heure les pressions et les pulsations de plusieurs botteleuses. De l'examen de nos graphiques (*fig. 37, 38 et 39*), il résulte que (1) :

1° Pendant le travail de la botteleuse, la pression artérielle augmente *toujours* ainsi que le nombre des pulsations ;

2° L'effort de démarrage est le plus violent et se produit au commencement du travail ; puisque la pression artérielle atteint 20 et le nombre des pulsations 115 ;

3° Cet effort de démarrage va en diminuant d'une manière sensible au cours de la journée ; il y a adaptation de l'organisme au travail ;

4° La hausse de la pression artérielle et du nombre des pul-

1. Dans toutes nos expériences les ouvrières quittaient leur travail à 18 heures au lieu de 18 heures et demie.

sations est particulièrement intense chez la botteleuse travaillant debout ;

5° Letravail de la botteleuse assise, bien que la pression artérielle et le nombre des pulsations restent au-dessus de la nor-

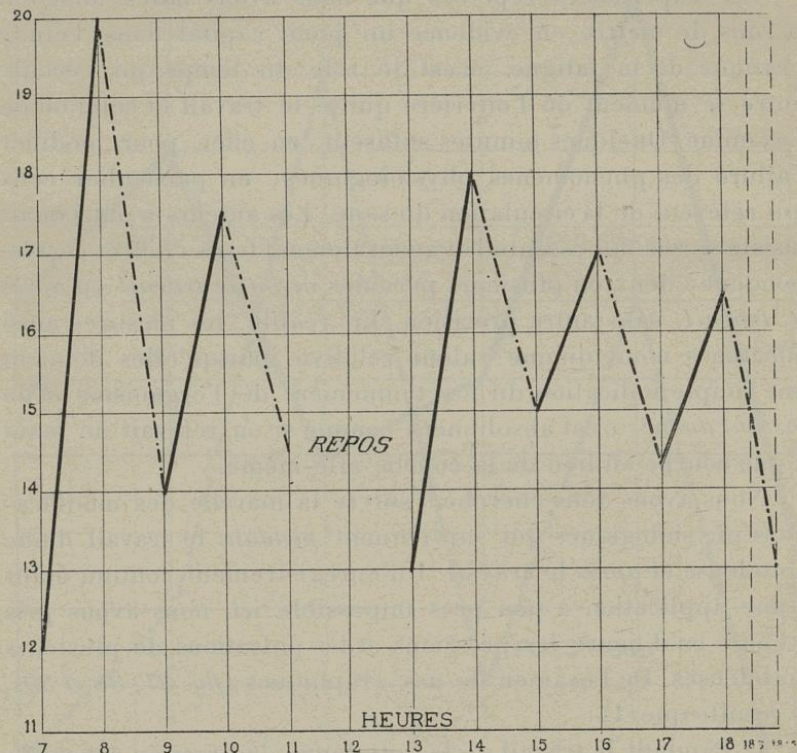


Fig. 37. — Variations de la pression artérielle (maxima) au cours du travail (pendant la première heure la botteleuse travaille en station debout).

male, constitue un véritable repos par rapport au travail debout ;

6° Le bénéfice de ces changements de poste et des cinq minutes de repos toutes les heures se manifeste au cours du travail par une chute de la pression artérielle et du nombre des pulsations.

En résumé, le travail du bottelage, qui exige de l'ouvrière une grande rapidité de mouvements bien plus qu'un effort excessif, se manifeste toujours pendant le travail par une

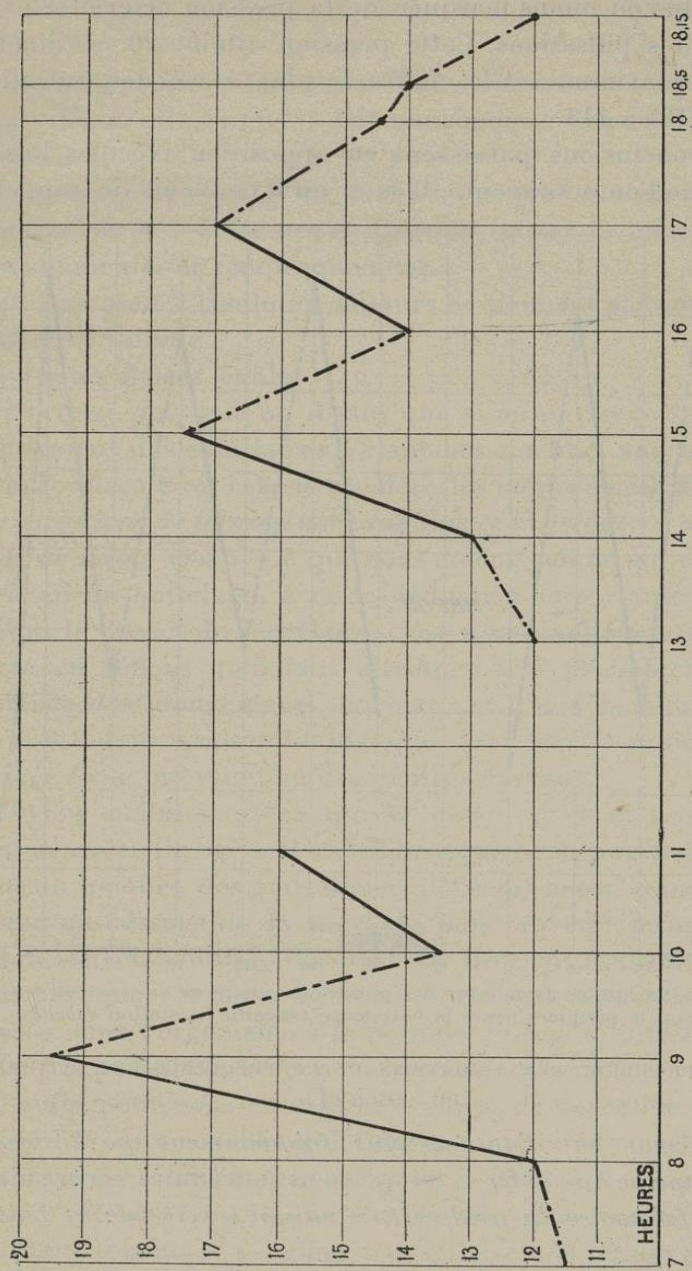


Fig. 38. — Variations de la pression artérielle (maxima) au cours du travail (pendant la première heure, la bottelense travaille dans la position assise).

hausse plus ou moins marquée de la pression artérielle et du nombre des pulsations. Cette pression atteint 20 centimètres de Hg au maximum, et le chiffre le plus élevé des pulsations varie de 105 à 115.

