

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 - https://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

NOTICE DE LA REVUE	
Auteur(s) ou collectivité(s)	Le travail humain
Titre	Le travail humain : revue trimestrielle : physiologie du travail et psychotechnique, biométrie humaine et biotypologie, orientation et sélection professionnelle, hygiène mentale et maladies professionnelles, éducation physique et sports
Adresse	Paris : Conservatoire national des arts et métiers, 1933-1938 ; Paris : Institut national d'étude du travail et d'orientation professionnelle, 1939-1940 Paris : Presses universitaires de France, 1946-
Nombre de volumes	38
Cote	CNAM-BIB GL P 1068
Sujet(s)	Ergonomie Travail -- Aspect physiologique Travail -- Aspect psychologique
Notice complète	https://www.sudoc.fr/039235750
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?GLP1068
LISTE DES VOLUMES	
	Tome I. Année 1933 [no. 1]
	Tome I. Année 1933 [no. 2]
	Tome I. Année 1933 [no. 3]
	Tome I. Année 1933 [no. 4]
	Tome II. Année 1934 [no. 1]
	Tome II. Année 1934 [no. 2]
	Tome II. Année 1934 [no. 3]
	Tome II. Année 1934 [no. 4]
	3e année. no. 1. mars 1935
	3e année. no. 2. juin 1935
	3e année. no. 3. septembre 1935
	3e année. no. 4. décembre 1935
	Tome IV. année 1936 [no. 1]
	Tome IV. année 1936 [no. 2]
	Tome IV. année 1936 [no. 3]
	Tome IV. année 1936 [no. 4]
	Tome V. année 1937 [no. 1]
	Tome V. année 1937 [no. 2]
	Tome V. année 1937 [no. 3]
	Tome V. année 1937 [no. 4]
	6e année. no.1. mars 1938
	6e année. no.2. juin 1938
	6e année. no.3. septembre 1938
	6e année. no.4. décembre 1938
	Tome VII. année 1939. [no. 1]
	Tome VII. année 1939. [no. 2]
	Tome VII. année 1939. [no. 3]
	Tome VII. année 1939. [no. 4]
	8e année. no. 1. mars 1940
	9e année. 1946. fascicule unique
	10e année. nos. 1-2. janvier-juin 1947
	10e année. nos. 3-4. juillet-décembre 1947
	11e année. nos. 1-2. janvier-juin 1948
VOLUME TÉLÉCHARGÉ	11e année. nos. 3-4. juillet-décembre 1948
	12e année. nos. 1-2. janvier-juin 1949
	12e année. nos. 3-4. juillet-décembre 1949

	13e année. nos. 1-2. janvier-juin 1950
	13e année. nos. 3-4. juillet-décembre 1950

NOTICE DU VOLUME TÉLÉCHARGÉ	
Titre	Le travail humain : revue trimestrielle : physiologie du travail et psychotechnique, biométrie humaine et biotypologie, orientation et sélection professionnelle, hygiène mentale et maladies professionnelles, éducation physique et sports
Volume	11e année. nos. 3-4. juillet-décembre 1948
Adresse	Paris : Presses universitaires de France, 1948
Collation	1 vol. (p. [153-306]) ; 24 cm
Nombre de vues	156
Cote	CNAM-BIB GL P 1068 (34)
Sujet(s)	Ergonomie Travail -- Aspect physiologique Travail -- Aspect psychologique
Thématique(s)	Économie & Travail
Typologie	Revue
Langue	Français
Date de mise en ligne	10/12/2024
Date de génération du PDF	07/02/2026
Recherche plein texte	Disponible
Notice complète	https://www.sudoc.fr/039235750
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?GLP1068.34



ARTICLES ORIGINAUX

LE CARACTÈRE ET LA PSYCHOTECHNIQUE

par Franziska BAUMGARTEN

Privat-Docte à l'Université de Berne

I

Les examens d'aptitude visent au choix judicieux de l'homme pour un travail déterminé ; il est donc évident que moins un travail est complexe plus étroit est le secteur des capacités qui interviennent. Mais lorsque, dans une profession, outre la complexité des manipulations, joue aussi l'influence sociale du milieu professionnel, influence susceptible de modifier le comportement d'un travailleur, alors la prédictivité des examens d'aptitude peut se trouver diminuée dans une certaine mesure.

On a constaté souvent que la raison du désaccord entre l'examen des aptitudes et la valeur professionnelle résidait non pas dans l'absence réelle des capacités requises, mais dans le comportement caractériel du sujet : manque d'intérêt pour le travail, paresse, relations tendues avec ses compagnons, etc.

On a expliqué par l'absence de vocation le manque d'intérêt pour un travail déterminé. Depuis une vingtaine d'années, on se penche sur ce problème de la vocation professionnelle sans, à vrai dire, faire de très grands progrès. Toutefois on sait aujourd'hui que, s'il y a des cas nombreux d'accord entre aptitudes et vocation, on observe aussi les deux catégories de désaccord : aptitude sans vocation et vocation sans aptitude.

Mais c'est à un problème plus délicat que l'on se heurte actuellement : le *comportement social* du travailleur dans son milieu professionnel. Les sentiments sociaux sont d'une grande variété. Nous abordons au cœur des questions relatives au caractère humain qui forment, parmi toutes les autres, le nœud le plus embrouillé. Certains travailleurs sont des solitaires, d'autres ne travaillent bien qu'en groupe. Il y en a qui ne supportent pas d'être soumis aux ordres de chefs et qui aiment avoir conscience des responsabilités à assumer. On en trouve, par contre, qui craignent les responsabilités et préfèrent exécuter simplement les directives reçues. Certains encore, d'humeur difficile, ne s'accordent avec personne, tandis que d'autres, conciliants et affables, sont en bons termes avec tout le monde.

S'il est extrêmement désirable de pouvoir déceler la nature de ces sentiments sociaux par un examen psychologique, il est aussi particulièrement difficile de le faire.

Il faut constater avant toute autre chose qu'il n'existe aucune définition du caractère admise universellement. Mieux encore, on peut dire sans

beaucoup d'exagération, qu'il y a autant de psychologues que de définitions du caractère (1). Les uns identifient caractère et volonté, d'autres caractère et personnalité, d'autres encore caractère et vie sociale, valeurs morales, comportement social, etc. Au surplus, chaque école base son concept du caractère sur des phénomènes différents.

Néanmoins on peut rattacher les diverses théories en présence aux trois les plus marquantes.

Le caractère est, dans la première conception, l'essence même du comportement, la manière d'être propre à un individu donné. Comme tel, le caractère devient une empreinte individuelle particulière à chaque sujet.

Dans la seconde définition, le caractère est conçu comme l'invariabilité, la constance des traits et des capacités que possède un individu donné.

Enfin, la troisième conception identifie le caractère avec le comportement moral du sujet, ou plutôt avec l'ensemble des prescriptions d'ordre moral auxquelles il obéit et dont résultent ses actions bienfaisantes ou malfaisantes pour autrui.

Dans la première conception, chaque individu possède un caractère en tant qu'il est marqué par une empreinte le différenciant de tous les autres. Mais, si l'on admet la seconde conception, il se trouverait des sujets sans caractère, car il y a des individus qui se distinguent par une extrême variabilité de leurs traits de comportement en fonction des situations. La même remarque est valable pour la troisième théorie du caractère ; nous savons en effet qu'il existe des individus amoraux.

Malgré ces contradictions, chacune de ces trois théories contient des éléments vrais et dont il serait utile de faire la synthèse. Nous pouvons donc dire que *le caractère est la manière d'être propre à l'individu, plus constante chez les uns que chez les autres et tenant plus particulièrement aux qualités morales.*

Autrement dit, c'est une empreinte plus ou moins constante des qualités déterminant le comportement social ou moral de l'individu.

Dans une telle conception, le caractère est défini du point de vue de l'observateur extérieur, pour ainsi dire « du dehors ». Mais pour celui qui l'éprouve, qui le sent « du dedans », le caractère peut être défini comme un ensemble des forces directrices qui conduisent l'individu. Ce que nous nommons « traits du caractère » en observant de dehors, se révèle à une analyse psychologique approfondie comme un « tout » formé par l'ensemble des forces internes qui déterminent le comportement soit réactif, soit spontané de l'individu. Tantôt elles le poussent à une certaine conduite, tantôt elles l'inhibent. La composition de ces forces directrices internes peut différer aussi d'un individu à l'autre. Elle est connue sous le nom de la *structure du caractère*.

Selon que la liaison entre les forces directrices est forte ou lâche, le sujet paraît constant et invariable ou inconstant et labile dans ses buts et dans son comportement.

Ces considérations nous conduisent à poser une question fondamentale : quelle est l'origine des forces directrices ? Du point de vue biologique, la tendance primordiale de l'être humain est celle de conservation. D'elle résultent quelques autres tendances psychologiques : celle de posséder des biens qui représentent une garantie d'existence ; celle d'économiser les biens

(1) Pour plus de détails voir : F. BAUMGARTEN, *Die Charaktereigenschaften*, Bern, 1933.

pour pouvoir en disposer en cas de besoin. La première tendance peut se transformer en *avidité*, la seconde en *avarice*. L'insuffisance de la première tendance aboutit à l'*insouciance*, celle de la seconde, à la *prodigalité*. Donc les degrés différents de la même tendance sont à l'origine de traits de caractère qui apparaissent très *différents ou opposés*.

Il existe encore une autre tendance primordiale chez l'être humain, celle de *développer et de déployer toutes ses capacités*. Cette tendance peut prendre aussi des aspects différents. Tantôt l'individu ne manifeste aucun égard pour son entourage, aucun obstacle ne l'effraye ni ne l'arrête ; il apparaît donc dur et sévère, conséquent et impitoyable dans la réalisation de ses buts. Ou bien il se montre plein de considération pour la situation des autres, et même sacrifie ses désirs pour le bien d'autrui, éprouve de la pitié, sympathise avec le malheur, partage ses biens ; il apparaît donc charitable, bienfaisant, tolérant, indulgent, etc.

On voit, là encore, des traits de caractères très différents résultant pourtant d'une différence de degré de la même tendance primordiale. Ces deux manières si dissemblables dont peut se réaliser la tendance à l'expansion de l'être, ont depuis des siècles, beaucoup préoccupé les philosophes, sous le nom d'égoïsme et d'altruisme. Les « pessimistes » comme Schopenhauer, Nietzsche, Constantin Brunner, ne trouvent aucune vertu dans le caractère de l'homme et affirment que la nature humaine est mauvaise. Brunner dit notamment : « connaître l'homme, c'est connaître ses haines, ses vengeances, son penchant à la querelle ». Une minorité de philosophes (Tertullien, Rousseau, etc.) assurent, au contraire, que le fond de la nature humaine est bon. Ces théories philosophiques n'ont pas d'importance du point de vue pratique, mais elles montrent un fait essentiel qui, malheureusement, n'a pas été étudié jusqu'à présent par des méthodes scientifiques : c'est que *toutes les qualités de caractère peuvent se présenter à l'observateur sous une double apparence*.

Ainsi la bonté peut se manifester sous une forme aimable et obligeante, mais elle peut aussi se cacher sous un comportement brusque et rude, comme un noyau tendre sous une écorce très dure. C'est un exemple d'une même *qualité caractérielle apparaissant sous des aspects différents*.

Mais les phénomènes caractériels sont encore beaucoup plus complexes car, réciproquement, *dans un même comportement peuvent s'exprimer des traits de caractère tout à fait différents*. Par exemple, l'impression de grande patience que donne un individu peut avoir sa source dans une volonté très forte, mais aussi elle peut résulter de l'indolence, du manque d'intérêt, de la paresse et même d'une apathie absolue.

Les traits de caractère possèdent donc une propriété que n'ont pas d'autres aptitudes psychiques : celle de *feindre*.

Il nous est impossible de dissimuler l'absence de mémoire, celle d'un talent oratoire, le manque de fantaisie, l'inaptitude pour le raisonnement logique ou pour l'acquisition des langues étrangères, etc. Mais nous pouvons facilement feindre la bonté, l'honnêteté, l'esprit de dévouement, la fidélité. En réalité, les hommes profitent au plus haut degré de cette faculté de dissimuler leurs véritables traits caractériels.

Schopenhauer prétendait que de tous les êtres, seul, l'homme sait mentir. Si l'homme dissimule son vrai caractère, c'est pour atteindre ses buts, en général égoïstes, et contraires aux intérêts de ses proches ; c'est aussi, quelque-

fois, par orgueil ou vanité. C'est ainsi qu'au point de vue pratique il est impossible de procéder aux investigations sur les traits négatifs de caractère par la méthode d'enquête, car les sujets, pour se faire valoir, répondent d'une façon mensongère. « L'hypocrisie est la révérence que le vice fait à la vertu » a dit La Rochefoucauld. Ceci apaise peut-être notre souci à l'égard d'un cynisme intégral, mais ne rend pas facile, du point de vue pratique, la connaissance judicieuse du caractère d'un sujet. Déjà, les anciens recommandaient dans ce but l'observation de l'homme dans des circonstances bien déterminées (accès de colère, façon de traiter les affaires, état d'ivresse, conduite vis-à-vis des femmes, etc.). Mais le développement intellectuel et les ressources de la vie moderne ont multiplié les moyens de tromper et les ont encore affinés. D'ailleurs ce ne sont pas, en général, les esprits simples qui sont les plus hypocrites, mais les esprits les plus fins et intellectualisés. Dans la science même, on rencontre des gens qui, au lieu de se consacrer aux recherches, créent surtout des fondations, des associations parascientifiques et réussissent parfaitement à faire illusion.

Dans la vie pratique, ces sortes de caractères sont très nuisibles au progrès de la science, car, sachant, par leur faculté d'illusionnistes, conquérir des places élevées qu'ils ne méritent pas, lorsqu'ils occupent un poste dirigeant, ils briment leurs subordonnés doués de capacités susceptibles de leur porter ombrage. Par malheur, jusqu'à présent aucun procédé scientifique rigoureux ne permet de distinguer les traits caractériels vrais des traits apparents. Giese, par exemple, a imaginé un procédé pour contrôler l'honnêteté d'un sujet. Laisse seul dans une chambre pendant quelque temps, celui-ci devait examiner des images rangées dans une série de boîtes. On l'interrogeait ensuite sur ce qu'il avait vu. Parmi ces boîtes il s'en trouvait qui contenaient des images obscènes. Certains sujets n'avaient pas avoir examiné ces dernières pendant un temps prolongé ; mais ce temps avait été enregistré par une installation spéciale. Toutefois nous pensons qu'une personne, même foncièrement honnête, peut ne pas vouloir avouer qu'elle trouve du plaisir à contempler ce genre d'images, ou même qu'elle le fait par curiosité (au surplus, on ne doit jamais, par principe, employer des procédés comportant un piège dans les examens psychologiques). Donc cette méthode est insuffisante.

Cette difficulté de connaître la vraie nature humaine a retardé le progrès du comportement moral. En effet, l'hypocrisie — si elle pouvait être toujours rapidement démasquée — ne serait plus d'aucun secours à l'individu, et il serait, par là même, superflu de feindre. Malheureusement cette question n'a pas été suffisamment envisagée. Il existe probablement un véritable refoulement concernant ce genre d'investigations, ayant son origine dans le fait que nous désirons tous paraître meilleurs que nous le sommes réellement. Ce refoulement, pénétrant même le milieu scientifique, a retardé les investigations relatives au caractère. On entravait souvent les publications qui osaient dire la vérité (1).

(1) Il y a une vingtaine d'années nous avons fait une étude psychologique du travail des agents d'assurances dans plusieurs grandes sociétés d'assurances de Berlin. Nous avons pu constater que les agents employant le mensonge et la ruse, exagérant les effets profitables de l'assurance, présentant sous un certain jour les conditions du contrat, obtenaient au point de vue professionnel des résultats bien plus satisfaisants que leurs collègues. Lorsque

Il résulte de tout ceci que l'on n'est pas en état, actuellement, de déceler avec une probabilité suffisamment élevée les traits de caractère réels d'un individu. *Les psychotechniciens qui prétendent pouvoir examiner le caractère avec autant de certitude que l'intelligence trompent le public.*

II

Le second problème — et non de moindre importance — relatif à l'examen du caractère, est celui du *degré de niveau du caractère*. Jusqu'à présent nous avons distingué seulement les divers types de caractère (moraux ou immoraux, sociables ou insociables, etc.), donc des différences de qualité mais non de degré, comme on le fait pour l'intelligence depuis Alfred Binet. Nous sommes à peine au stade d'appréciation de la qualité, et loin encore de celui d'évaluation de la quantité. Ceci résulte de difficultés de diverses sortes.