Ces conclusions paraissent en opposition avec les lois de Marey que l'on a souvent citées et qu'il convient de rappeler.

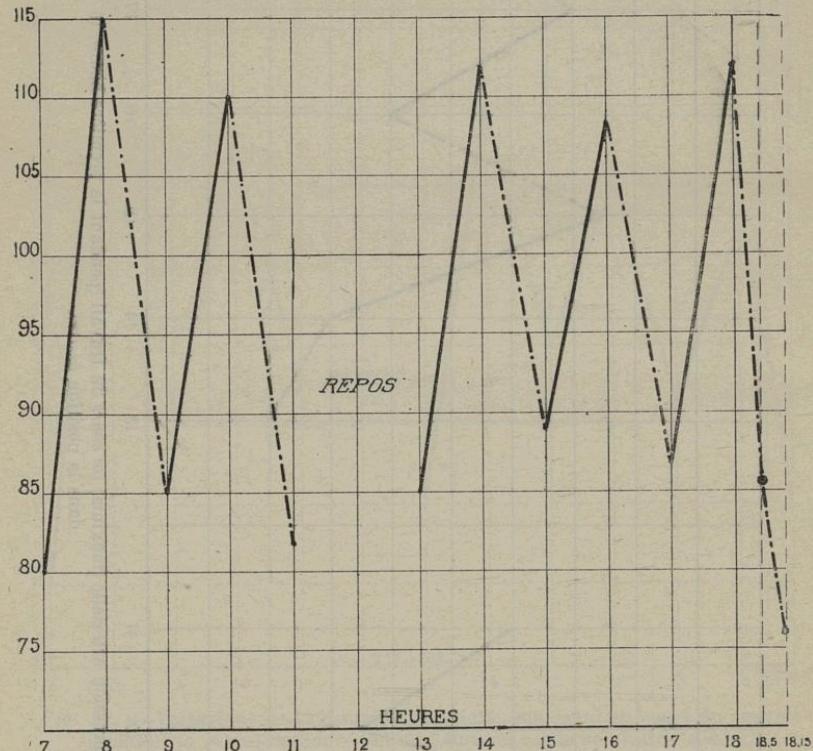


Fig. 39. — Variations du nombre des pulsations comptées au cours du travail (pendant la première heure la botteleuse travaille en station debout).

LOIS QUI PRÉSIDENT AUX VARIATIONS DE LA FRÉQUENCE DES BATTEMENTS DU CŒUR (1)

« Le cœur bat d'autant plus fréquemment qu'il éprouve moins de peine à se vider », loi qui peut se traduire encore ainsi :

« La fréquence du pouls est en raison inverse de la tension artérielle. »

1. *Physiologie médicale de la circulation du sang*, par MAREY, Paris, 1863, p. 337.

MAREY ayant vérifié cette loi, comment expliquer nos résultats ?

En vérité, Marey, dans un second mémoire sur les pressions et la vitesse du sang (1), fait une réserve importante, c'est ainsi qu'il dit :

« *Toutes choses égales du côté de l'innervation du cœur, la fréquence de ces battements diminue quand la tension artérielle augmente, et réciproquement.* »

Et il ajoute : « Quelques auteurs ne tiennent pas compte de ma réserve initiale :

« *Toutes choses égales. etc... »*

Il précise plus loin en disant que si on envisage le cas où l'écoulement des capillaires n'étant pas modifié, une influence nerveuse directe ou réflexe accélère les mouvements du cœur, « *les variations de la pression sanguine et la fréquence du pouls seront de même sens* ». Ce qui nous amène, en ce qui concerne le travail du bottelage, à cette déduction importante :

Dans le travail du bottelage, c'est à une influence nerveuse directe ou réflexe qu'il faut attribuer très probablement la fréquence des mouvements du cœur, et d'une manière générale il est donc vraisemblable que tout travail rapide exige une très forte intervention des centres nerveux.

Voyons maintenant ce qui se passe *après* le travail. La pression artérielle baisse d'abord brusquement, puis lentement. Quant au nombre des pulsations, il fléchit assez rapidement, descend au-dessous de la normale pour revenir progressivement à son état initial. On peut en tirer quelques enseignements pratiques. Si nous figurons très schématiquement ce qui se passe dans l'organisme à la période de repos, autrement dit pendant la période de réfection, que voyons-nous ?

Il suffit pour nous en rendre compte de regarder attentivement les deux courbes qui figurent, l'une, la marche de la pression artérielle, l'autre, celle de la fréquence des pulsations (*fig. 40 et 41*). A la fin du travail, pour une botteleuse travaillant debout, la pression artérielle sera M, figuré par l'or-

1. *Travaux de laboratoire*, 1875, p. 337.