Tout d'abord *la même qualité caractérielle a des attributs différents suivant l'âge*. L'honnêteté se manifeste différemment chez l'enfant et chez l'adulte. Nous avons eu l'occasion de constater une telle différence en appliquant un test d'« images de situations » à des sujets âgés de 9 à 16 ans. Ces images représentaient 6 actions positives du point de vue éthique, et 6 autres négatives que le sujet devait juger (1). Nous avons constaté que les enfants très jeunes jugent beaucoup plus sévèrement une faute commise envers un adulte qu'envers un camarade ; comme aussi chaque bonne action, envers un enfant a moins de valeur qu'une pareille envers un adulte. Avec l'âge, cette attitude change sensiblement : c'est la camaraderie qui paraît être à l'adolescent la plus grande valeur morale.

Une autre de nos recherches expérimentales concernant les sentiments de gratitude chez les enfants et les adolescents (2) a montré quatre formes différentes de celle-ci : reconnaissance verbale, matérielle, participante, idéale. Elles passent en général d'un stade à l'autre en fonction de l'âge. La maturité de caractère accompagne généralement la maturité physiologique.

la première partie du travail fut publiée*, l'Union Allemande des Agents d'Assurances a protesté contre cette publication. Elle a envoyé aussi une délégation aux rédacteurs des Monographies professionnelles, William Stern et Otto Lipmann, ainsi qu'à la maison d'édition (Barth, Leipzig), demandant que la deuxième partie du travail ne soit pas éditée. Lorsque Stern et Lipmann eurent refusé d'accéder à cette demande, l'Union, en signe de protestation, défendit à ses membres la lecture du travail en question.

Par ailleurs il y a aussi des pseudo-psychotechniciens qui font des études du caractère pour masquer leur propre manque de caractère — comme c'était le cas de nazis, travaillant à l'Office Allemand de la Wehrpsychologie, — qui s'étaient voués avec prédilection à l'étude du caractère.

Nous pourrions donner d'autres exemples du même genre. Il est superflu de mentionner que de tels personnages ne contribuent en rien au progrès de la caractérologie.

(1) Exemples : Un enfant donne à un autre de l'argent pour un pot cassé ; on pousse le genou d'un camarade blessé ; un enfant vole à un autre un petit jouet ou bat son camarade, etc.

(2) F. BAUMGARTEN (en collaboration avec H. NOBS), *La Gratitude chez les enfants et les adolescents*. Berne, Francke, 1936, et *Archives belges des Sciences de l'Education*, 1937.

* F. BAUMGARTEN-TRAMER, *Zur Psychologie u. Psychotechnik des Versicherungsagenten*, Barth, Leipzig, 2^e éd., 1925.

En multipliant les expériences on pourrait suivre cette évolution, presque d'année en année.

Il n'est pas exclu que nous puissions un jour établir le degré de caractère avec autant de finesse que nous mesurons actuellement celui de l'intelligence. Mais jusqu'à présent nous avons essayé de distinguer au moins trois niveaux de caractère en nous basant sur la *maturité sociale* de l'individu.

1^o *Niveau de l'égoïsme propre à l'enfance* où tout est considéré du seul point de vue de la satisfaction de ses penchants, de la réalisation de ses buts, sans égard pour autrui. Nous retrouvons ce niveau enfantin de caractère chez les adultes égoïstes ;

2^o *Niveau de développement social*. Ce développement se produit d'ordinaire au cours de la puberté ; l'adolescent fait en cette période un effort pour se libérer psychiquement de sa famille ou plutôt de la protection de celle-ci. Il s'intéresse beaucoup plus à ses camarades et au monde extérieur. L'intérêt pour autrui, la solidarité, le besoin d'aider, la bienveillance, la reconnaissance, quoique circonscrites au cercle étroit des camarades, marquent un niveau plus élevé de caractère ;

3^o Le troisième niveau, enfin, est celui où commence à s'établir l'*idée de justice*. Le comportement social est dorénavant guidé non seulement par des *sentiments* sociaux, mais aussi par la notion de droits et de devoirs au sein de la société. A ce stade on comprend la nécessité de règles et de lois ; on accorde aux autres les mêmes droits qu'à soi-même ; on limite ses désirs et même on les sacrifie au sein de la société. L'intérêt social dépasse le cercle étroit des camarades pour s'étendre à toute la société. Lorsqu'il s'agit de la vie professionnelle, l'individu travaille non seulement lorsqu'il en éprouve le désir, mais avec le sentiment du devoir à accomplir consciencieusement. C'est la maturité morale la plus haute que puisse atteindre l'homme.

La distinction de ces trois niveaux de caractère est d'une grande importance au point de vue pratique.

D'abord, pour le pédagogue ; il devient évident qu'on ne peut pas exiger d'un adolescent des sentiments sociaux qui ne sont l'apanage que d'un caractère mûr.

Par ailleurs, il existe des adultes à caractère enfantin et qui n'en sont pas conscients. Comme le disait l'Évangile : « Ils ne savent pas ce qu'ils font. » Un de nos caractérologues contemporains, Constantin Brunner, prétend que les gens que nous jugeons « avoir mauvais caractère » sont simplement des malades qui s'ignorent.

Si la notion de degré de caractère était plus répandue, il est permis d'espérer que maintes personnes s'efforceraient de s'élever à un niveau de caractère supérieur.

III

Nous voudrions maintenant aborder un autre aspect fondamental du problème du caractère : celui de la *corrélation entre les traits caractériels*. Grâce à l'initiative de Spearman, on a introduit en psychologie la notion de corrélation des aptitudes intellectuelles. Nous ne savons actuellement rien encore de la corrélation entre les traits de caractère. Or, les biographies des hommes célèbres, tant dans le domaine de l'histoire de l'Humanité en général

que dans celui de la science, nous montrent clairement combien ces personnalités furent, pour la plupart, peu harmonieuses. Tel grand savant, révolutionnaire dans son travail professionnel, était très conservateur dans sa vie affective. Tel homme politique, militant acharné pour les libertés démocratiques, est un vrai tyran pour sa famille. Tel tribun du peuple, conducteur d'hommes, se soumet à tous les caprices de sa femme. Un autre déploie une charité extrême, mais envers un groupe seulement de ses proches (membres du même parti politique ou coreligionnaires). Un autre encore, grossier et brutal envers ses subordonnés, se montre affable et complaisant vis-à-vis de ses égaux. Un sujet « bon » peut l'être envers tout le monde, ou seulement envers ses égaux en niveau intellectuel ou position sociale, ou encore exclusivement envers les misérables, les petites gens. Dans ce dernier cas sa bonté puise sa source dans des sentiments de pitié.

De telles restrictions s'appliquent à presque tous les traits de caractère. Ainsi, la probité peut avoir tous les degrés. Elle peut être totale, mais aussi certaines personnes, très honnêtes dans la vie privée, ne le sont point dans les affaires. D'autres s'approprient bien des objets, mais ne prendront jamais l'argent, etc.

Cette hétérogénéité de comportement selon la situation psychologique ou sociale, rend excessivement difficile le jugement sur le caractère d'un sujet. Ayant une tendance naturelle à juger par analogie, nous généralisons souvent notre appréciation du caractère d'après un trait remarqué, positif ou négatif. Or, ceci suppose une constitution harmonieuse de l'ensemble caractériel, ce qui est loin d'être vrai. Au contraire, il faut admettre avec Vauvenargues, que les plus grands contrastes imaginables existent dans le cœur de l'homme. Un seul point caractériel ne définit pas l'homme.

IV

Nous aurions pu faire encore beaucoup d'autres réserves sur nos possibilités d'appréciation du caractère humain (1). Mais il est également intéressant de présenter quelques suggestions pouvant permettre, malgré toutes les difficultés évoquées ci-dessus, d'obtenir quelques aperçus, en particulier sur les aspects du caractère intervenant dans la vie professionnelle.

1^{er} aspect

Il faut d'abord connaître les *penchants du sujet et ses buts dans la vie*.

On constatera alors facilement que certaines gens n'ont, sur leur but dans la vie, que des idées très vagues : avoir un bon poste, devenir riche, se marier avantageusement, etc. Par contre, d'autres ont des désirs bien *définis* : embrasser un métier déterminé, vivre dans un pays de leur choix, sous un régime politique et non sous un autre, être membre d'un certain groupe social, posséder un titre, avoir un certain niveau de vie, etc. Ces désirs peuvent ouvrir des horizons sur les tendances professionnelles d'un sujet.

(1) Cf. F. BAUMGARTEN, *L'Examen du caractère dans la vie professionnelle* (à l'impression chez Dunod, Paris).

2^e aspect

On devrait pouvoir examiner si le sujet possède les *aptitudes nécessaires pour réaliser ses désirs*. Les cas heureux de concordance entre les désirs et les aptitudes sont évidemment les plus rares. Lorsque les vœux dépassent les aptitudes, il surgit des conflits psychiques déclenchant des sentiments d'infériorité, d'envie, de nervosité et de mécontentement à l'égard de l'entourage.

Un autre cas se présente lorsque les capacités sont plus élevées par rapport à l'usage que le sujet veut en faire. Alors apparaît une indolence, une indifférence qui nous indigne très souvent.

Quelquefois aussi il y a une disparité de direction entre les capacités, même très grandes, et les désirs du sujet. Un excellent mathématicien peut vouloir faire une grande fortune, avoir une position sociale très en vue, devenir homme politique, etc. Les conflits de cette nature peuvent devenir très sérieux. Le psychologue doit se rendre compte si le sujet désire davantage satisfaire ses capacités plutôt que ses tendances affectives.

3^e aspect

Le conflit le plus tragique a lieu chez des sujets qui, malgré une concordance parfaite entre leurs désirs et leurs aptitudes, *ne savent pas faire un bon usage de ces dernières*. Ce sont des maladroits n'agissant jamais en temps voulu et à propos. Ainsi ils se trouvent toujours dépassés par d'autres, beaucoup moins bien doués, mais qui mettent leurs capacités en œuvre au moment voulu et les présentent sous une lumière favorable. Il en résulte des cas de refoulement très connus des psychanalystes. Quelquefois, la psychanalyse redresse de tels refoulements ; mais en général, ni la conscience de cette infériorité, ni la volonté, ni l'exercice ne peuvent corriger cette incapacité *sui generis*. On ne peut que la constater malgré ses conséquences pénibles.

4^e aspect

Dans la plupart des cas, on peut atteindre un but donné par différentes voies. L'une d'elles est nommée, dans le langage populaire, « le droit chemin » ; c'est l'emploi exclusif de moyens probes et ne portant pas préjudice à autrui. L'homme qui choisit ce mode de comportement est considéré comme honnête et honorable ; celui qui poursuit son but sans égard aux autres, pour qui tous les moyens sont bons et qu'aucun scrupule n'arrête sur le chemin de ses intérêts, est qualifié d'amoral, d'antisocial, de sociophobe. Pourtant, pour notre grand malheur, nous constatons que les individus de la seconde catégorie sont bien plus nombreux que ceux de la première, et, fait plus grave, ils influencent les sujets à comportement indécis et à convictions mal assises, et même les gens honnêtes mais suggestibles. C'est pourquoi, en étudiant le caractère d'une personne il faut examiner *comment elle procède pour réaliser ses buts* et, dans le cas où il s'agit de quelqu'un à comportement antisocial, si cette tendance est foncière ou seulement imitative et acquise.

5^e aspect

Un des plus importants côtés du comportement caractériel est *l'attitude de l'individu à l'égard de lui-même*, attitude qui détermine dans une large

mesure celle vis-à-vis des autres. Observons les sujets épris de leur propre personnalité, imbus d'une haute idée de leurs qualités, se sentant toujours au-dessus de leur milieu. Atteints de narcissisme, ils entrent souvent en conflit aigu avec leur entourage qui réagit à leur mépris en manifestant à son tour de l'antipathie pour eux.

Nous connaissons aussi le cas inverse, de l'individu nourrissant des sentiments d'infériorité, s'appréciant au-dessous de sa valeur réelle.

Un autre cas encore est celui d'un sujet considérant toujours sa situation comme humiliante, indigne de lui, croyant constamment ne pas être apprécié et récompensé à sa juste valeur, soupçonnant tout le monde de vouloir l'effacer. Ce « complexe de défaveur » est très souvent une source d'ennuis dans l'activité professionnelle et empêche fréquemment celui qui en est atteint de jouir d'un succès mérité.

V

On voit que la tâche du psychotechnicien qui doit examiner tous ces aspects du comportement n'est pas facile.

Nous nous sommes efforcé d'établir une méthode expérimentale répondant à cette fin en créant quelques tests caractériels, par exemple, le test des « ouvrages professionnels » et en se servant du test « du catalogue » de Tramer (1). Ces deux épreuves confrontées avec les examens habituels d'aptitudes permettent déjà de juger dans quelle mesure il existe une correspondance entre ces aptitudes et les vocations et s'il n'y a pas de conflit à craindre sur ce terrain.

Notre « test des proverbes » renseigne sur l'attitude à l'égard de soi-même, de la société, du travail, aussi sur les tendances égocentriques ou sociables.

Nous pouvons ainsi procéder utilement à l'établissement de certaines correspondances :

1^o Cas d'accord

a) Tendances et penchants très ambitieux associés à une haute opinion de soi-même chez un individu qui dispose d'aptitudes d'un niveau très élevé ;

b) Tendances et penchants humbles et limités, associés à une idée très modeste de soi-même chez un individu dont les aptitudes sont d'un niveau bas.

2^o Cas de désaccord

a) Tendances et penchants ambitieux associés à une opinion trop favorable de soi-même en concomitance avec des aptitudes d'un niveau bas ;

b) Tendances et penchants limités, issus d'une opinion trop modeste de sa propre valeur (sentiments d'infériorité) en concomitance avec des aptitudes d'un niveau très élevé ;

c) Tendances et penchants limités, malgré une haute opinion de soi-même (complexe de défaveur), associés aux aptitudes d'un niveau bas.

A propos de ce dernier cas, il faut se rappeler que l'aptitude à savoir

(1) Pour l'emploi de ce test, cf. F. BAUMGARTEN, ouvrage déjà cité.

profiter de talents, même limités, renforce le sentiment de sa propre valeur, tandis que l'absence de cette aptitude fait naître les sentiments d'infériorité ou de défaveur.

Les expériences effectuées avec notre « test des proverbes » (1) nous ont conduit à la distinction de trois types de comportement social, distinction dont l'importance capitale pour la vie professionnelle n'échappera à personne.

1^o Sujet qui, dans les relations avec ses proches, ne voit que leur travail seul. Il n'apprécie les humains que selon leur rendement. Lui-même désire avant tout produire, construire, créer. « Est-ce du bonheur que je veux ? Je veux mon œuvre », s'écrit Nietzsche. Cette attitude rend l'homme très ambitieux et peu social, puisqu'il sacrifie tout au nom du travail. En règle, très laborieux et très capable, il est, en tant que chef, peu humain, très exigeant et souvent sans pitié pour ceux qui ne produisent pas assez.

2^o Sujet dont l'intérêt se porte surtout sur l'être humain. Indulgent, pensant aux autres avant de penser à lui-même, sociable et même hypersociable, il a généralement lui-même un rendement médiocre et une intelligence bornée.

3^o Le troisième type n'aime que *le profit*. Le rendement peut être de mauvaise qualité, peu satisfaisant, pourvu qu'il rapporte. L'être humain est pour lui le dernier de ses soucis. L'essentiel, qu'il en tire profit. S'il constate que les avantages sociaux donnés au personnel (nourriture, confort, joies familiales) augmentent le rendement, mais à cette seule condition, il procure tous ces avantages aux êtres qui dépendent de lui. Cette *mentalité marchande* orientée uniquement vers le profit a été stigmatisée déjà par la Bible comme peu morale.

Ces données peuvent encore être complétées par d'autres tests : test de l'intuition sympathique (2), test de « mise en rectangle » (1) qui permet d'observer la manière de travailler, l'attitude en face de la difficulté, la persévérance, la volonté d'atteindre un but.

Voilà les résultats déjà appréciables. Toutefois ils ne nous apprennent rien sur maints traits de caractère d'importance capitale, par exemple :

1^o Le sujet réagit-il sur le plan affectif toujours ou dans certaines circonstances seulement ?

Est-il très susceptible, facilement blessé ?

2^o Dans quelle mesure son comportement est-il véridique ou dicté par des raisons d'ordre pratique ?

3^o Possède-t-il l'empire sur lui-même ?

4^o Sa raison l'emporte-t-elle sur son affectivité ?

5^o Est-il d'un tempérament agressif ?

6^o Est-il vindicatif ?

7^o Est-il souvent mécontent de lui-même, se fait-il fréquemment des reproches, se repent-il de ses actions ?

8^o Est-il opportuniste ou, au contraire, fidèle à ses convictions et capable de sacrifices au nom de ses principes ?

(1) *Ouvrage cité*, p. 154.

(2) F. BAUMGARTEN, *Test d'intuition sympathique* : C. R. de la Conférence internationale de Psychotechnique, Barcelone, 1921.

9° A-t-il le sentiment de devoirs à accomplir ?

10° Peut-on compter sur ses promesses, peut-on compter sur lui dans des situations difficiles ?