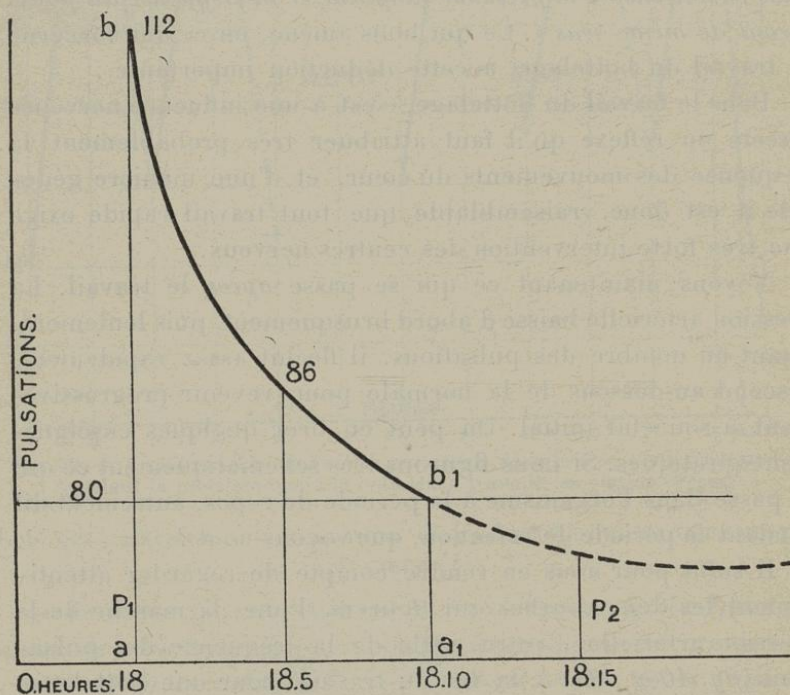
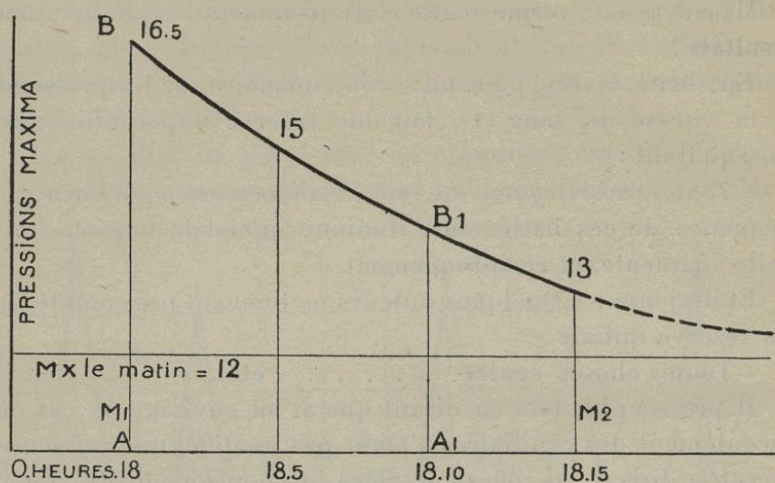


Fig. 40 et 41. — Variations de la pression artérielle et du nombre des pulsations après le travail (représentation schématique).

donnée AB supérieure à la normale M_x , et le nombre des pulsations P_1 . Si on examine le sujet un quart d'heure après la cessation du travail, on trouvera une pression M_2 et un nombre de pulsations P_2 qui pourra être inférieur à la normale ; dans ce cas, la loi de Marey trouvera son application et sa véritable signification. La pression sera supérieure à la normale alors que le nombre des pulsations sera inférieur : *c'est que l'organisme est entré dans la véritable période de repos et tend à retrouver rapidement son équilibre.*

Le champ des deux courbes peut donc nous donner en quelque sorte une mesure de la fatigue. Dans l'intervalle des ordonnées AB, $A_1 B_1$, *malgré la cessation du travail*, l'organisme n'est pas entré dans la période de repos ; la fatigue du cœur se fait encore sentir, et suivant que le temps qui est représenté par l'abscisse AA₁ ou aa₁ sera plus ou moins grand, cette fatigue aura été plus ou moins intense. En fait, lorsque après un quart d'heure de repos, la pression artérielle et le nombre des pulsations étaient supérieurs à la normale, tous deux étant représentés par des ordonnées dans le champ AB, $A_1 B_1$, *ab*, $a_1 b_1$, nous constatons que les ouvrières éprouvaient après leur travail une fatigue assez accentuée.

Par contre, lorsque les ordonnées représentant la pression artérielle et les pulsations se trouvaient à droite des ordonnées $a_1 b_1 A_1 B_1$, les ouvrières ne ressentaient qu'une fatigue modérée ; leur organisme s'acheminait vers l'équilibre rapidement. Il eût été intéressant de préciser le phénomène en mesurant exactement le temps complet nécessaire pour la réfection totale ; nous ne pouvions, malheureusement, obliger les ouvrières à rester à notre disposition pendant une durée indéterminée, d'autant que, dans la majorité des cas, nous constatons qu'une demi-heure après la fin du travail, les troubles de la circulation allaient en s'atténuant très vite.

Maintenant, nous sommes à même de comprendre un peu mieux pourquoi Stanley Kent, en relevant chez les ouvriers les pressions artérielles et le nombre des pulsations, n'a pu mettre en évidence leur état de fatigue. Très probablement, il

laissait écouler un intervalle de temps de quelques minutes au moins entre la fin du travail et ses expériences, et il en résultait fatalement que, suivant l'intensité du travail et le laps de temps considéré, ses résultats variaient dans les deux sens.

Au contraire, les savants qui ont compté les pulsations *immédiatement après le travail*, comme Imbert, ont trouvé, pour des travaux pénibles, une augmentation du nombre des pulsations ; enfin, d'autres qui ont laissé écouler un temps suffisant après le travail, ont naturellement constaté que la pression artérielle varie en sens inverse du nombre des pulsations, comme l'indique Marey. La loi de Marey ne s'applique en réalité que pendant la période de réfection de l'organisme, et au point de vue de l'étude de la fatigue, il y avait là, croyons-nous, un point extrêmement important à préciser.



Valeur des signes de fatigue

Nous avons mis à l'épreuve la plupart des moyens connus pour dépister la fatigue chez les ouvrières. A peu près tous nous ont donné des résultats positifs et aucun n'est négligeable. Il faut, en effet, bien se pénétrer de cette idée que la fatigue retentit partout dans l'organisme, et ce serait une erreur, en étudiant les travaux professionnels, de localiser ses effets.