Les tests de caractère laissent encore actuellement toutes ces questions sans réponse. Toutefois ne préjugeons pas de l'avenir. Il nous faut beaucoup travailler. Mais la méthode qui guidera ce travail doit, à notre avis, rester toujours celle des sciences expérimentales.

SUMMARY

I. One of the most delicate problems which we come up against in applied psychology is the social behaviour of the worker in his professional environment. Social feelings are extremely varied. It would be particularly desirable to be able to reveal their nature by a psychological examination. It is unfortunately very difficult to do so. This is due to various causes :

a) First, agreement has not yet been reached on the definition itself of character. We propose a definition which would permit the synthesis of the chief conceptions : the character is that which in his existence is peculiar to an individual, more constant in some than in others and proceeding more particularly from moral qualities. This definition refers to the character seen « from without ». Felt « from within » the character appears as a whole formed by the ensemble of internal forces which determine individual's behaviour whether reactive or spontaneous.

b) Secondly, according to its different degrees, one and the same tendency will cause the appearance of characteristics not only different but often opposed to each other.

II. If one managed to overcome the forementioned difficulties, the character examination would come up against another obstacle ; the estimation of the grade of character.

The same quality indicative of character has different attributes according to the subject's age. Three main grades can be distinguished : a) the grade of egoism, special to childhood ; b) the grade of social development, special to the period of puberty ; c) the grade at which the conception of justice begins to be formed. Social behaviour ceases to be guided by feelings alone ; the notions of right and duty determine them henceforth.

III. The third problem, one of the most difficult for the study of character, is that of the correlation between various traits of character. In fact, the same being appears often under aspects of character not only extremely varied, but also clearly opposed according to the situations, according to the people or the social groups with which he is contact.

IV. The balance sheet however is not completely negative. It is possible to propose some partial solutions. Different points can be dealt with. It is necessary : 1° to know the tendencies of the subject and his aims in life ; 2° to examine whether he possesses the necessary aptitudes for realising his desires ; 3° to study whether he knows how to make good use of his aptitudes ; 4° to know how he goes about reaching his aims ; 5° to know the subject's attitude towards himself.

Various tests have been worked out by the author for the character study thus envisaged.

LES TECHNIQUES DE L'EXPÉRIMENTATION DANS L'ÉTUDE DU TRAVAIL

par J.-M. FAVERGE

Les différents spécialistes qui s'occupent de l'homme dans son travail, ont besoin de méthodes présentant des garanties d'efficacité et d'exactitude. Le psychotechnicien qui se contente d'observer l'ouvrier, de déduire de ses observations qu'il lui faut de l'attention ou du jugement et de chercher dans l'arsenal des tests classiques des épreuves sensées mesurer ces deux facultés, risque fort d'obtenir un instrument peu valide. S'il croit, de plus, à la valeur de son sens psychologique, il lui semblera même secondaire de contrôler les résultats que lui donnent les tests. Il a la foi et les pages qui suivent ne sont pas écrites pour lui. Le médecin du travail a besoin d'étudier le travail des ouvriers de son usine. Ses méthodes d'expérimentation et de contrôle différeront alors peu de celles du psychotechnicien ou de l'analyste. L'analyste étudie les gestes du travail, les temps, les rythmes, etc., la plupart du temps en liaison avec la production. Ce sont des variables très fluctuantes à cause du nombre et de la complexité des facteurs qui s'attachent à toutes les manifestations de l'activité humaine. Pour cette raison, ses expérimentations doivent être minutieusement préparées.

Nous espérons que les lignes qui vont suivre et qui contiennent quelques vues très générales sur les techniques de l'étude du travail, donneront une idée des méthodes que pourraient employer psychotechniciens, médecins et analystes et qui nous semblent plus scientifiques que d'autres, pourtant d'un usage courant.

I. — ERREURS ET HOMOGENÉITÉ

Etant donné un ensemble de N mesures d'une même variable x , on calcule sur ces mesures les nombres

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{N} \quad \bar{v} = \frac{\sum (x - \bar{x})^2}{N - 1}$$

On sait que l'ensemble précédent peut être considéré comme un échantillon d'un ensemble infini, appelé ensemble parent, défini par sa courbe de fréquence. Lorsque cette courbe est gaussienne, l'ensemble parent est dit normal. La courbe de fréquence dépend alors de 2 paramètres m (moyenne) et v (variance) dont \bar{x} et \bar{v} sont les meilleures estimations.

En fait, les échantillons expérimentaux peuvent rarement être considérés

comme extraits d'ensembles parents normaux. Par exemple la figure 1 est la représentation d'un histogramme qui n'a pas satisfait à certaines épreuves de normalité. On nous accordera cependant que l'on trouve rarement en pratique des histogrammes ayant aussi bien l'apparence d'être normaux.

Ce fait semble apporter une grosse limitation à l'applicabilité des méthodes statistiques dont l'élaboration théorique est basée sur l'hypothèse de normalité. Mais, en réalité, cette limitation n'existe pas si l'on utilise des méthodes

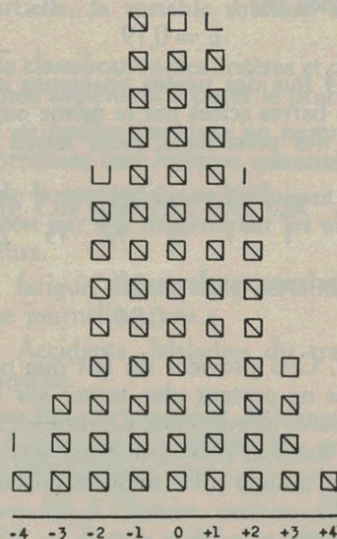


FIG. 1

qui, rigoureuses lorsque les distributions sont normales, s'appliquent sans crainte d'erreur lorsqu'il n'en est plus tout à fait ainsi.

Eden et Yates (1) ont montré, par exemple, que les méthodes d'analyse de la variance dont nous parlons plus loin, peuvent être employées avec des distributions qui sont loin d'être normales.

SIGNIFICATION DE LA VARIANCE. — Etant donné un ensemble de mesures d'une même grandeur, la variance de la distribution de ces mesures caractérise l'importance de l'erreur expérimentale.

Exemple. — Un ouvrier scie des barres de laiton en lopins dont le poids théorique, évalué par le bureau d'études, est de 40 grammes. Les lopins de moins de 40 grammes risquent de fournir des pièces rebutées après passage dans la presse. Les lopins peuvent sans inconvénient peser plus de 40 grammes et il y a une tolérance en plus de 2 à 3 grammes.

(1) EDEN et YATES. On the validity of Fisher's test where applied to an actual example of non-normal data. *Journal of agricultural science*, XXIII, I, 1933.

Une barre ayant été sciée, on a pesé 20 lopins obtenus à partir de cette barre. On a obtenu les résultats suivants :

Poids du lopin	40,5	41,0	41,5	42,0
Nombre de répétitions	3	9	6	2

Le fait que les 20 mesures ne sont pas toutes identiques est attribuable à des variations dues surtout à l'ouvrier.

La mesure est entachée d'erreur. La variance, qui caractérise la grandeur de l'erreur, est ici estimée par :

$$\bar{v} = 0,19$$

En recommençant 4 fois des pesées analogues aux précédentes sur les lopins issus de 4 autres barres sciées par le même ouvrier et en groupant les nombres obtenus avec les précédents, nous avons obtenu la distribution suivante :

Poids du lopin	38,5	39,0	39,5	40,0	40,5	41,0	41,5	42,0	42,5	43,0
Nombre de répétitions	1	1	3	12	15	21	19	16	9	3

L'estimation de la variance est devenue :

$$v = 0,84$$

nombre bien supérieur. Ceci provient du fait que nos mesures sont moins homogènes, puisqu'elles ne portent plus toutes sur la même barre. On dit qu'on a introduit une *source de variation*. Ce résultat montre qu'il y a lieu de régler la scie à chaque barre si l'on veut éviter des rebuts. On obtiendrait encore une variance plus grande si les mesures portaient sur le travail d'ouvriers différents.

On peut résumer ainsi :

Toutes les mesures sont considérées comme les résultats d'une même expérience répétée un certain nombre de fois. Cependant le soin pris pour réaliser l'homogénéité de ces répétitions peut être très variable. En augmentant cette homogénéité, on constate, en général, une diminution de la grandeur de l'erreur. Cette augmentation se fait en supprimant certaines sources de variation.

L'analyse de la variance de R.-A. Fisher (1) est une méthode dans laquelle on extrait de la variance totale les parties attribuables à un certain nombre de sources de variation.

PRÉCISION DANS L'ESTIMATION DE L'ERREUR. — L'erreur se traduit par le fait que les répétitions d'une expérience fournissent des mesures différentes. L'estimation de l'erreur aura d'autant plus de chances d'être meilleure que son calcul sera basé sur un plus grand nombre de différences de mesures (mais bien entendu de différences indépendantes) (2). S'il y a N mesures, il y a $N-1$ comparaisons indépendantes entre elles (on peut, par exemple, comparer l'une d'elles aux $N-1$ autres). On dit qu'il y a $N-1$ *degrés de liberté* dans l'estimation de la variance.

(1) R. A. FISHER. *Les méthodes statistiques adaptées à la recherche scientifique*. Trad. I. BERTRAND. Presses Universitaires, 1947.

(2) Si, pour fixer les idées, on a 3 mesures x, y, z , la différence $y-z$ n'est pas indépendante des différences $y-x$ et $x-z$; en effet $y-z = (y-x) + (x-z)$.

II. — LES BUTS DE L'EXPÉRIMENTATION

LES VARIABLES. — Les variables les plus fréquentes que l'on désire étudier dans le travail sont la quantité et la qualité de la production, l'effort, la fatigue et la sécurité de l'homme. On les désigne sous le nom de *critères*. Elles forment les extrémités d'une chaîne et sont analysées sous l'angle d'autres variables qui, à leur tour, sont de nouveau analysées. Ces variables constituent des *facteurs*.

Dans une étude partielle, la variable soumise à l'analyse est appelée *variable cruciale*.

Voici une tentative de classification des critères et des facteurs qui n'a rien d'exhaustive et est destinée seulement à poser le problème plus clairement :

CRITÈRES	{	Quantité de production dans un temps donné ou temps mis pour produire une certaine quantité de travail.
		Qualité de la production se traduisant soit par des appréciations, soit par des mesures sur les objets fabriqués. Fautes et erreurs.
		Effort et fatigue. Effort dans certains moments du travail. Fatigue journalière, etc.
		Sécurité. Accidents. Maladies du travail et maladies professionnelles.
FACTEURS	{	1. <i>Facteurs liés aux conditions du travail</i> , à la nature et disposition des machines, aux produits employés, aux postes de travail, aux horaires, etc.
		2. <i>Facteurs liés à l'homme, mais ne dépendant pas de sa personnalité.</i> — Acquis scolaire et professionnel. Milieu social et familial. Méthode d'apprentissage reçu. Durée de l'apprentissage et ancienneté dans le métier. Méthode de travail. Travaux antérieurs et passé professionnel.
		3. <i>Facteurs liés à la personnalité de l'homme.</i> — Facteurs physiologiques et psychologiques (intelligence, habileté ou mieux afin d'éviter le verbalisme des facultés : degré de réussite dans telle ou telle épreuve).

LES BUTS. — D'une façon générale, on désire étudier l'influence de certains facteurs sur des variables cruciales.

En pratique :

Considérant un ensemble de facteurs A, B, et C une variable cruciale.

1. On peut commencer par chercher s'il y a une influence propre au facteur A sur la variable cruciale C. On fait pour cela l'*hypothèse nulle*. Elle consiste à supposer qu'il n'y a pas influence. Les méthodes statistiques permettent de montrer, dans certains cas, la fausseté de l'hypothèse nulle (avec un seuil de probabilité fixé *a priori*). Mais on ne peut pas démontrer qu'elle est vraie. D'une façon analogue, on recherche si l'effet de A sur C dépend de la valeur de B. S'il en est ainsi, on dit qu'il y a *interaction* entre A et B, vis-à-vis de C. Lorsqu'il y a plus de 2 facteurs, on peut rechercher des interactions d'ordre supérieur.

2. Si l'on a analysé les influences du groupe des 2 facteurs A et B sur la

variable cruciale C et si l'on a montré leur existence, on peut rechercher une formule permettant d'estimer la valeur c de C, connaissant les valeurs a , b de A et B. Enfin, si les facteurs appartiennent au deuxième groupe (voir plus loin) on peut associer un nombre à l'influence de A sur C. C'est le coefficient de corrélation totale, si B n'est pas considéré, partielle si les influences de B sur A et C sont éliminées.

LA DIVISION DES FACTEURS EN DEUX GROUPES. — Les facteurs appartiennent à l'un des 2 groupes suivants, selon la façon dont l'expérimentation est posée.

— Si, par exemple, on demande d'étudier le temps de sciage mécanique d'un bois en fonction de sa longueur et de sa largeur, les 2 facteurs sont la longueur et la largeur, la variable cruciale le temps. Mais on est libre de choisir les valeurs de la longueur et de la largeur associées au mieux. Leur choix n'est pas imposé et appartient au stade de la préparation de l'expérience.

— Si, au contraire, on demande d'étudier la réussite dans un métier en fonction des résultats de 2 tests, la préparation de l'expérience comportera le choix de la population de sujets et les valeurs des résultats dans les tests en découleront. On pourra parler de la corrélation entre les facteurs, alors que dans le premier cas cela n'avait aucun sens.

Toutes les fois qu'on le pourra, il y aura intérêt à poser l'expérience de façon à introduire les facteurs sous la première forme. On sera conduit aux méthodes d'analyse de la variance de R.-A. Fisher, particulièrement sensibles, même avec un petit nombre de mesures. Si les facteurs sont introduits sous la deuxième forme, on utilisera la théorie de la corrélation et ses prolongements. Nous nous limiterons au premier type d'expérimentation dont les méthodes sont relativement moins répandues.

III. — LE PLAN DE L'EXPÉRIMENTATION

Dans le domaine essentiellement complexe de l'étude du travail, il est indispensable que l'expérimentation soit minutieusement préparée. Il est fréquent d'avoir en main de nombreuses mesures et de ne pouvoir en tirer que peu de résultats. Certains offices de psychotechnique, par exemple, possèdent des caisses pleines de comptes rendus d'examens et ne sont pas encore parvenus à valider leurs tests. On croit communément qu'il suffit de regarder des nombres pour en tirer des lois. L'expérience montre que cette observation est, en général, stérile et peut même conduire à des inductions fausses. Pour illustrer une erreur que nous avons vu quelquefois commettre, donnons un exemple. Un chronométrateur, désireux de savoir si une opération est stable, recommence 5 fois ses prises de temps sur le même ouvrier à des moments répartis au hasard. Il obtient ainsi 5 séries de temps. L'analyse statistique ne décèle pas d'influence significative du moment. Il choisit parmi ses 5 séries, les 2 séries qui ont la plus grande et la plus petite moyenne. L'épreuve de Student lui montre alors qu'il y a une différence significative entre ces deux moyennes. Il en déduit le résultat opposé à celui que fournissait l'analyse globale des 5 séries. La faute vient du fait qu'il choisit ces 2 groupes *a posteriori*, par observation des temps obtenus. Nous insisterons sur le point suivant : dans une expérimentation bien conduite, on doit avoir considéré, dans la phase de préparation, tous les résultats possibles et s'être mis d'accord sur l'interprétation à donner à chacun d'eux.

LE PRINCIPE D'ORTHOGONALITÉ. — Prenons le cas simple de l'étude d'une variable cruciale C sous l'angle de 2 facteurs A et B.

1. On pourrait enregistrer les valeurs de C, déduites d'un certain nombre d'expériences où les valeurs associées de A et B n'ont pas été choisies à l'avance. Par exemple, un chronométrateur désireux d'étudier le temps de sciage à la scie mécanique en fonction de la longueur et de la hauteur du bois, prendrait une série de temps relatifs aux bois tels qu'ils se présentent. Le nombre de mesures faites pour chaque valeur de A et B est, pour fixer les idées, indiqué dans les cases du tableau suivant :

		LONGUEUR			
		1 m.	2 m.	3 m.	4 m.
HAUTEUR	10 cms.	3	4		
	20 cms.		2	5	1
	30 cms.			1	6

Si l'on veut étudier l'influence de la longueur, sans tenir compte de la hauteur, on fera probablement une faute, car les planches les plus courtes sont aussi les moins hautes. Si l'on veut éliminer l'influence de la hauteur, on sera dans des conditions peu favorables pour faire cette élimination.

2. Pour éviter ces difficultés, on peut ne faire varier qu'un seul facteur à la fois, par exemple, ne prendre que des bois d'une hauteur de 20 cms. Cette méthode est correcte, mais elle demande beaucoup plus d'expériences à précision égale que celle du paragraphe 3. Elle ne permet pas, de plus, d'étudier l'interaction entre les facteurs.