La fatigue est d'essence unique, mais son action s'étend sur l'ensemble des fonctions ; pas une qui ne soit atteinte, au moins passagèrement. On comprend dans ces conditions que la recherche de la fatigue, son diagnostic en quelque sorte, exige une expérimentation longue, méthodique, précise, et les données recueillies doivent être à chaque instant soumises à un contrôle rigoureux. De ce que l'on aura trouvé par hasard un ouvrier ayant une pression artérielle supérieure de quelques centimètres à la normale, il serait dangereux de conclure qu'il est fatigué et surmené ; de même un accroissement brusque dans

le nombre de pulsations ou une augmentation dans les temps de réaction, si ces variations se produisent dans certaines limites, ne suffisent pas à caractériser son état de fatigue. Ce n'est que si des troubles persistants apparaissent qu'il y aura lieu de rechercher l'ampleur et la durée des modifications survenues dans les grandes fonctions. Il se peut que la fatigue soit assez légère pour se dissiper le lendemain, il se peut qu'elle disparaisse à la fin de la semaine par un repos d'une durée suffisante. Un examen attentif permettra seul de se rendre compte de la grandeur des phénomènes que l'on aura constatés. Et à ce point de vue, une question se pose à l'esprit : quel est le signe de fatigue dont l'interprétation est la plus aisée ? La réponse est délicate, mais il apparaît sans conteste que la fatigue des centres nerveux est de beaucoup la plus importante, car elle agit d'une façon profonde sur les organes, et notamment sur le cœur qui est l'âme du moteur. Pour augmenter la fréquence de ses contractions, accélérer son rythme en raison des efforts soutenus qui lui sont demandés, le myocarde est obligé de faire appel à toutes les ressources dont il dispose.

Tout travail qui augmente la pression artérielle et le rythme du cœur dans d'assez fortes proportions, et pendant un certain temps, doit être considéré comme dangereux et très strictement limité.

Il en est de même en ce qui concerne les centres respiratoires ; ils sont directement touchés par un travail intensif et l'on peut déterminer le nombre de respirations qu'il convient de ne pas dépasser dans un travail normal.

Nous ne pouvons, quant à présent, fixer les limites qu'il conviendrait d'adopter en ce qui concerne les acuités sensorielles ; nous avons bien constaté la grandeur de leurs variations, elles restent sous l'influence directe des centres nerveux, elles sont fonction de leur fatigue, mais cette fonction, au sens algébrique du mot, nous est encore inconnue. Des recherches ultérieures nous permettront peut-être de nous éclairer.



Retour de l'organisme à l'état initial

Dans toute organisation scientifique du travail, on doit s'attacher à ne demander à l'ouvrier qu'une somme de travail telle que son organisme puisse revenir à son état initial dans un délai raisonnable. Il semble qu'il y ait dans la majeure partie des professions, même dans celles qui ne sont pas purement manuelles, accumulation de la fatigue, au moins au cours de la semaine.

Le retour de l'organisme à l'état initial ne s'opère d'ailleurs pas rapidement, du moins dans les travaux industriels qui apparaissent très différents des travaux de laboratoire. Il s'effectue en deux phases bien distinctes :

Dans la première, il y a chute brusque du nombre des respirations, abaissement rapide de la pression sanguine et du nombre des pulsations, et ceci dans un espace de temps relativement court, quinze à vingt minutes au plus. Si on reprend les chiffres donnés par Atwater pour la dépense dynamique brute, on voit qu'après le travail cette dépense diminue tout d'un coup et Amar a confirmé le fait par la méthode des échanges gazeux (1).

Dans la seconde phase, les phénomènes marchent très lentement et le retour à l'état initial ne s'effectue qu'après un temps qui se prolonge d'autant plus que la fatigue a été plus accentuée. Il n'y a pas une loi pour le retour à l'état de repos, mais une loi pour chaque fonction, et encore est-il vraisemblable d'admettre que chaque sujet réagit différemment. C'est ce qui explique la difficulté, sinon l'impossibilité de les établir. Mais on peut, assez vaguement il est vrai, les entrevoir : puisqu'il y a chute brusque et ensuite acheminement lent vers l'état initial, la forme des courbes qui représenteront ces lois pourront être des portions de branches hyperboliques, les asymptotes figurant précisément l'état de repos.

1. J. AMAR, *Le moteur humain*, et Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, 4910.

Ce retour au repos, dans la vie de l'ouvrier comme dans la vie courante, peut être troublé par les fatigues causées par l'éloignement du domicile, le travail chez soi, les excès, etc., aussi est-il délicat de saisir cette seconde phase, à moins d'avoir pendant plusieurs jours des sujets d'expérience à son entière disposition. Mais la première phase donne des indications très sérieuses et nos expériences vont nous permettre de poser d'ores et déjà quelques règles précises.



Conclusions

Arrivés au terme de nos enquêtes et de notre expérimentation, il convient d'en dégager les résultats immédiats; nous examinerons ensuite par quels moyens et dans quelle voie il apparaît utile d'étendre le champ des recherches que nous avons entreprises.

Tout d'abord il est juste de reconnaître que les procédés de travail rapide ne sont pas incompatibles avec le maintien de l'intégrité physique des travailleurs; mais il est de toute nécessité de compléter cette affirmation de principe et de spécifier que ces méthodes réclament de la part des employeurs un examen minutieux et attentif des conditions du travail, de tous les éléments — durée du travail, repos intercalaires et périodiques, salaires, hygiène et sécurité, etc. — qui interviennent dans le rendement de la main-d'œuvre et la fatigue professionnelle et dont nous avons mis en évidence l'influence respective.

En ce qui concerne le bottelage des poudres, l'étude analytique du travail, l'examen systématique des signes de fatigue nous permettent de porter un jugement ferme sur l'organisation du travail adoptée à la poudrerie nationale du Ripault et de déclarer qu'elle est exclusive de tout surmenage.

La possibilité d'arriver à une semblable déduction, dans un temps relativement très court, marque, croyons-nous, une étape importante dans la science du travail.

Quelle est, en effet, la question primordiale qui se pose dans les travaux industriels ? C'est de savoir si les mesures adoptées pour les exécuter restent compatibles avec une activité normale, c'est-à-dire sans conduire l'ouvrier à un état pathologique par le fait du travail.

Dans le cas particulier du bottelage, nous avons montré comment on était arrivé, tout en diminuant la durée du travail, en rétablissant le repos hebdomadaire et en supprimant le travail de nuit, à accroître considérablement le rendement de la main-d'œuvre et à doubler le taux des salaires.

Pendant la même période, nous avons constaté une sensible diminution de la morbidité, reconnu que la fatigue restait normale et disparaissait sans laisser de trace apparente après le repos du dimanche.

Ce sont là des résultats remarquables qui méritent d'attirer l'attention des industriels et des ouvriers. Nous avons aussi fourni la preuve directe que par une expérimentation analogue, on peut se prononcer, du point de vue physiologique, sur la valeur absolue ou relative de tout travail industriel.