3. Aussi prépare-t-on l'expérimentation à partir du principe d'orthogonalité. On choisit les bois de façon à avoir le même nombre de mesures dans les 12 cases du tableau précédent. Il sera, par exemple, remplacé par le tableau suivant :

		LONGUEUR			
		1 m.	2 m.	3 m.	4 m.
HAUTEUR	10 cms.	2	2	2	2
	20 cms.	2	2	2	2
	30 cms.	2	2	2	2

En faisant les moyennes des temps, par colonne, on obtiendra 4 nombres dont les comparaisons ne sont plus influencées par une répartition inégale des hauteurs. On aura la même précision dans ces comparaisons que si l'on avait utilisé la méthode du paragraphe 2 avec l'expérimentation :

	LONGUEUR			
HAUTEUR : 20 cms.	6	6	6	6

Nous avons, dans les deux cas, 24 mesures, donc 23 degrés de liberté en tout. On peut extraire 3 degrés de liberté correspondant aux comparaisons indépendantes entre les 4 colonnes. Mais, avec la disposition orthogonale, on peut en même temps et de la même façon étudier l'influence de la hauteur (3 lignes, dont 2 degrés de liberté) et l'interaction entre les 2 facteurs. Chaque comparaison destinée à éprouver l'interaction porte sur 4 cases, appartenant à 2 lignes et à 2 colonnes.

Par exemple, si on considère les 4 cases :

		LONGUEUR	
		1 m.	3 m.
HAUTEUR	20 cms.	2	2
	30 cms.	2	2

et si l'on compare la moyenne des 4 mesures des 2 cases d'une diagonale avec la moyenne des 4 mesures des 2 cases de l'autre, on a, dans les 2 termes de la comparaison, fait intervenir autant de fois chaque valeur des facteurs, mais ces valeurs ne sont pas associées de la même façon. Il s'agit donc bien de comparaisons utilisables pour estimer l'interaction (voir la définition p. 167).

Il y a 6 comparaisons indépendantes à partir de tels systèmes de 4 cases. (On peut, par exemple, choisir les 6 systèmes dans lesquels la case supérieure gauche est l'une des 6 cases appartenant aux 2 premières lignes et aux 3 premières colonnes.)

Il reste donc 12 degrés de liberté non employés pour ces comparaisons systématiques. Ils serviront à estimer la variance des fluctuations aléatoires indépendantes des effets que nous étudions, ou, comme l'on dit plus simplement, l'erreur.

En résumé :

Colonnes	3 degrés de liberté
Lignes	2 — —
Interaction	6 — —
Erreur	12 — —
TOTAL	<u>23 degrés de liberté</u>

EXEMPLES D'EXPÉRIMENTATIONS PLANIFIÉES

Le plan choisi variera suivant les moyens dont on dispose, la nature de la recherche et les buts que l'on désire atteindre. Nous nous contenterons de donner 3 exemples tirés de notre expérience personnelle.

a) *Validation d'une batterie de tests sur une population peu nombreuse.* — Supposons le problème ainsi posé :

Un psychotechnicien, après étude d'une usine de moyenne importance (300 ouvrières) a choisi ou construit des tests destinés à la sélection à l'embauche. Il y a 6 principaux postes de travail. La direction, qui croit la science psychotechnique beaucoup plus avancée qu'elle ne l'est réellement, demande la mise en marche immédiate de l'instrument. Le psychotechnicien désirerait cependant contrôler les résultats de ses études de postes. Pour des raisons que les praticiens connaissent (la direction ne comprendrait pas, perte de temps, hétérogénéité des ouvriers, influence parasite de l'exercice du métier, etc.), il renonce à utiliser les ouvriers en place et profite des premiers temps de fonctionnement de son laboratoire pour faire l'expérience suivante.

Il envoie les 24 premiers sujets testés et embauchés dans les 6 postes à raison de 4 par poste. Cette orientation est faite d'après ce qu'il pense de ses tests. Lorsque le temps écoulé est suffisant, il classe, dans chaque poste, ses 4 sujets en 2 catégories d'après le critère professionnel. Les deux meilleurs forment la catégorie B, les deux autres la catégorie M.

Il a alors le plan expérimental indiqué dans le tableau suivant :

	POSTES					
	I	II	III	IV	V	VI
B	2	2	2	2	2	2
M	2	2	2	2	2	2

Avec les degrés de liberté suivants :

Valeur professionnelle	1	degré de liberté
Postes	5	—
Interaction	5	—
Erreur	12	—
TOTAL	23	degrés de liberté

Il effectue l'analyse de la variance pour chacun de ses tests.

Le résultat de chacune d'elles sera ainsi interprété :

— Si l'influence de la valeur professionnelle est démontrée (par exemple au seuil de signification $P = .05$ (1), il aura validé son test. Bien entendu, avec

(1) Ceci signifie que nous avons moins de 5 chances sur 100 de conclure à une influence alors qu'il n'y en a pas.

aussi peu de sujets, il serait absurde de vouloir chiffrer le degré de validité. Remarquons qu'on a la même précision qu'en utilisant 24 ouvrières d'un même poste. (Une validation par poste, serait, *a priori*, non significative au seuil de signification $P = .05$, puisqu'il n'y a que 6 façons de ranger 4 individus en 2 groupes de 2.)

— L'étude de l'influence du poste n'est pas très intéressante, car cette influence est simplement liée à la manière dont on a réparti les 24 sujets entre les 6 postes.

Si l'on trouve une interaction significative, on en conclura que la validité varie suivant les postes. Le test aura une valeur d'orientation.

b) *Etude du travail sur machine Elliot Fisher*. — Après avoir décomposé le cycle opératoire du travail en 9 opérations, le chronomètreur analyseur a chronométré 20 cycles sur 8 ouvrières et a donc obtenu ainsi $20 \times 9 \times 8$ mesures.

Dans une première analyse, il utilise les deux classifications, ouvrières et opérations :

Ouvrières	7 degrés de liberté
Opérations	8 — —
Interaction	56 — —
Erreur	1.368 — —
TOTAL	<u>1.439 degrés de liberté</u>

Les résultats s'interpréteront ainsi :

— s'il y a une influence des ouvrières, on dira simplement qu'elles sont de valeur inégale.

— s'il y a une interaction significative, on conclura que les opérations ne sont pas homogènes et s'il n'y a pas lieu de penser que l'hétérogénéité vient des méthodes de travail ou d'apprentissage, on l'attribuera à la mise en jeu de fonctions psychologiques différentes.

c) *Etude d'appréciations de gestes*. — Un film a été pris sur 9 apprentis limousinants en train de tailler une pierre. On a présenté le film à 20 personnes et on leur a demandé de juger les gestes sous 3 aspects différents. Les 20 personnes étaient :

- 5 moniteurs de limousinerie ;
- 5 moniteurs de briquetage ;
- 5 moniteurs d'entraînement sportif ;
- 5 personnes prises au hasard et n'ayant pas de connaissances spéciales de la limousinerie.

L'expérimentation est ainsi orthogonalisée avec 3 facteurs : apprentis (9), aspect du geste (3), catégorie du notateur (4).

L'analyse des différents effets et interactions permet d'étudier la valeur des jugements.

IV. — UN EXEMPLE D'ANALYSE DE MESURES

Afin de concrétiser les notions que nous venons d'exposer, nous allons donner un exemple d'analyse de variance. Nous avons choisi le cas simple d'une double classification afin d'être compris par le lecteur non encore familier avec la méthode.

Exemple : On a fait subir à 13 employées le test de temps de réaction à un stimulus visuel. Chaque sujet a donné 95 réponses consécutives. Ces réponses ont été groupées en classes de 5, en respectant leur ordre de succession. Nous avons donc 2 classifications :

— Employées, 13 ;

— Groupes, 19.

Nous avons choisi 2 variables cruciales :

— La moyenne des 5 mesures de chaque classe.

— L'étendue des 5 mesures de chaque classe, c'est-à-dire la différence entre la plus grande et la plus petite.

Nous avons pris ces variables, parce que la pratique courante est d'exprimer le résultat du test par la moyenne et par l'écart-type et, d'autre part, à cause de l'idée empruntée aux procédés de contrôle statistique de qualité, d'étudier une suite de mesures à partir de la moyenne et de l'étendue de lots consécutifs. (Dans la pratique du contrôle, on emploie souvent l'étendue à la place de l'écart-type parce qu'elle est plus rapide à calculer.)

ANALYSE DE LA MOYENNE. — Soit \bar{z} la moyenne générale des valeurs de la variable, \bar{z}_i la moyenne de ces valeurs pour la i^{e} employée, \bar{z}_j la moyenne pour le j^{e} groupe et z_{ij} la valeur pour la i^{e} employée et le j^{e} groupe. On peut décomposer la somme des carrés :

$$D = \sum \sum (z_{ij} - \bar{z})^2 \text{ en 3 termes}$$

$$A = \sum_i 13 (\bar{z}_i - \bar{z})^2 \text{ qui a trait aux comparaisons entre employées}$$

$$B = \sum_j 19 (\bar{z}_j - \bar{z})^2 \text{ — — — entre groupes}$$

$$C = D - A - B \text{ — — — résiduelles.}$$

On obtient le tableau d'analyse :

Sources de variation	Degrés de liberté	Sommes des carrés	Carré moyen	F
Employées ...	12	A = 1642,81	136,90	19 très significatif 1,49 non significatif
Groupes	18	B = 189,06	10,50	
Interaction ...	216	C = 1519,36	7,03	
TOTAL	246	D = 3351,23		

Le carré moyen est le quotient de la somme des carrés correspondante par le nombre de degrés de liberté. F est le rapport du carré moyen correspondant par le carré moyen de l'interaction 7,03. Les tables de Snedecor indiquent si F est significatif (très significatif signifie un résultat significatif au seuil de $P = .01$).

ANALYSE DE L'ÉTENDUE. — On obtient :

Sources de variation	Degrés de liberté	Sommes des carrés	Carré moyen	F
Employées ...	12	A = 393,91	32,83	1,31 non significatif 1,73 significatif
Groupes	18	B = 777,39	43,19	
Interaction ...	216	C = 5392,40	29,97	
TOTAL	246	D = 6563,70		

CONCLUSION. — La moyenne différencie très nettement les employées, l'étendue distingue les groupes. Ceci pourrait être un point de départ pour une analyse plus complète du test. Résumons simplement ainsi :

La moyenne est une bonne mesure de la vitesse de réaction d'un sujet à un stimulus visuel.

Les variations de l'étendue seront, par contre, intéressantes, non pas pour distinguer les sujets, mais pour étudier les divers facteurs : apprentissage, fatigue, monotonie, etc., qui sont liés à la répétition prolongée d'une épreuve.

*
*
*

Les lignes qui précèdent ont été écrites pour attirer l'attention des spécialistes de l'étude du travail sur les méthodes de R.-A. Fisher. Elles supposent que l'expérimentation a été soigneusement planifiée. Mais elles permettent, souvent, avec un nombre relativement restreint de mesures, d'obtenir des conclusions que l'on ne pourrait atteindre aussi bien par d'autres méthodes.

SUMMARY

The preceding lines have been written to draw the attention of labour study specialists on R. A. Fisher's methods. They imply the fact that the experimentation has been carefully planned out. But often with a relatively small number of measures, conclusions can be drawn which could not be reached so successfully by other methods.

Source de variation	Degré de liberté	Somme des carrés	Carré moyen
Employées ...	12	A = 162.41	13.50
Groupes ...	18	B = 189.06	10.50
Interaction ...	24	C = 151.30	6.30
Total ...	54	D = 492.77	

Le carré moyen est le quotient de la somme des carrés correspondants par le nombre de degrés de liberté. F est le rapport du carré moyen correspondant par le carré moyen de l'interaction. Les tables de Fisher indiquent si F est significatif (très significatif signifie un résultat significatif au sens de $P = .01$).

ANALYSE DE L'ÉTENDUE. — On obtient :

Source de variation	Degré de liberté	Somme des carrés	Carré moyen
Employées ...	12	A = 229.01	19.08
Groupes ...	18	B = 275.29	15.29
Interaction ...	24	C = 251.25	10.47
Total ...	54	D = 755.55	

ESSAI D'UNE ÉTUDE OBJECTIVE DU COMPORTEMENT AU COURS DES TESTS

par C. CHAUFFARD

Dans un précédent mémoire (1) nous avons exposé les résultats d'une étude sur le comportement au cours de tests de performance ; nous voudrions ici exposer de nouveaux résultats, obtenus en partant des données de cette étude, mais nous rappellerons brièvement auparavant les étapes principales de notre premier travail.

1^o Point de départ. Les psychologues praticiens ont généralement une grande confiance dans les observations de comportement qu'ils sont amenés à faire au cours des tests.

Si chacun faisait des observations satisfaisantes, plusieurs observateurs étudiant le même sujet devraient faire les mêmes observations.

2^o Expérience proprement dite : choix de 9 tests (Wiggly-Block, Planche de Minnesota, Rondelles de Piorkowski, Cubes de Kohs, Montage d'Objets, Pointage, Heuyer-Baille, Tourneur, Porteurs).

3^o Recherche des points de comportement possibles à étudier pour chaque test. Les points sont relatifs à l'intelligence, à la motricité, au caractère et au tempérament. Ainsi pour le Wiggly-Block, les points à étudier sont les suivants :

2. Méthode. — 3. Perfectibilité de la méthode. — 5. Aisance des gestes des membres supérieurs. — 10. Conscience. — 11. Persévérance. — 12. Ardeur au travail. — 13. Emotivité en général. — 13 bis. Emotivité à la difficulté intellectuelle. — 8 bis. Régularité d'effort. — 14. Docilité. — 15. Vitesse-Précision. — 17. Extériorisation des sentiments. — 20. Confiance en soi.

4^o Etablissement de définitions pour chacun des traits de comportement. Chaque trait est noté en 5 points : A+, A, B, C, C- suivant l'intensité avec laquelle le sujet possède le trait considéré. Des définitions intermédiaires correspondant à A, B, C, ont été également établies. Des feuilles de notation sont établies pour chaque test. Nous reproduisons dans la figure 1 la feuille utilisée pour le Wiggly-Block.

5^o Recommandation aux observateurs de noter les traits en tenant compte qu'ils sont censés se répartir suivant une courbe en cloche.

6^o Application de 153 tests dont 100 Wiggly-Block permettant de noter 1943 points, par quatre observateurs exercés, notant séparément le comportement de chaque sujet.

7^o Etude de la répartition des résultats de chaque point pour chaque juge.

8^o Conversion de tous les résultats en écarts réduits.

9^o Etude des résultats de chaque juge, en comparaison d'un juge idéal (moyenne des quatre juges).

10^o Etude de l'effet de « halo » sur quelques points.

11^o Même étude faite par des juges débutants.

Les conclusions essentielles de cette étude ont été les suivantes :

1) Les points les mieux jugés sont : la méthode, la perfectibilité de la méthode, l'aspect vitesse-précision ;

(1) C. CHAUFFARD, « Etude sur le comportement au cours des tests », *Bulletin de l'Institut National d'Étude du Travail et d'Orientation professionnelle*, 1947, n^{os} 7-8 et 9-10.

2) L'appréciation des traits caractériels donne des résultats décevants. La présence positive d'un trait caractériel (point noté dans la colonne A ou B) ne semble pas avoir de signification particulière, si ce n'est que le sujet se conduit dans ce cas comme la très grande majorité des sujets devant une telle tâche. La présence d'un de ces traits notée dans la colonne A+, C, ou C- est significative et est un indice qui demande une étude plus approfondie ;

INOP

WIGGLY-BLOCK

Nom du sujet :

Opérateur :

Date :

	A+ 4 %	A 24 %	B 44 %	C 24 %	C- 4 %
2. Méthode					
3. Perfectibilité de la méthode					
5. Aisance des gestes des membres supérieurs ...					
10. Conscience					
11. Persévérance					
12. Ardeur au travail					
13. Emotivité en général.....					
13b Emotivité à la difficulté in- tellectuelle					
8 bis Régularité d'effort					
14. Docilité					
15. Vitesse-Précision					
17. Extériorisation des senti- ments					
20. Confiance en soi					

FIG. 1. — Fiche de notation utilisée

3) Les observateurs, certains du moins, s'améliorent de façon très sensible par l'exercice ;

4) L'étude du comportement reste une chose précieuse en vue de la connaissance du sujet, mais les indications qu'elle fournit doivent être employées avec prudence étant donné la marge d'erreurs dont elles sont entachées. Les enquêtes sur le sujet, du point de vue de son attitude dans le milieu scolaire, professionnel, familial, demeurent tout à fait nécessaires.

Partant de ces premiers résultats, nous avons alors tenté de rechercher :

- 1° La constance des appréciations de comportement ;
- 2° L'effet de « halo » ;
- 3° L'accord entre les observateurs ;
- 4° Les groupements des points étudiés.

1° LA CONSTANCE DES APPRÉCIATIONS DE COMPORTEMENT

Nous avons pu, six mois après la première expérience, appliquer une deuxième fois le Wiggly-Block à 68 sujets qui avaient précédemment subi cette épreuve. La deuxième application s'est faite exactement suivant la même méthode que la première. Un sujet subissant l'épreuve devant les quatre mêmes juges qui notaient les mêmes points de comportement toujours en 5 échelons. Nous avons alors cherché pour chaque juge et pour chaque point la corrélation existant entre la première et la deuxième application. Le coefficient de corrélation employé a été le coefficient tétrachorique. Certaines corrélations n'ont pu être recherchées lorsque la répartition des appréciations n'avait pas été réalisée suivant la consigne donnée. Ainsi, la corrélation pour le point 14 (docilité) n'a pu être étudiée pour aucun des quatre juges ; de nombreuses corrélations n'ont pu être calculées pour le juge IV, ce qui était à prévoir d'après les résultats de la première expérience. En effet, ce juge trop indulgent place pour de nombreuses rubriques un nombre beaucoup trop élevé de sujets dans la colonne A, et ceci à la deuxième expérience aussi bien qu'à la première, malgré les remarques qui avaient été faites à ce juge et les efforts qu'il a faits pour se corriger. Les résultats obtenus sont rapportés dans le Tableau I.

TABLEAU I

CONSTANCE DES APPRÉCIATIONS DES QUATRE OBSERVATEURS

Points à étudier	I	II	III	IV
2. Méthode .....	.52	.10	.54	.51
3. Perfectibilité de la méthode .....	.32	.18	.06	.18
5. Aisance des gestes des membres supérieurs .....	...	...	.45	...
10. Conscience .....	.70	.23	.52	...
11. Persévérance .....	.44	.00	.46	...
12. Ardeur au travail .....	.33	.30	.61	...
13. Emotivité en général .....	.20	...	.06	.27
13b. Emotivité à la difficulté intellectuelle .....	.15	.20	.00	— .09
8b. Régularité d'effort .....	.55	.18	.46	...
15. Vitesse-Précision .....	.52	.00	.24	.43
17. Extériorisation des sentiments .....	.29	.00	.15	.50
20. Confiance en soi .....	.14	.68	.30	.28
r moyen .....	.40	.18	.38	.29

Nous avons classé les quatre juges, I, II, III, IV, d'après les résultats qu'ils avaient obtenus dans la première expérience (1). Le juge I est celui qui

(1) Voir *Bulletin de l'I. N. E. T. O. P.*, article cité.

se rapproche le plus du juge moyen, juge moyen que l'on a coutume d'appeler dans les travaux anglais et américains « juge idéal » ; le juge II se classe deuxième, etc. Il est à remarquer que le juge classé premier d'après le premier critère est celui dont les observations sont également les plus constantes. Par contre, le juge II s'est montré particulièrement infidèle ; la moyenne des corrélations obtenues pour ce juge est telle qu'il semble difficile d'accorder confiance à ses appréciations.

Le seul point qui offre pour tous les juges, sauf pour le juge II, une certaine stabilité est le point 2 (Méthode de travail), les points 13 et 13 bis (Emotivité en général et Emotivité à la difficulté intellectuelle) n'offrent aucune constance pour aucun des juges. Ceci peut sans doute s'expliquer par le fait que les sujets, subissant l'épreuve pour la deuxième fois, la connaissaient et n'étaient donc pas impressionnés par une tâche nouvelle. En outre, ils connaissaient également les observateurs, savaient qu'il ne leur serait pas adressé de reproches en cas d'échecs, etc. Tout ceci a largement contribué à atténuer l'effet de l'émotivité.

Les résultats différents obtenus à la première et à la seconde expériences peuvent être dus à l'un et à l'autre. Le fait même que certains observateurs obtiennent des résultats bien supérieurs à certains autres, montre que la part de l'observateur est importante. En outre, on a tendance, surtout lorsque les tests sont appliqués en vue de l'orientation ou de la sélection professionnelles, à étendre les observations faites au cours d'un test au comportement habituel du sujet. Dans ce cas, il importe peu que le manque de fidélité de l'observation soit dû au sujet lui-même, au test ou à l'observateur, ce qui est important à remarquer, c'est qu'il est très dangereux de tirer des indications générales sur le comportement du sujet en partant d'observations qui auraient pu être toutes différentes si elles avaient été faites à quelques mois de distance, peut-être même à quelques jours d'intervalle.

2° L'EFFET DE « HALO »

Nous avons repris ici l'étude de l'effet de « halo » qui avait été seulement esquissée au cours de la première étude. On sait que l'on appelle effet de « halo » la tendance d'un observateur à noter favorablement ou défavorablement un sujet pour plusieurs points, simplement parce que le sujet a une attitude caractéristique pour l'un d'entre eux, ce qui entraîne l'observateur à étendre à d'autres points le même jugement.

Nous avons suivi ici la méthode employée par R. Bonnardel dans une étude (1) qui portait sur l'appréciation par cinq de leurs chefs de douze sujets appartenant à la maîtrise subalterne d'une grande usine de construction mécanique. Les chefs devaient noter les sujets sous les aspects : valeur morale, valeur de commandement, valeur professionnelle, valeur personnelle. Chacune de ces notes était obtenue en partant d'un barème très précis. Chacune des rubriques est composée de cinq éléments de cotation, notés de

(1) R. BONNARDEL, « Etude sur l'évaluation de l'aptitude professionnelle de la maîtrise subalterne et sur les jugements analytiques portés sur différents aspects du comportement de l'homme ». *Le Travail humain*, 1946, pp. 178-191.

0 à 20, par exemple la valeur morale comprend les cinq éléments suivants : Discipline, Moralité, Conscience professionnelle, Tenue et ordre, Loyauté envers l'entreprise. En outre, les sujets avaient subi un test d'intelligence. Il nous a paru intéressant de comparer les résultats obtenus dans notre propre expérience par des observateurs ayant reçu une formation psychologique et ayant un long entraînement de l'observation avec ceux de l'expérience de Bonnardel qui parlait de juges non entraînés dans ce domaine et psychologiquement non formés.

Nous avons alors recherché les corrélations existant pour chaque juge entre tous les points étudiés. Le coefficient de corrélation employé a été le coefficient tétrachorique. Nous donnons à titre comparatif, dans le Tableau II, nos propres résultats et les résultats de l'expérience de Bonnardel.

TABLEAU II (1)

MOYENNE DES CORRÉLATIONS DE TOUS LES POINTS
POUR CHAQUE OBSERVATEUR

Expérience Chauffard	Expérience Bonnardel
1 — .18	1 — .68
2 — .31	2 — .92
3 — .24	3 — .87
4 — .30	4 — .80
	5 — .86
Moyenne = .26	Moyenne = .84

Pour compléter l'étude de l'effet de halo, nous avons recherché, comme l'avait fait Bonnardel, les corrélations existant entre les résultats d'un observateur sur un point déterminé et ceux obtenus sur tous les autres points par tous les autres observateurs. On saisit tout de suite que ces corrélations n'ont aucune signification psychologique : en effet, il semble qu'il n'y ait aucun motif de rechercher la corrélation entre, par exemple, la méthode notée par un observateur et tous les autres points, perfectibilité de la méthode, aisance des gestes, ardeur au travail, conscience, émotivité, etc., notées par les autres observateurs. On aurait donc pu penser *a priori* que ces corrélations devaient être très basses, sinon inexistantes. Nous donnons ici, comme précédemment, les résultats sous forme de corrélation moyenne. Chaque résultat devrait porter sur 120 coefficients de corrélation, mais, pour la même raison que précédemment, certaines corrélations de certains observateurs n'ont pu être calculées. Nous indiquons entre parenthèses le nombre de corrélations sur lesquelles a porté l'expérience. Les résultats obtenus sont rassemblés dans le Tableau III.

(1) Voir en Annexe I le tableau complet de toutes les intercorrélations.

TABLEAU III

CORRÉLATIONS MOYENNES
ENTRE LES NOTES D'UN OBSERVATEUR SUR UN POINT DÉTERMINÉ
ET TOUS LES AUTRES POINTS DE TOUS LES AUTRES OBSERVATEURS

Expérience Chauffard			Expérience Bonnardel	
Point				
— 2	.....	.32 (103)		
— 3	.....	.08 (91)		
— 5	.....	.11 (66)		
— 11	.....	.28 (82)	Valeur morale	.70
— 12	.....	.38 (75)	— de commandement	.78
— 13	.....	.17 (74)	— professionnelle	.80
— 13 b.	.....	.34 (101)	— personnelle	.80
— 8 b.	.....	.27 (104)	Intelligence	.78
— 15	.....	.18 (105)		
— 17	.....	.14 (96)		
— 20	.....	.38 (103)		

Les résultats des Tableaux II et III font ressortir avec évidence que l'effet de halo s'est fait sentir d'une façon beaucoup moins marquée dans notre propre expérience que dans l'expérience de Bonnardel. On remarque, dans les résultats des deux expériences, des différences entre les divers observateurs. L'observateur I qui s'était montré le meilleur pour les autres qualités étudiées demeure le meilleur ici. Les différences entre certains d'entre eux quoique significatives ne sont jamais considérables. La différence des résultats des deux expériences peut sans doute s'expliquer par des raisons psychologiques. Les observateurs de notre expérience étaient exercés à ce genre de travail, ils étaient particulièrement prévenus contre les erreurs dues à l'effet de halo (les observateurs de l'expérience Bonnardel avaient également été mis en garde contre cette erreur, mais ils n'avaient, si l'on peut dire, qu'une connaissance théorique de cette erreur ; au contraire, dans notre expérience, les observateurs connaissaient expérimentalement cette erreur pour l'avoir déjà par eux-mêmes observée, étudiée, calculée).

En outre, dans notre expérience, les observateurs ne connaissaient pas au préalable les sujets, n'avaient aucun renseignement d'ordre général sur eux, ils n'avaient donc jamais eu l'occasion ni de porter de jugements sur ces sujets, ni d'avoir discuté de leur valeur entre eux ; il en était tout autrement des observateurs de l'expérience Bonnardel.

3° L'ACCORD ENTRE LES OBSERVATEURS

Pour étudier cet aspect, nous avons, toujours comme dans l'expérience Bonnardel, recherché la corrélation existant entre chacun des points jugés par un correcteur et le même point jugé par les autres correcteurs. Les résultats obtenus sont groupés dans le Tableau IV.

TABLEAU IV

CORRÉLATION MOYENNE DE CHAQUE POINT D'UN CORRECTEUR
AVEC LE MÊME POINT DES AUTRES CORRECTEURS

Expérience Chauffard		Expérience Bonnardel	
Point 2	.74		
— 3	.61		
— 5	.02		
— 11	.51	Valeur morale	.78
— 12	.69	— de commandement	.82
— 13	.25	— professionnelle	.86
— 13 b.	.50	— personnelle	.87
— 8 b.	.33	Intelligence	.89
— 15	.37		
— 17	.57		
— 20	.69		

Les corrélations très élevées de l'expérience Bonnardel étaient à prévoir étant donné l'importance de l'effet de halo. Dans notre expérience, l'accord des observateurs est très variable suivant les points. Il n'existe aucun accord pour le point 5 (Aisance des gestes des membres supérieurs). Ceci confirme les résultats de notre premier travail qui nous avaient amené à penser qu'il y avait lieu, pour d'autres raisons déjà (en particulier difficulté des juges à faire des observations différenciées et d'obtenir pour ce point des courbes normales) d'abandonner l'étude de ce trait au cours de l'observation du Wiggly-Block.

4° LES GROUPEMENTS DES POINTS ÉTUDIÉS

Nous avons pensé à effectuer une analyse factorielle de nos données afin de dégager le groupement possible des points, et enfin à rechercher la constance du groupement de chaque observateur en comparant les groupements obtenus d'après les analyses effectuées sur les données de la première et de la deuxième expériences. Mais nous avons cru préférable d'abandonner ce projet pour plusieurs raisons : manque de précision des données initiales, coefficient de corrélations tétrachoriques moins précis que le r de Pearson, nombre de sujets insuffisant surtout dans la deuxième expérience (68 sujets). Nous avons alors seulement essayé de tirer quelques remarques de l'examen des tableaux d'intercorrélations.

Nous avons essayé de dégager les points qui étaient liés entre eux par d'assez fortes corrélations. Nous avons retenu tous les coefficients de corrélation au moins égaux à .40 (en gras dans les tableaux en annexe). Ce choix est évidemment arbitraire, cependant il nous a semblé qu'un coefficient de corrélation de .40 était suffisamment élevé pour indiquer une liaison qui pouvait être retenue. Nous avons effectué ces groupements en partant des données de la première et de la deuxième expériences.

En examinant les résultats des quatre observateurs pour la première expérience (I), nous remarquons, dans l'ensemble, pour chaque correcteur, des groupements de liaisons qui lui sont propres, ce qui est évidemment regrettable. Il n'y a pas un seul groupement qui soit commun aux quatre correcteurs.

Cependant, on retrouve chez les deux premiers correcteurs un certain nombre de liaisons communes : les groupements des points 13, 13 bis et 20 (Emotivité en général, Emotivité à la difficulté intellectuelle, Confiance en soi), 2, 11 et 12 (Méthode, Persévérance et Ardeur au travail), 2 et 12, 2 et 11, 2 et 8 bis (8 bis = Régularité d'effort). On trouve également les points 11 et 12 liés chez les trois premiers observateurs. Les points 13 et 13 bis chez les observateurs I, II et IV.

Ainsi il semble bien que, à quelques exceptions près, chaque observateur ait des groupements qui lui sont propres. On pourrait imaginer que chaque juge porte son opinion en partant de schèmes personnels inconscients, formés depuis l'enfance par les réactions du sujet devant les différentes circonstances de la vie, par son éducation et aussi d'après son propre tempérament, etc. ; mais, si cette hypothèse était valable, un même sujet devrait conserver les mêmes groupements. Une comparaison pour chacun des observateurs des groupements obtenus dans la première et dans la deuxième expériences pourra nous indiquer si cette hypothèse concorde avec les faits. Nous donnons sous forme de tableau (Tableau V) les résultats obtenus.

TABLEAU V

Observateurs (1)	Nombre de liaisons obtenues à la 1 ^{re} exp. (2)	Nombre de liaisons retrouvées à la 2 ^e exp. (3)	Nouvelles liaisons (4)
I	13	7	6
II	19	2	12
III	16	14	21
IV	9	5	17

Il importe tout d'abord de remarquer :

1^o Que le total des colonnes (3) et (4) pour un observateur, ne donne pas forcément le nombre de liaisons qu'il a obtenues dans la deuxième expérience. Par exemple, pour l'observateur I, on trouve 14 liaisons ; le tableau n'en indique que 13 : en effet, il n'a pas été compté la liaison 13-13 bis dans le groupe 5, 13, 13 bis, dont il avait déjà été tenu compte dans les groupements 13, 13 bis, 20.

2^o Qu'au cours de la deuxième expérience, les examinateurs III et IV ont obtenu des résultats très décevants ; de nombreuses corrélations n'ont pu être calculées, spécialement pour l'observateur IV, les histogrammes étant trop mauvais ; la presque totalité des points étaient placés dans la même colonne et, d'autre part, leur différenciation entre les points a été très peu satisfaisante, le nombre considérable de liaisons relevées le montre avec

(1) Voir les coefficients de corrélation indiqués en gras dans les tableaux en annexe.

évidence. En tenant compte de cette dernière remarque, le nombre de liaisons conservées est assez minime, spécialement pour l'observateur II, ce qui n'est pas étonnant puisqu'il s'était déjà montré le moins fidèle dans l'étude que nous avons faite plus haut. Ainsi l'hypothèse de schèmes propres à chaque observateur ne paraît-elle valable que dans de faibles proportions et on est en droit de se demander s'il n'entre pas beaucoup de hasard dans le groupement des points. Il faut encore remarquer ici des différences individuelles très importantes entre les observateurs, certains étant beaucoup plus capables que d'autres de maintenir constant le groupement de leurs points.

Enfin, nous avons voulu essayer de tirer de l'étude des groupements quelques précisions sur la valeur propre de chaque point. Nous avons, dans ce but, relevé le nombre de fois où chaque point était rencontré lié à un autre pour les quatre observateurs et pour chaque observateur considéré isolément. Ce relevé est consigné dans le Tableau VI.