Ce n'est pas tout ; il semble que l'on puisse entrevoir, grâce à l'application des procédés de la physiologie, des résultats encore plus féconds et faire reposer sur des bases scientifiques l'orientation professionnelle et l'apprentissage. L'intérêt immédiat de ces deux problèmes n'est plus à démontrer ; en dirigeant l'enfant vers le milieu le plus approprié à ses capacités physiques et intellectuelles, on résoud, sans heurt, cette irritante question de la sélection, ou du moins on en atténue beaucoup les effets ; en associant à la technique du métier nos connaissances sur le fonctionnement du moteur humain, on donnera au jeune apprenti les moyens de travailler dans de bonnes conditions et avec une dépense énergétique moindre.

Allons plus loin dans la voie des réalisations. Nous avons montré que pour définir un travail, il ne fallait pas se contenter de l'évaluer en kilogrammètres ; c'est là une donnée indicative, mais qui est, en général, complètement insuffisante.

Le travail doit être considéré en *quantité* et en *qualité* ;

pour concrétiser notre pensée, nous avons assimilé ces deux éléments au voltage et à l'intensité d'un courant électrique.

Ceci étant bien compris, un nouveau problème se pose — et non le moins important : Dans quelles limites le voltage et l'intensité du travail peuvent-ils se mouvoir ?

Si ces deux données constituaient mathématiquement deux variables indépendantes, la solution serait relativement aisée, puisqu'elle se résoudrait en somme par la construction d'une courbe qu'un barème à deux entrées traduirait. Mais il n'en est pas ainsi, ces deux éléments sont eux-mêmes fonctions d'autres facteurs, âge et sexe, rapidité du travail, habileté de l'ouvrier, durée du travail quotidien, repos intercalaires, repos périodiques, conditions d'hygiène, pour ne citer que les principaux.

On ne peut donc tirer parti d'une équation pareille, et il faut en définir toutes les inconnues sauf une ; ce n'est que par des tâtonnements, par suite par la confrontation de données expérimentales très nombreuses, qu'il deviendra possible de fournir la solution véritable.

Sans atteindre cette rigueur scientifique et sans l'attendre, nous devons chercher à restreindre le champ des hypothèses et des conceptions empiriques.

Nous en apercevons le moyen en tenant compte de l'importance des troubles physiologiques provoqués par tel ou tel travail bien déterminé, importance qui sera précisée d'une part par la valeur intrinsèque de ces troubles et, d'autre part, par le temps nécessaire au retour de l'organisme à l'état normal. Prenons des exemples pour mieux illustrer notre langage.

Supposons que l'exécution d'un travail, à une vitesse donnée, élève la pression artérielle de 6 centimètres de *Hg* et le nombre des pulsations de 40 ; nous dirons que — nonobstant toutes autres conditions — ce travail est très fatigant et qu'il ne doit être toléré qu'avec certaines restrictions : cinq heures de travail par jour coupées chacune par dix minutes de repos absolu et accompagnées d'un repos de trente-six heures après six journées de travail.

Tel autre travail augmente-t-il le nombre des respirations

de vingt-cinq unités à la minute ? Il devra être proscrit, en attendant que l'on trouve des procédés techniques capables d'éviter une aussi forte perturbation dans l'organisme.

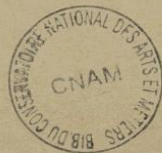
Voici encore une opération industrielle qui exige de l'ouvrier une attention soutenue, une tension de l'esprit de nature à exacerber sa fatigue nerveuse ; en multipliant les résultats expérimentaux, nous arriverons à déterminer les tolérances qu'il sera possible d'admettre, à la fin du travail, dans la diminution de l'acuité visuelle ou auditive, dans l'augmentation des temps de réaction.

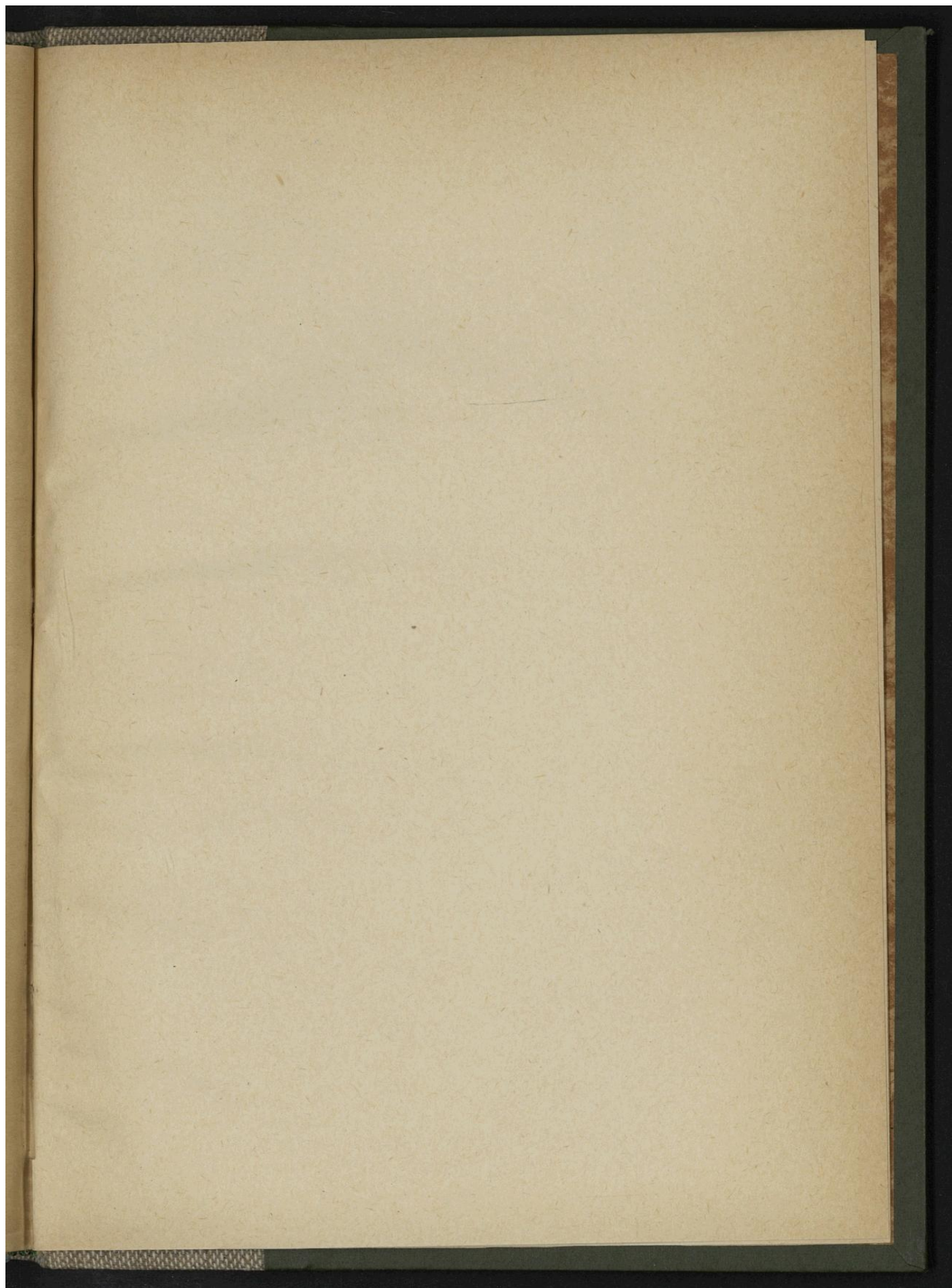
Sans doute, dira-t-on, de telles caractéristiques ont une réelle valeur objective, mais elles sont trop personnelles ; elles n'ont pas une portée assez générale pour constituer un critérium inattaquable. L'objection ne tient pas si l'on considère un type moyen.