On remarque que les points qui sont le moins souvent liés à d'autres et qui semblent donc pouvoir être étudiés en eux-mêmes sans que l'observateur soit gêné par un effet de halo, sont : le point 3 (Perfectibilité de la méthode), le point 5 (Aisance des gestes supérieurs) et le point 17 (Extériorisation des sentiments). Les autres points, et spécialement tous ceux qui se rapportent à un aspect caractériel du sujet, sont toujours fortement liés entre eux. Ceci nous amène à penser qu'une analyse du comportement aussi poussée que celle proposée dans ce travail est illusoire ; il serait sans doute préférable de réduire considérablement le nombre des points étudiés. Il semble ainsi que, pour l'étude du Wiggly-Block, test sur lequel porte notre expérience, on pourrait réduire à cinq le nombre des points étudiés et ne retenir que : la Méthode, la Perfectibilité de la méthode, l'Emotivité, l'aspect Vitesse-Précision ; on pourrait y ajouter l'Attitude caractérielle devant le travail.

Nous pensons que l'on peut retenir le point 2 (Méthode) bien qu'il soit lié un nombre important de fois avec d'autres points. En effet, ce point avait obtenu la meilleure constance d'après les résultats trouvés plus haut (voir Tableau I). Nous n'avons pas retenu le point 5 (Aisance des gestes des membres supérieurs) bien que ce soit un de ceux qui paraissent le moins lié à d'autres points en raison des remarques faites page 181. Le point 13 (Emotivité) est retenu bien qu'il ait comme le point 2 de nombreuses liaisons avec d'autres points, car nous retrouvons chez tous les observateurs à propos de ce point de nombreuses liaisons communes, liaison entre 13 et 13 bis (Emotivité en général, Emotivité à la difficulté intellectuelle), liaison entre 13 et 20 (20 = Confiance en soi), liaison entre 13 bis et 20, et souvent liaison entre les trois points à la fois, 13, 13 bis et 20. Il y aurait lieu d'ailleurs de reprendre la définition de ces termes telle que nous l'avions proposée dans notre travail publié au B. I. N. E. T. O. P., et établir une définition plus générale qui tiendrait compte des définitions des points 13 bis et 20. L'aspect 15, Vitesse-précision, peut être retenu bien que l'on pourrait sans doute obtenir une note plus objective de cet aspect en comparant le temps employé à exécuter l'épreuve et le nombre d'erreurs faites par le sujet. Quant au point « Attitude caractérielle devant le travail », ce terme, pour être vague, fournirait pratiquement, croyons-nous, plus de renseignements valables que l'analyse détaillée que nous avons tout d'abord tentée.

TABLEAU VI

RELEVÉ DU NOMBRE DE FOIS OU LES POINTS SONT LIÉS

1 ^{re} expérience			2 ^e expérience		
Points	Nombre de liaisons		Points	Nombre de liaisons	
2	16 dont 5	pour l'Obs. I	2	14 dont 1	pour l'Obs. I
	— 5 —	II		— 1 —	II
	— 3 —	III		— 7 —	III
	— 3 —	IV		— 5 —	IV
3	2 dont 0	pour l'Obs. I	3	3 dont 0	pour l'Obs. I
	— 0 —	II		— 1 —	II
	— 1 —	III		— 2 —	III
	— 1 —	IV		— 0 —	IV
5	1 dont 1	pour l'Obs. III	5	12 dont 2	pour l'Obs. I
				— 3 —	II
				— 7 —	III
				— 0 —	IV
11	10 dont 4	pour l'Obs. I	11	20 dont 2	pour l'Obs. I
	— 5 —	II		— 1 —	II
	— 1 —	III		— 10 —	III
	— 0 —	IV		— 7 —	IV
12	16 dont 5	pour l'Obs. I	12	22 dont 4	pour l'Obs. I
	— 5 —	II		— 3 —	II
	— 6 —	III		— 9 —	III
	— 0 —	IV		— 6 —	IV
13	9 dont 2	pour l'Obs. I	13	18 dont 4	pour l'Obs. I
	— 2 —	II		— 0 —	II
	— 3 —	III		— 9 —	III
	— 2 —	IV		— 5 —	IV
13 bis	18 dont 3	pour l'Obs. I	13 bis	28 dont 6	pour l'Obs. I
	— 3 —	II		— 4 —	II
	— 7 —	III		— 13 —	III
	— 5 —	IV		— 5 —	IV
8 bis	13 dont 3	pour l'Obs. I	8 bis	22 dont 4	pour l'Obs. I
	— 5 —	II		— 4 —	II
	— 2 —	III		— 11 —	III
	— 3 —	IV		— 3 —	IV
15	10 dont 0	pour l'Obs. I	15	13 dont 1	pour l'Obs. I
	— 7 —	II		— 4 —	II
	— 2 —	III		— 7 —	III
	— 1 —	IV		— 1 —	IV
17	4 dont 0	pour l'Obs. I	17	10 dont 2	pour l'Obs. I
	— 0 —	II		— 2 —	II
	— 0 —	III		— 3 —	III
	— 4 —	IV		— 3 —	IV
20	20 dont 4	pour l'Obs. I	20	22 dont 2	pour l'Obs. I
	— 6 —	II		— 5 —	II
	— 5 —	III		— 8 —	III
	— 5 —	IV		— 7 —	IV

CONCLUSION

Cette nouvelle étude confirme en tous points notre premier travail ; elle fait apparaître d'une façon encore plus nette les faiblesses de la méthode d'observation, faiblesses qui sont dues spécialement :

1^o A la difficulté qu'éprouvent les observateurs à répartir leurs observations suivant une courbe normale ;

2^o Au manque de constance des observateurs dans leurs appréciations ;

3^o A l'effet de halo.

La comparaison de nos résultats avec ceux de Bonnardel montre que des psychologues exercés sont capables de différenciations plus fines que des personnes non entraînées et sont surtout beaucoup moins influencés par l'effet de halo. Nous devons cependant souligner encore une fois les conditions très différentes des deux expériences. D'ailleurs le fait que, dans l'expérience Bonnardel on ait pu, grâce à une analyse factorielle des résultats, mettre en lumière un facteur général d'estimation très satisfaisant nous fait espérer que la réduction des points à étudier, comme nous le proposons plus haut, pourrait nous permettre une estimation meilleure qu'il faudrait alors contrôler par les appréciations des maîtres ou la réussite professionnelle.

Nous sommes persuadée que la méthode que nous avons employée — comportement étudié sous forme analytique — est beaucoup moins séduisante et beaucoup moins riche en apparence, mais sans doute en apparence seulement, que celle qui consiste à étudier le comportement du sujet sans plan préalable. Dans ce dernier cas, l'observateur exprime librement des remarques souvent très fines qu'il ne peut disposer dans un cadre rigide. Mais nous disons que cette richesse n'est qu'apparente car, si fines que soient des observations, si elles sont incertaines elles sont d'autant plus dangereuses qu'elles sont plus séduisantes, et, si incertaines qu'elles soient, elles comportent de la part de l'observateur ce sentiment psychologique de certitude, hélas, trompeur.

De toutes façons nous croyons que la méthode que nous avons suivie oblige chaque observateur à connaître, de façon concrète, sa façon de juger, ses défauts, les erreurs qu'il commet, et peut ainsi permettre un progrès. En effet nous avons été frappée, toutes les fois que nous avons lu des documents sur la valeur de l'étude du comportement comme méthode d'analyse psychologique, par les remarques souvent très fines que les auteurs tirent de cette étude, et aussi par le fait qu'ils ne mettent jamais en doute la valeur des jugements portés et ne tiennent jamais compte de la marge d'erreurs qui faussent constamment de tels jugements.

Un fois de plus, nous pourrions donc conclure en insistant sur la difficulté d'une étude objective du comportement.

Il semble bien ambitieux de penser que l'on puisse par ce procédé atteindre la personnalité d'un sujet ; il semble plutôt, malheureusement, que l'on ne parvienne à juger qu'un aspect assez superficiel ; tout notre travail, et spécialement la comparaison de la première expérience avec celle faite six mois plus tard, nous incite à conclure dans ce sens. Les données que l'on croit impartialement observées, sont interprétées par chaque observateur en fonction de sa propre personnalité, de ses propres expériences, ce qui, par définition même, leur retire leur aspect objectif. Etant donné que jusqu'ici

nous n'avons pas de moyens nous permettant d'appréhender de façon scientifique la personnalité d'un sujet, nous devons évidemment employer des méthodes approchées, mais elles doivent être diverses, permettant des recoupements, des vérifications l'une par l'autre et aussi des comparaisons des différents juges.

SUMMARY

This new study confirms the conclusions reached in a former work; it reveals even more clearly the weaknesses of the observation method, weaknesses due especially: 1° to the observers' difficulty in distributing their observations according to a normal curve; 2° to the observers' lack of consistency in their estimations; 3° to the « halo effect ».

The comparison of our results with these of Bonnardel shows that experienced psychologists are capable of finer differentiations than non-experienced persons and are especially far less influenced by the halo effect. We must however emphasize once again the very different conditions under which the two experiments were carried out. Moreover the fact that in the Bonnardel experiment it has been possible, thanks to a factorial analysis of the results, to expose a very satisfactory general factor of estimation, gives us grounds to hope that the reduction of the points to be studied, as we propose, could admit of a better estimation, an estimation which moreover would have to be controlled by the estimates of experts or by professional success.

We are persuaded that the method employed — behaviour studied analytically — is much less attractive and much less rich in appearance, but doubtless only in appearance, than that consisting in the study of the subject's behaviour without any pre-established plan. In the latter case the observer expresses freely observations often very subtle which he cannot place within a rigid framework. But this richness is only apparent, for however subtle the observations may be, if they are doubtful, the more attractive they are, the more they are dangerous, and however doubtful they may be, they permit, on the observer's part a feeling of certainty which is deceptive.

The difficulty of an objective study of behaviour can legitimately be emphasized. It seems very ambitious to think that the subject's personality can be reached by this process; it would seem rather, unfortunately, that one would be led to judge only a fairly superficial aspect; the comparison of the first experiment with the one carried out six months later leads us to that conclusion. The data believed to have been observed impartially are interpreted by each observer according to his own personality, to his own experiments. This, by very definition, banishes their objective aspect. Given that up to now means are not possessed permitting us to read scientifically a subject's personality, we must clearly use the methods approaching the most closely, but these methods must be varied and give room for cuts and verifications.

ANNEXE II

 TABLEAU DES CORRÉLATIONS DE LA SECONDE EXPÉRIENCE (1)
 EFFECTUÉE 6 MOIS APRÈS LA PREMIÈRE

Observateur →		I										
	Points →	2	3	5	11	12	13	13 bis	8 bis	15	17	20
	↓											
I	2											
	3	00										
	5	00	-25									
	11	32	15	-20								
	12	49	00	-46	71							
	13	-04	-20	52	-44	-27						
	13 bis..	32	-20	62	-20	00	89					
	8 bis..	27	07	28	60	43	20	43				
	15	17	10	20	32	44	26	20	27			
	17	-05	30	12	19	-05	17	53	49	-37		
	20	35	10	30	-07	00	49	58	18	40	09	
Observateur →		II										
	Points →	2	3	5	11	12	13	13 bis	8 bis	15	17	20
	↓											
II	2											
	3	30										
	5	10	-19									
	11	35	30	50								
	12	12	20	42	14							
	13	08	-28	46	-18	-39						
	13 bis..	22	26	46	21	-05	34					
	8 bis..	34	48	08	-34	13	17	-14				
	15	37	10	-07	-20	53	-20	52	26			
	17	11	25	-04	01	-31	17	60	40	-34		
	20	46	20	57	-17	40	18	85	23	80	10	
Observateur →		III										
	Points →	2	3	5	11	12	13	13 bis	8 bis	15	17	20
	↓											
III	2											
	3	00										
	5	75	15									
	11	40	35	60								
	12	80	15		75							
	13	55	20	65	50	50						
	13 bis..	55	30	60	75	65						
	8 bis..	45	40	80	90	75	72	83				
	15	12	45	25	45		53	45	60			
	17	10	30	20	60	40	35	45	42	20		
	20	87	15	83			85	85		33	23	

(1) Les coefficients de corrélation sont exprimés en centièmes.

ANNEXE II (*suite et fin*)TABLEAU DES CORRÉLATIONS DE LA SECONDE EXPÉRIENCE (1)
EFFECTUÉE 6 MOIS APRÈS LA PREMIÈRE

Observateur ↓	IV											
	Points →	2	3	5	11	12	13	13 bis	8 bis	15	17	20
IV	2											
	3	37										
	5											
	11	50	16									
	12	63	35		58							
	13	72	21		60	54						
	13 bis..	66	32		76	64	62					
	8 bis..	35	25			60	40	79				
	15	18	— 11		05	50	24	— 10	— 21			
	17	44	20		80	20	70	70	45	— 50		
	20	65	01		65	86	74	80	51	34	33	

(1) Les coefficients de corrélation sont exprimés en centièmes.

INTÉRÊT RELATIF DE DIVERS TESTS DE PERFORMANCE EN VUE DU DIAGNOSTIC DE L'ADAPTABILITÉ D'UN GROUPE D'OUVRIÈRES DANS LES TRAVAUX D'USINAGE MÉCANIQUE

par R. BONNARDEL

SOMMAIRE

- I. — CONDITIONS EXPÉRIMENTALES.
- II. — RÉSULTATS.
 - a) Valeur pronostique de la note psychométrique globale ;
 - b) Intérêt relatif de chacune des épreuves utilisées.
- III. — CONCLUSIONS.

Nous rapportons ici une étude des rapprochements effectués entre les résultats d'examens psychométriques d'un groupe d'ouvrières et les appréciations professionnelles dont elles ont fait l'objet au cours d'un stage d'adaptation dans une usine de mécanique.

I. — CONDITIONS EXPÉRIMENTALES

Notre étude porte sur des ouvrières âgées de 18 à 30 ans, nouvellement embauchées dans un centre usinier. A leur entrée, elles ont passé un examen médical et un examen psychométrique. A partir des renseignements ainsi obtenus leur orientation a été effectuée vers un atelier de mécanique. Avant de les répartir dans diverses sections normales de travail, et afin de les familiariser avec la conduite des machines-outils, on leur a fait effectuer un stage de trois à quatre semaines dans une section d'adaptation où le maniement des diverses machines (perceuses, fraiseuses, tours, rectifieuses) leur a été enseigné.

D'après la réussite au cours de cet apprentissage, elles furent notées de façon indépendante par deux personnes : le contremaître ayant la responsabilité de la section d'adaptation et un agent du service du personnel.

A partir de ces deux séries de notes, des rapprochements ont été effectués,

d'une part avec la note psychométrique globale de l'examen d'entrée, d'autre part avec les résultats obtenus dans chaque test. Pour effectuer ces rapprochements, 100 dossiers complets ont été utilisés.

II. — RÉSULTATS

a) VALEUR PRONOSTIQUE DE LA NOTE PSYCHOMÉTRIQUE GLOBALE

Nous rapportons dans le tableau I les coefficients de corrélation (r de Pearson) entre les trois séries de notations.

TABLEAU I
CORRÉLATIONS ENTRE LES TROIS NOTATIONS

Notations —————→ ↓	Agent du personnel	Note psychométrique globale
Contremaître .....	.58	.71
Agent du personnel .....		.73

On remarque que les liaisons entre la notation psychométrique globale et chacune des notations professionnelles sont plus élevées (.71 et .73) que celle obtenue entre les deux notations professionnelles (.58). C'est un fait que nous avons déjà observé dans le cas où les estimations professionnelles sont effectuées de façon strictement indépendante (1), sans aucune communication entre les appréciateurs et sans que ces derniers, naturellement, basent leur jugement sur l'avis d'une tierce personne (par exemple : maîtrise ne connaissant pas directement son personnel et se fiant à l'avis de ses chefs d'équipe).

Pour mieux faire ressortir l'importance relative des trois systèmes de notation, admettons qu'ils ne font intervenir, dans ce qu'ils ont de commun, qu'un facteur global conditionnant la réussite dans l'adaptation. Nous écartons l'éventualité — bien improbable dans le cas présent, étant donné les valeurs observées — de l'intervention d'un facteur particulier entrant à la fois dans la notation psychométrique, et dans *une seule* des notations professionnelles. On peut alors évaluer, au moyen de procédés établis par Spearman, les corrélations entre les diverses notations et ce facteur global (saturations de ces notations dans ce facteur). Nous en rapportons les valeurs dans le tableau II. Insistons sur ce fait qu'il ne peut s'agir que d'une estimation très grossière, car les écarts dus aux fluctuations d'échantillonnage et affectant les coefficients de corrélation du tableau I, base des calculs, ont une très importante répercussion sur l'évaluation des saturations du tableau II.

(1) Nous en avons rapporté un exemple dans *L'Adaptation de l'homme à son métier*, p. 167.

TABLEAU II

SATURATIONS DES DIVERSES NOTATIONS
DANS LE FACTEUR GLOBAL DE RÉUSSITE DANS L'ADAPTATION

Notation du contremaître.....	.77
— de l'agent du personnel .....	.75
— psychométrique .....	.94

La comparaison de ces chiffres indique clairement, sans qu'il soit besoin d'insister, que l'examen psychométrique d'embauche s'est montré très satisfaisant pour pronostiquer la réussite des ouvrières durant leur stage d'adaptation. Rappelons que le groupe étudié a été sélectionné à l'entrée dans l'usine en tenant compte des résultats de cet examen, les autres candidates ayant été orientées dans divers ateliers ne comportant pas d'usinage mécanique. On pouvait donc s'attendre à des corrélations bien plus faibles, car, du fait de cette sélection, la marge des aptitudes du groupe des ouvrières affectées à l'usinage mécanique était réduite par rapport à celle du groupe entier des candidates à l'embauche.

La note psychométrique globale a été établie progressivement au cours de nos études, d'une part à l'aide de recoupements avec les résultats professionnels sur diverses séries d'ouvrières, d'autre part en utilisant les méthodes d'analyse factorielle pour dégager le groupement des tests et pour apprécier les saturations des tests dans les facteurs ainsi mis en évidence.

b) INTÉRÊT RELATIF DE CHACUNE DES ÉPREUVES UTILISÉES

En se basant sur la moyenne des deux notations professionnelles, la série des 100 ouvrières a été répartie en trois classes :

T. B. — « Très bonnes »	28 cas
B. — « Bonnes »	53 —
A. B. — « Assez bonnes »	19 —

Pour chaque classe, nous avons déterminé la moyenne des résultats dans chaque test. Afin de pouvoir comparer les moyennes des différentes épreuves, ces valeurs ont été notées en écart-réduit au moyen de la formule :

$$m_1 = \frac{M_1 - M_g}{\sigma_g}$$

où M_g est la moyenne des résultats du groupe total des ouvrières dans un test déterminé,

σ_g , l'écart-type de la distribution de ces résultats,

M_1 , la moyenne de la classe considérée (T. B., B. ou A. B.),

m_1 , cette moyenne en écart-réduit.

Les valeurs m , ainsi obtenues, sont rapportées dans le tableau III. L'ensemble est représenté graphiquement dans la figure 1.

Certaines distributions s'écartent de la forme « normale » (celles des tests du tourneur et du double labyrinthe, en particulier). De ce fait, l'utilisation

de la notation en écart-réduit ne rend pas les valeurs relatives aux divers tests aussi strictement comparables qu'on pourrait le souhaiter.

Nous donnons ci-après les caractéristiques générales des épreuves rapportées dans le tableau III et dans la figure 1.

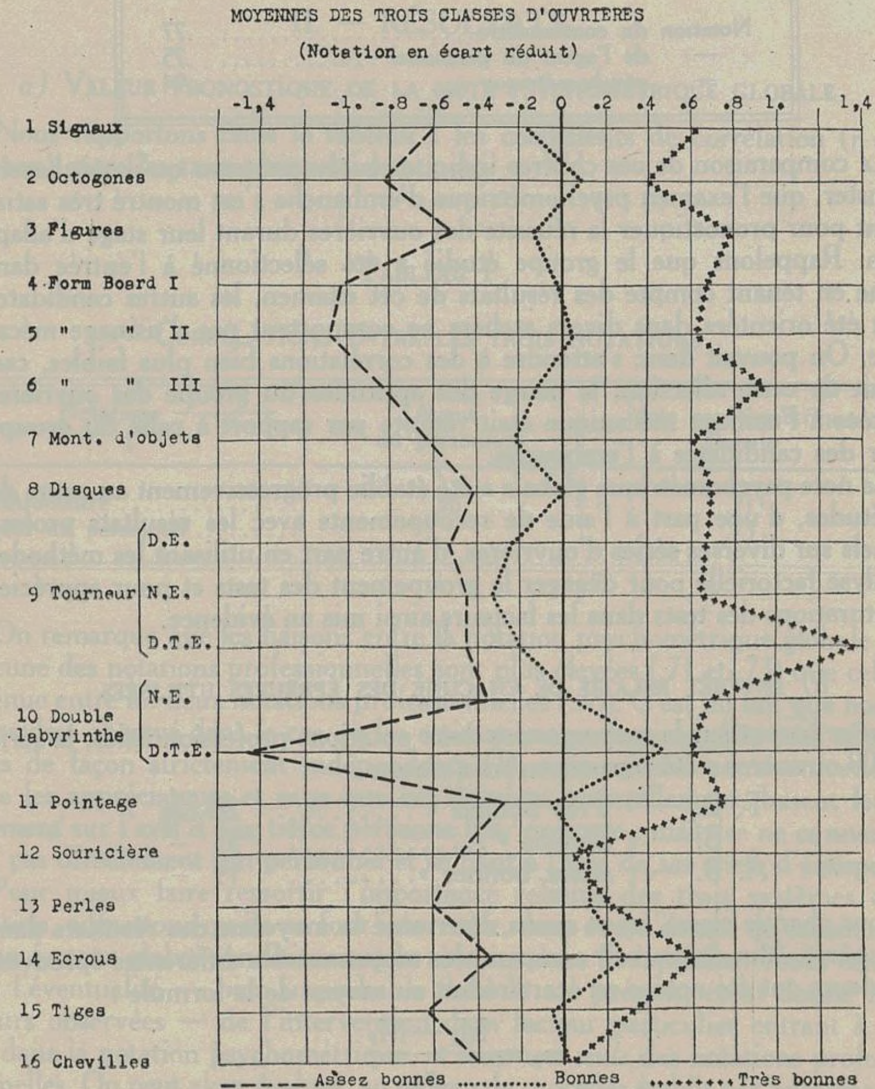


FIG. 1

- | | |
|-------------------|--|
| 1. SIGNAUX | Reproduction de dessins géométriques en deux couleurs. |
| 2. OCTOGONES..... | Reconstitution de séries d'octogones. |
| 3. FIGURES | Reproduction de figures géométriques données. |

Pour réaliser ces trois épreuves, l'examinée utilise des éléments en bois.

- 4-5-6. FORM-BOARDS I, II, III Il s'agit de plateaux d'encastrement de divers degrés de difficulté.
7. MONTAGE D'OBJETS Adaptation de Weinberg du test de Stenquist.
8. DISQUES Placement de disques métalliques sur des ergots disposés de différentes façons.
9. TOURNEUR Test de dissociation des mouvements des deux mains ; technique de J.-M. Lahy.
10. DOUBLE LABYRINTHE Les détails concernant ce test ont été décrits précédemment (1).
11. POINTAGE Appareillage de J.-M. Lahy.
12. SOURICIÈRE — Mœde.
13. PERLES } Tests de la batterie
14. ECROUS } d'Heuyer et Baille
15. TIGES }
16. CHEVILLES }

Les tests numérotés de 1 à 8 sont les plus saturés dans un facteur assez général d'intelligence concrète s'apparentant au facteur décrit par Alexander (2).

TABLEAU III

NOTES MOYENNES (EN ÉCART-RÉDUIT) DES TROIS CLASSES D'OUVRIÈRES

Tests	Ouvrières		
	Assez bonnes	Bonnes	Très bonnes
1. Signaux	— .61	— .18	.65
2. Octogones	— .83	.08	.40
3. Figures	— .50	— .14	.79
4. Form-board I	— 1.04	— .04	.66
5. — II	— 1.09	.03	.62
6. — III	— .83	— .12	.95
7. Montage d'objets	— .64	— .23	.62
8. Disques	— .41	.01	.69
9. Tourneur : D. E.	— .52	— .24	.67
— N. E.	— .45	— .33	.64
— D. T. E.	— .44	— .20	1.38
10. Double labyrinthe : N. E.	— .35	.05	.68
— D. T. E.	— 1.49	.48	.61
11. Pointage	— .29	— .04	.75
12. Souricière	— .48	.09	.04
13. Perles	— .60	.13	.21
14. Ecrous	— .35	.28	.61
15. Tiges	— .63	— .02	.35
16. Chevilles	— .39	.00	.04

(1) Cf. *Le Travail Humain*, IX, 1946, pp. 212-218.

(2) W. P. ALEXANDER. *The British journal of Psychology Monograph supplements*, 1935.

Les notations des tests 9 et 10 font intervenir, pour le groupe étudié, un facteur d'habileté technique (maniement de dispositifs mécaniques).

Les tests 12 à 16 ont des saturations notables dans un facteur assez général de rapidité motrice.

Dans la figure 1, on remarque que la séparation des trois classes est plus nettement marquée pour les tests 1 à 8. Les moyennes en écart-réduit des « Très bonnes » se situent, dans l'ensemble, entre $+ .6$ et $+ 1.$; celles des « Bonnes » oscillent autour de 0; et celles des « Assez bonnes » sont comprises, pour la plupart des épreuves, entre $- .6$ et $- 1.1$.

La marge est plus réduite pour les tests 12 à 16. Les « Très bonnes » donnent des résultats à peine supérieurs aux « Bonnes ». Leurs moyennes, sauf une, se situent entre 0 et $.3$. Les moyennes des « Assez bonnes » sont négatives. Elles s'échelonnent de $- .3$ à $- .6$.

L'ensemble des recherches que nous avons poursuivies sur des groupes semblables, nous a mené à penser que, pour les travaux de mécanique en question, le facteur « intelligence concrète », intervenant au maximum dans les tests 1 à 8, est plus intéressant à considérer que le facteur « rapidité motrice ». Les indications que nous venons de rapporter paraissent, à première vue, confirmer nettement cette opinion; cependant, leur interprétation se révèle, en réalité, un peu plus complexe.

Les saturations des tests 12 à 16 en facteur « rapidité motrice » sont généralement moins élevées que celles de la plupart des tests 1 à 8 en facteur « intelligence concrète ». Au cas où les deux facteurs agiraient d'une façon égale dans l'apprentissage étudié, les tests 1 à 8, plus fidèles, présenteraient donc un pouvoir de différenciation plus élevé que les tests 12 à 16. Ce fait suffirait à expliquer le sens du phénomène constaté sur la figure 1.

En contre-partie, dans la note psychométrique globale, base du recrutement des ouvrières de mécanique, nous avons été amené à faire intervenir le facteur « intelligence concrète » avec un poids plus grand que le facteur « rapidité motrice », étant donné les résultats d'études antérieures. Il en résulte que les tests 1 à 8 sont intervenus dans la sélection du groupe étudié de façon plus importante que les tests 12 à 16. Pour un groupe non sélectionné, les écarts entre les éléments les meilleurs et les moins bons auraient été plus grands encore pour les tests 1 à 8 que pour les tests 12 à 16.

En tout état de cause, si l'on se place uniquement au point de vue de l'utilisation pratique immédiate, la supériorité des tests 1 à 8 apparaissant pour le groupe déjà sélectionné (fig. 1), indique que, dans la formule de calcul de la note psychométrique globale, une importance plus grande encore pourrait être donnée à l'évaluation de l'« intelligence concrète » effectuée à partir de ce groupe de tests.

En ce qui concerne les tests du tourneur et du double labyrinthe, on observe que, dans le premier, les « Très bonnes » sont très nettement séparées des deux autres groupes; les moyennes des « Bonnes » et des « Assez bonnes » étant, par contre, assez voisines. Le second test, au contraire, permet de différencier nettement les « Assez bonnes » (notation de la durée totale des erreurs). Les moyennes des « Bonnes » se rapprochent, dans ce cas, de celles des « Très bonnes ».

Si l'on examine en détail les données relatives à ces deux tests, on est amené aux remarques suivantes :

a) Dans le test du tourneur, on observe que, pour toutes les notations, les moyennes des « Assez bonnes » oscillent en gros, entre $-.4$ et $-.5$, et celles des « Bonnes » entre $-.2$ et $-.3$. Dans le groupe des « Très bonnes », pour la notation « durée de l'essai » et « nombre d'erreurs », les moyennes sont situées entre $+.6$ et $+.7$; cette moyenne monte à $+1.38$ pour la notation « durée totale des erreurs ». C'est donc la notation « durée totale des erreurs » qui, de loin, permet de différencier les « Très bonnes » de la façon la plus nette. Ce fait s'explique facilement étant donné la ressemblance existant entre le maniement de ce test et celui de diverses machines-outils (fraiseuses surtout, et également tours). La conduite de ces machines réclame principalement de la précision ; aussi n'est-il pas surprenant de constater la supériorité de la note « durée totale des erreurs » qui est, parmi les autres notes du « tourneur », celle mettant le mieux en évidence ce facteur de précision.

La pratique des machines-outils favorise naturellement d'une manière fort importante la réussite dans le test du « tourneur ». Parmi les ouvrières se présentant à l'embauche, quelques-unes avaient déjà travaillé dans l'usinage mécanique. Certaines, dès leurs premiers essais dans la section d'adaptation, furent jugées suffisamment habiles ; elles passèrent immédiatement dans les sections normales d'usinage de série et ne sont donc pas entrées dans le groupe dont nous rapportons les résultats. Mais les autres, dont les premiers essais ne parurent pas concluants, furent retenues à la section d'adaptation. Quelques-unes d'entre elles ont fait partie du groupe étudié. Elles se répartissent dans les trois classes (T. B., B., A. B.), avec cependant une certaine prépondérance dans celle des « Très bonnes ». La supériorité constatée pour cette classe dans le test du « tourneur » relève donc, pour une part, de la présence d'éléments ayant manœuvré des machines-outils antérieurement à leurs examens psychométriques.

b) Dans le test du double labyrinthe, alors que, pour la notation du « nombre d'erreurs » les « Bonnes » ($+.05$) se situent sensiblement à égale distance entre les deux autres classes ($-.35$ et $+.68$), pour la notation « durée totale des erreurs » elles se rapprochent des « Très bonnes » (T. B. = $+.61$, B. = $+.48$). Pour cette dernière notation, les « Assez bonnes » se distinguent d'une façon particulièrement nette des deux autres classes (A. B. = -1.49).

Il faut remarquer à ce sujet, que le test du double labyrinthe est loin d'être influencé d'une façon aussi importante que le test du tourneur par la conduite antérieure des machines-outils. D'autre part, dans ce dernier, l'avancement de l'épreuve est uniquement conditionné par l'action du candidat sur les deux manivelles. Dans le double labyrinthe, au contraire, le déplacement des chemins sinueux s'effectue automatiquement et l'examiné ne peut le modifier. Son action se borne au maintien d'ergots au milieu de ces chemins. Dans ce test, il doit continuellement adapter ses réactions à une situation qui évolue indépendamment de lui. La différence importante entre les valeurs observées pour la classe des « Assez bonnes » entre les notations « Nombre d'erreurs » ($-.35$) et « Durée totale des erreurs » (-1.49), indique que l'infériorité généralement présentée dans ce test, par ces ouvrières, réside surtout dans la difficulté qu'elles rencontrent à réagir rapidement d'une

façon correcte lorsque le contact entre les bords d'un des chemins et un ergot a été établi. Une sélection encore plus satisfaisante du groupe aurait été obtenue si, dans l'établissement de la note psychométrique globale, la notation « Durée totale des erreurs » du « Double labyrinthe » était intervenue avec un poids plus élevé.

III. — CONCLUSIONS

L'étude que nous venons de rapporter montre l'intérêt qu'a présenté l'examen psychométrique pour pronostiquer l'adaptation d'un groupe d'ouvriers dans les travaux d'usinage mécanique. La note psychométrique globale est, en effet, en liaison étroite avec les appréciations professionnelles provenant de deux sources indépendantes. Nous avons remarqué, d'ailleurs, que la corrélation existant entre cette note psychométrique et chacune des appréciations est plus élevée que celle observée entre les deux appréciations, fait que nous avons déjà retrouvé précédemment dans d'autres travaux.

L'établissement de cette note globale est basé, d'une part, sur l'analyse factorielle de la batterie d'épreuves utilisées, et, d'autre part, sur le rapprochement des résultats obtenus dans chaque test avec les appréciations professionnelles. C'est ce dernier fait qui a été plus spécialement examiné. Nous avons insisté sur les diverses particularités observées. Elles permettent d'envisager les modifications à apporter au poids dont chaque épreuve doit être affectée afin d'augmenter encore la valeur pronostique de la note psychométrique globale pour des groupes semblables à celui étudié. De telles études constituent le travail fondamental en sélection professionnelle. Elles apportent les enseignements nécessaires pour la poursuite rationnelle des recherches. Mais on doit insister sur le fait qu'on ne saurait légitimement en tirer des conclusions définitives s'appliquant à tout travail de sélection pour les activités envisagées. Dans les applications psychotechniques, on ne paraît guère se soucier de cette importante question méthodologique d'ordre général. Le niveau global, la marge des aptitudes et les particularités de composition des groupes susceptibles d'être embauchés, les fluctuations souvent importantes de ces divers éléments suivant l'état du marché du travail, les variations des demandes de personnel pour les diverses spécialités dans le centre usinier, sont autant de facteurs qui conditionnent de façon prépondérante les modalités des méthodes de sélection à utiliser pratiquement dans chaque cas particulier et suivant les circonstances.

De plus, pour que l'emploi de ces méthodes porte tous ses fruits, il est encore nécessaire que les divers facteurs psychologiques et matériels qui commandent l'intérêt des travailleurs et leur rendement professionnel, soient suffisamment pris en considération (1).