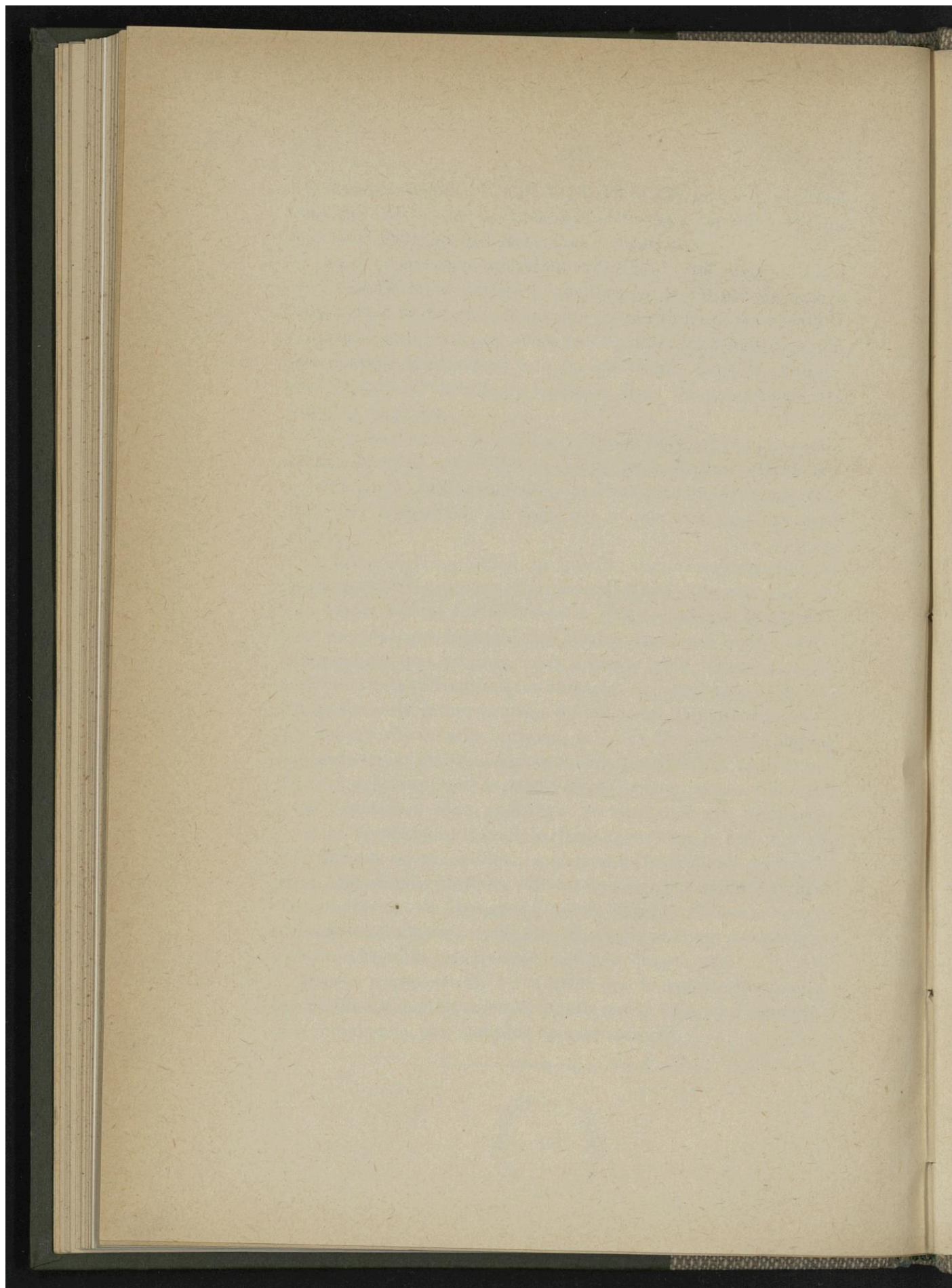
Aucune réglementation du travail, aucune organisation ne peut être conçue pour une unité, ce qui ne fait nullement obstacle à ce que le travail soit distribué à chacun suivant ses forces. C'est un idéal vers lequel il faut tendre, mais sans rejeter systématiquement tout progrès, sous prétexte qu'il n'atteint pas la perfection ; en accumulant les obstacles sur une route déjà parsemée d'écueils, le convoi passe difficilement. Commençons donc par débayer le terrain ; prenons acte des données scientifiques rigoureusement établies et contrôlées, tirons-en les seules conclusions permises, sans le regret de ne pas embrasser d'un seul coup l'ensemble d'un problème particulièrement complexe.

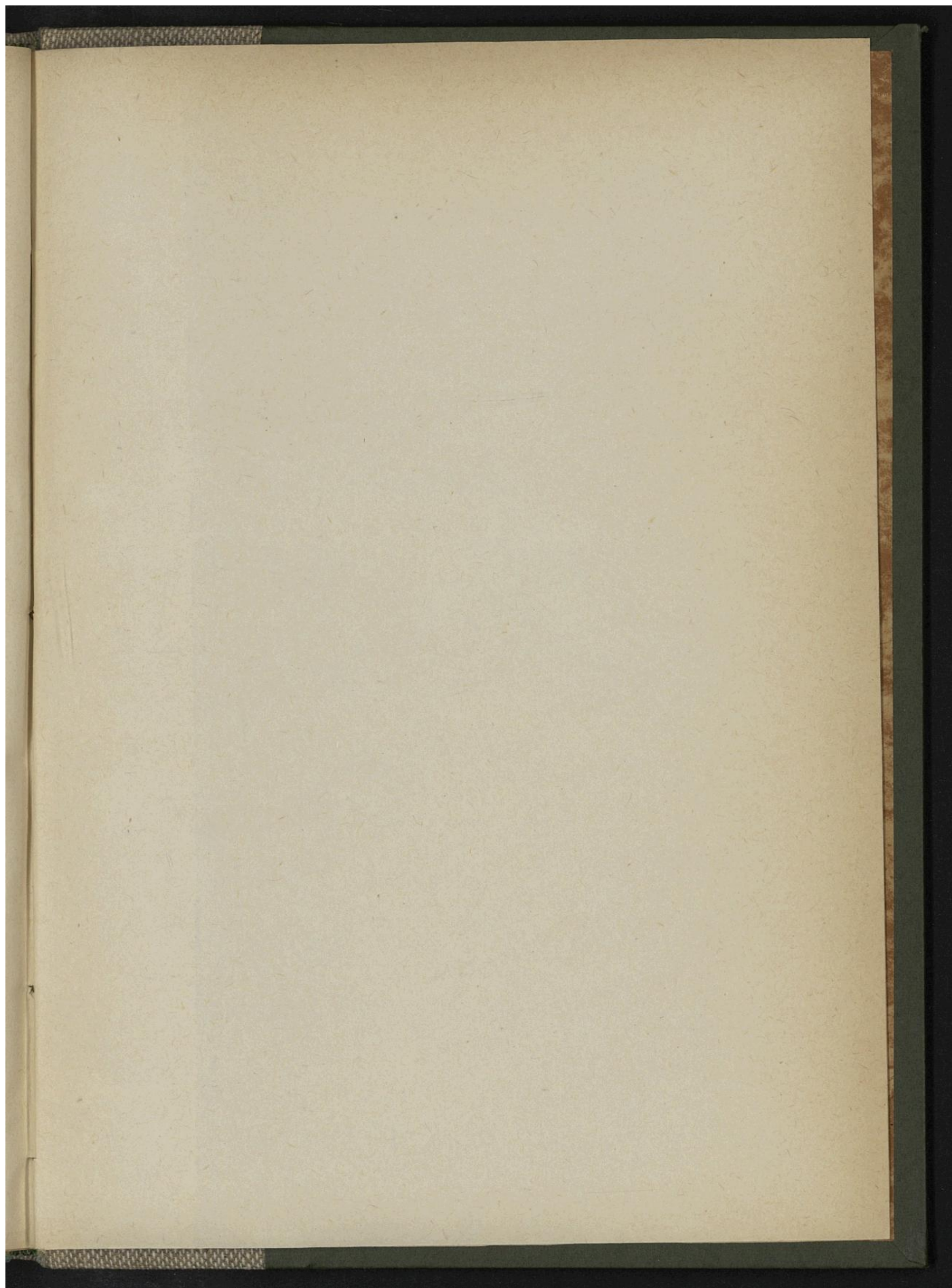
Puis, revenons au travail de chaque jour avec la certitude de bâtir sur des assises solides. La science du travail est, par excellence, une science positive ; elle est encore à ses débuts, malgré certains travaux du plus grand intérêt et qui ne s'offrent pas à la curiosité du vulgaire ; seuls s'en étonnent ceux qui méconnaissent les difficultés qu'elle doit vaincre à chaque pas.

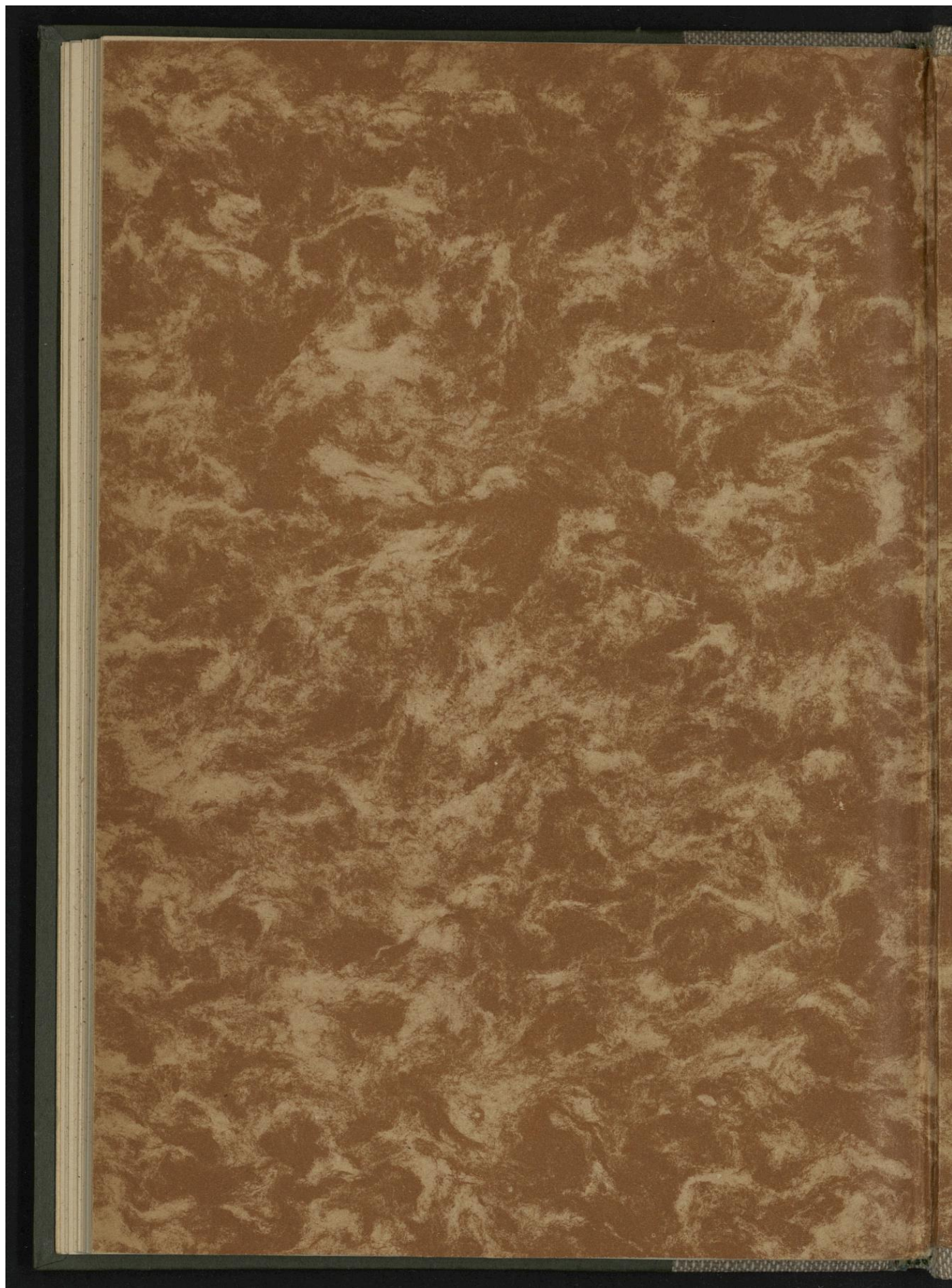
Mais sa portée sociale est si haute que la sagesse commande de cueillir les modestes fruits qu'elle porte déjà, et d'attendre, sans impatience, son complet épanouissement.

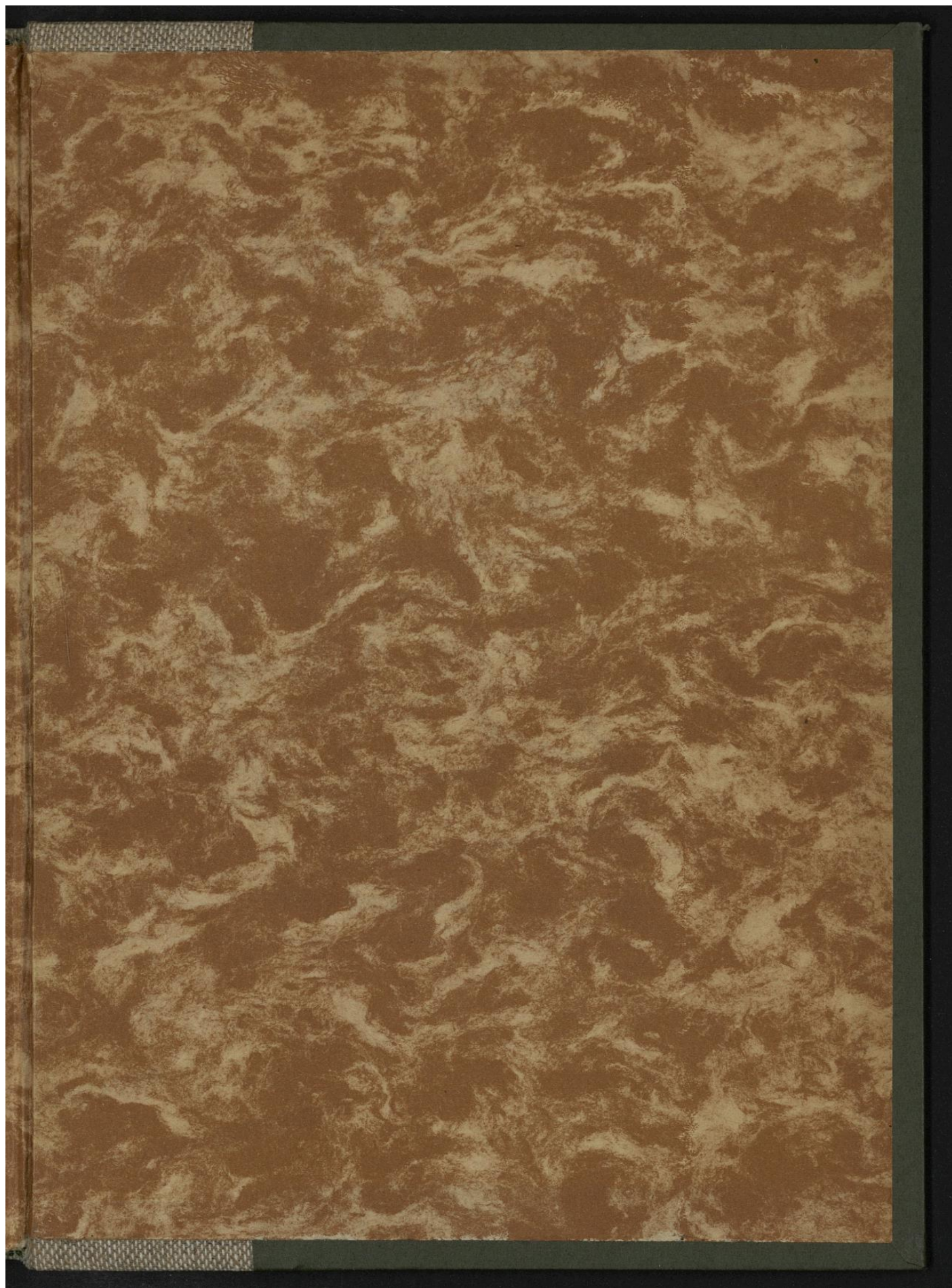












Droits réservés au [Cnam](#) et à ses partenaires