Les études semblables à celle que nous publions ici ne peuvent être considérées que comme des étapes nécessaires en vue de la progression de nos méthodes d'application dans des conditions de base déterminées.

(1) Cf. *L'emploi des méthodes psychométriques pour le contrôle des conditions psychologiques du travail dans les ateliers* (en cours d'impression).

SUMMARY

The study that we have made shows the evident interest of the psychometrical tests for the adaptation of a group of women workers in a mechanical tooling plant. The aggregate psychometrical mark is, in fact, in strict connection with the professional valuation coming from two independant sources. We have noticed that the correlation between this psychometrical mark and each of the valuations, is higher than that noted between the two valuations, a fact that we have already noticed in other studies.

The establishing of this aggregate mark is founded, on one hand on the factorial analysis of the test's battery utilized and, on the other, on the closeness of results in each test, with the professional valuations. It is this last fact that has been most specially examined. We have stressed on the divers characteristics observed. They enable us to consider the alterations to be brought to the weight which must be given to each test so as to increase still more the prognostical value of the aggregate psychometrical mark for groups similar to the one we have studied. Such studies are the basic work in professional selection. They give the necessary teachings for the rational pursuit of the researches. But the fact must be stressed that definite conclusions applied to all selection work for these given activities cannot legitimately be drawn there from. In psychometrical applications this most important point of methodology is lightly treated. The aggregate level, the margin of capacities and the peculiarities of composition of the groups liable to be taken on; the fluctuations often very important of these different factors according to the state of the labour market; the fluctuations of the demand for workers for particular branches in the plant; all these factors carry a great weight on the conditioning of selection methods to be practiced in each case and according to circumstances.

Moreover, so that the use of these methods should give the best results, the different psychological and material factors which control the interest of the workers and their professional output, must be thoroughly taken into consideration.

The studies such as the one that we publish here, must only be looked at as necessary stages in the progress of our application methods under fixed basic conditions.

ÉTUDE DU TEST DE LA « SOURICIÈRE » DE MOEDE

par M. LEFETZ

SOMMAIRE

- I. — ORIGINE ET PLAN DU TRAVAIL.
 - Technique d'application.
 - Notation.
- II. — CONDITIONS DU TRAVAIL.
- III. — ÉTUDE CRITIQUE.
 - A) *Etude de la consigne et de l'appareil* :
 - 1^o La consigne ; technique d'application ;
 - 2^o L'appareil.
 - B) *Etude des indices* :
 - 1^o Indices de viscosité et de mise en train ;
 - 2^o Indices d'apprentissage et de compréhension ;
 - 3^o Signification de ces indices.
- IV. — ÉTUDES PERSONNELLES.
 - A) *Résultats théoriques* :
 - 1^o Forme de la courbe de travail ;
 - 2^o Etude du nivellement des différences au cours du travail ;
 - 3^o Etude du champ de progrès ;
 - 4^o Etude des oscillations individuelles au cours du travail.
 - B) *Résultats pratiques* :
 - 1^o Comment utiliser pratiquement ces résultats ;
 - 2^o Serait-il possible de raccourcir l'épreuve ?

I. — ORIGINE ET PLAN DU TRAVAIL

Attiré par l'intérêt qu'offre en psychotechnique le test bien connu sous le nom de « souricière » de Moede, nous avons essayé d'examiner ce que l'on pouvait en tirer tant du point de vue pratique que théorique.

Nous sommes parti d'une étude de Mme Piéron sur ce même test, étude parue sous le titre : « Dextérimètre à translation de rondelles » (1). Conformément aux indications de cet article nous avons procédé de la façon suivante :

TECHNIQUE D'APPLICATION.

« Regardez bien cet appareil. Il se compose d'un fil de fer tortillé sur lequel peuvent glisser ces rondelles. Vous devez, avec une seule main, faire glisser ces rondelles une à une en les amenant d'une extrémité à l'autre de

(1) *Bulletin de l'Institut National d'Orientation professionnelle et d'Etude du Travail*, VII, 1935, pp. 69-74 et 101-112. On trouvera dans ce travail la description du test que nous n'avons pas jugé utile de reprendre ici.

l'appareil, et les ramener ensuite à leur point de départ. C'est très facile à faire. Vous devez surtout aller aussi vite que vous pourrez. » (On emploie toujours la main adroite.)

NOTATION.

On note toujours le temps par groupes de 11 rondelles. On a donc :

- 5 temps aller a, b, c, d, e , avec un temps global pour « l'aller » ;
- 5 temps retour g, h, i, j, k , avec un temps global pour « le retour » ;
- et un temps global « aller et retour ».

(a représente le temps mis pour faire glisser le premier paquet de 11 rondelles ; b le temps mis pour le deuxième...)

De là on essaie de « chiffrer » les multiples indications fournies par ce test.

En plus de la rapidité globale, on établit :

1° *Un indice de compréhension :*

En supposant que l'apprentissage n'ait pas eu le temps de jouer dans le premier groupe, la différence $a - b$ représente la plus ou moins grande facilité de compréhension et d'adaptation à la tâche demandée. L'indice est donné par la formule :

$$\frac{(a - b) \times 100}{b}$$

2° *Un indice d'apprentissage :*

$$\text{— pour l'aller : } \frac{(b - e) \times 100}{b}$$

$$\text{— pour le retour : } \frac{(h - k) \times 100}{h}$$

3° *Un indice de viscosité :*

L'indice de viscosité représenterait la souplesse de changement dans les mouvements d'un sujet. Il est donné par la formule :

$$\frac{(g - e) \times 100}{e}$$

4° *Un indice de vitesse de mise en train :*

L'indice de vitesse de mise en train est donné par la formule :

$$\frac{1}{t - 1}$$

t correspondant à :

$$t = \frac{b + c + d + e}{h + i + j + k}$$

Si $t \leq 1$ (autrement dit, si le sujet a été plus rapide pour les quatre derniers paquets de l'aller que pour les quatre paquets correspondants du retour), on représente conventionnellement l'indice par le signe ∞ .

Cependant, à l'usage, la technique et la cotation ne nous donnent pas entière satisfaction : la première n'est pas suffisamment précise, la seconde nous paraît quelque peu arbitraire et ne donne pas toujours une idée exacte de la réalité. Enfin, l'appareil lui-même semble présenter un inconvénient dans sa construction.

Nous avons ainsi été amené au travail suivant :

1° *Etude critique :*

- a) Etude de la consigne et de l'appareil ;
- b) Etude des indices.

2° *Recherches personnelles :*

L'idée d'aller au delà de la mesure du temps global brut et d'essayer de voir comment le sujet se comporte au cours du travail nous paraît très féconde. Aussi nous avons pensé qu'il pourrait être intéressant de continuer cet effort d'analyse et d'aller directement jusqu'à la mesure du temps rondelle par rondelle, quitte à procéder ensuite à un groupement par paquets de n rondelles si cela semblait alors indiqué. Il est évident que cette mesure du temps par rondelle ne peut être poursuivie qu'à des fins expérimentales, car en effet :

1° C'est un travail long et fastidieux que pratiquement il est difficile de faire dans les centres d'O. P. De plus, exigeant une attention concentrée et soutenue, il est sujet à erreurs. (C'est ainsi que nous avons été parfois contraint à renoncer à certains résultats.)

2° La grosse question est de préciser exactement ce que l'on entend par temps nécessaire pour faire glisser une rondelle. Nous avons pris le critère objectif suivant : nous déclenchons le chronomètre au départ de l'expérience, et relevons (sans arrêter le chronomètre) le temps chaque fois qu'une rondelle vient claquer contre le socle (pour la 1^{re}) ou sur la rondelle précédente (pour les suivantes). C'est le bruit qui sert de repère objectif. En effet, il paraît normal de considérer que la rondelle a terminé son trajet lorsqu'elle vient heurter son but, le bruit qu'elle fait alors étant un repère net. A chaque fois la différence entre les temps indiqués par le chronomètre donne le temps mis par le sujet pour faire glisser une rondelle. A la fin de l'aller on arrête le chronomètre et on le fait repartir pour le retour afin de mettre tous les sujets sur un pied d'égalité : certains sujets oublient en effet qu'ils doivent revenir au point de départ et il faut le leur rappeler, ce qui augmente considérablement le temps mis pour la 1^{re} rondelle du retour et en fausse la signification.

Ces recherches personnelles ont été menées de 2 points de vue :

a) *Théorique :*

- 1. Forme de la courbe de travail ;
- 2. Etude du nivellement des différences individuelles au cours du travail ;
- 3. Etude du champ de progrès des sujets ;
- 4. Etude des oscillations individuelles au cours du travail.

b) *Pratique :*

- 1. Comment utiliser pratiquement les résultats ?
- 2. Serait-il possible de raccourcir l'épreuve sans en diminuer la valeur prédictive ?

Malheureusement, du point de vue pratique, il ne nous a pas encore été possible de faire d'études importantes sur la validité du test, et sur sa valeur prédictive. Ce test semble intéressant pour prévoir la réussite dans certaines professions exigeant de la souplesse et de l'habileté des doigts et de la main (manutentionnaire, caneteuse, bobineuse, ourdisseuse, etc.).

II. — CONDITIONS DU TRAVAIL

L'étude a porté sur 2 groupes, chacun de 24 sujets, tous élèves du Collège technique de Courbevoie, qui comporte 3 sections de niveau quelque peu différent : le collège, le centre, et la section Métier. Tous les sujets appartiennent à la 3^e année de l'une de ces sections et travaillent le fer, soit comme ajusteurs, soit comme tourneurs, soit comme chaudronniers-tôliers. Le 1^{er} groupe (groupe A) comprend 12 élèves du Collège (7 ajusteurs, 4 tourneurs, 1 chaudronnier) et 12 élèves de la section Métier (2 ajusteurs et 10 tourneurs), tous âgés de 15 ans 2 mois à 18 ans 2 mois.

Le second groupe (groupe B) comprend 17 élèves du Centre (tous ajusteurs) et 7 élèves de la section Métier (2 ajusteurs et 5 chaudronniers), tous âgés de 16 ans 5 mois à 18 ans 2 mois.

Pour les besoins de notre étude, les 2 groupes n'ont pas subi le test de la même façon : pour le groupe A, l'appareil était dans une certaine position, que nous appellerons position A (il semble que c'est dans cette position que l'on a l'habitude de faire passer le test, quoique ce ne soit précisé ni dans la technique d'application, ni sur l'appareil).

Au départ, les sujets trouvaient à leur droite, à l'extrémité I (voir fig. 1),

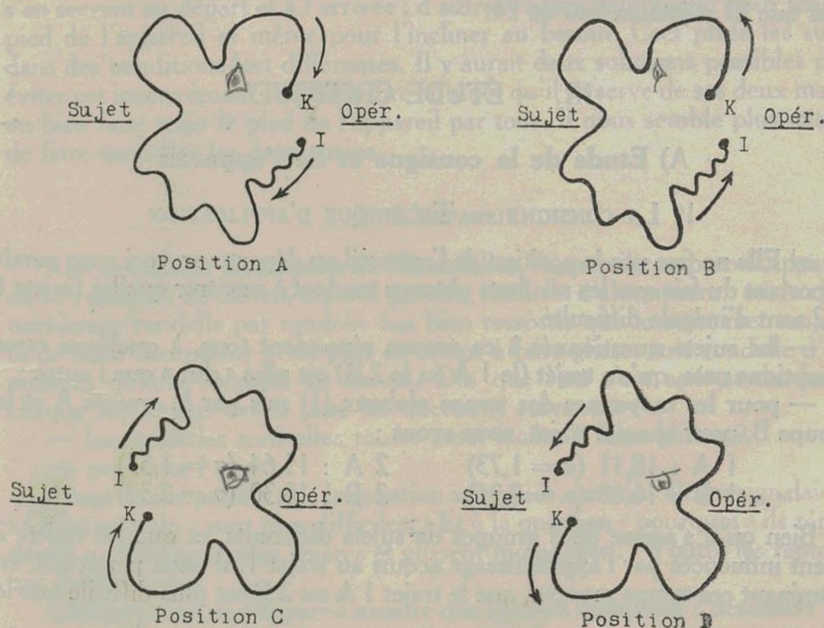


FIG. 1. — Diverses positions de l'appareil

position initiale, les 55 rondelles qu'ils devaient faire glisser pour les amener en K, l'autre extrémité, qui se trouvait à leur gauche (trajet aller). Ensuite ils ramenaient ces rondelles de K en I, leur point de départ (trajet retour), le socle étant toujours dans la même position.

Pour le groupe B, nous avons déplacé les 55 rondelles de l'extrémité I à l'extrémité K, et avons ainsi, sans bouger le socle, présenté l'appareil avec les 55 rondelles au départ en K (position B). De cette façon, ce qui était l'aller pour le groupe A devient le retour pour le groupe B, et ce qui était retour pour A, devient aller pour B. Pour éviter toute confusion, nous parlerons de trajet 1 A, 2 A, 1 B, 2 B, signifiant respectivement aller dans la position A, retour dans la position A, aller dans la position B, retour dans la position B.

Les résultats de chaque sujet ont été présentés sous la forme de graphiques : en abscisse nous avons porté pour chaque trajet les rondelles de 1 à 55, et en ordonnée, les temps en centièmes de minutes mis par le sujet pour déplacer chaque rondelle correspondante d'une extrémité à l'autre. Nous avons ensuite fait un graphique des temps moyens pour chacun des groupes A et B, graphique obtenu en portant en ordonnée pour chaque rondelle la moyenne des temps mis par les sujets du groupe pour déplacer cette rondelle. Nous avons ainsi obtenu 4 graphiques des temps moyens : 1 A, 2 A, 1 B, 2 B (fig. 11, 11 bis, 12 et 12 bis). Les groupes ayant servi à cette étude ne sont évidemment pas assez nombreux et homogènes (différence d'âge, de section, de métier préparé) pour permettre une généralisation, mais certains résultats sont suffisamment nets pour nous autoriser à tirer des conclusions.

NOTA. — Nous avons été contraint à renoncer aux résultats du trajet 2 A d'un sujet, à cause d'erreurs de chronométrage : le groupe A ne contient donc plus que 23 sujets au lieu de 24.

III. — ÉTUDE CRITIQUE

A) Etude de la consigne et de l'appareil

1° LA CONSIGNE — TECHNIQUE D'APPLICATION

a) Elle ne fixe pas la position de l'appareil au départ : or, ceci nous paraît important du fait que les résultats obtenus tendent à montrer que les trajets 1 et 2 sont d'inégale difficulté.

— les sujets questionnés à ce propos répondent tous, à quelques rares exceptions près, qu'un trajet (le 1 A ou le 2 B) est plus « dur » que l'autre ;

— pour les moyennes des temps globaux (1) mis par le groupe A et le groupe B, pour chaque trajet, nous avons :

1 A : 18,11 ($\sigma = 1,73$)	2 A : 15,64 ($\sigma = 1,53$)
1 B : 16,63 ($\sigma = 2,31$)	2 B : 18,30 ($\sigma = 2,38$)

Bien qu'il s'agisse de 2 groupes de sujets différents, et que les trajets 2 soient influencés par l'apprentissage acquis au trajet 1, il nous paraît net, en examinant ces temps moyens, que le trajet 1 A ou 2 B est plus difficile que le

(1) Les temps sont donnés en minutes et centièmes.

trajet 2 A ou 1 B, puisque, dans les deux cas, il exige nettement plus de temps, quoiqu'ayant la même longueur, que le trajet 1 B ou 2 A.

Il nous a été objecté que le trajet 2 A ou 1 B fait appel à des gestes plus habituels que l'autre, et que les différences remarquées tiennent plus des habitudes du sujet que de l'appareil. Nous avons vu 2 gauchers et un droitier que nous avons fait travailler de la main gauche, et avons pu faire à leur sujet les mêmes remarques que pour les autres. Il serait d'ailleurs facile de montrer plus clairement encore que ces différences de temps sont dues surtout à l'appareil et à l'inégale difficulté des trajets en faisant passer le test à 2 nouveaux groupes C et D, les positions C et D étant obtenues à partir des positions A et B en faisant tourner le socle de l'appareil de 180° (fig. 1).

Sans entrer dans toutes ces considérations, il suffit de subir le test ou d'observer les sujets pour se rendre compte de l'inégale difficulté des trajets.

Il est donc essentiel de bien préciser sur l'appareil et dans la technique d'application comment on doit faire subir le test : position du socle, position des rondelles au départ, et ce qu'on entend par « aller » et « retour ». Il faudra faire de même pour les étalonnages, car on ne pourra évidemment classer le trajet 1 A d'un sujet d'après un étalonnage établi pour 1 B ou 2 B.

b) Une bonne proportion de sujets, à la fin du trajet aller, s'arrêtent et « oublient le retour ». Il semble logique qu'à la fin de l'aller, la consigne rappelle à tous qu'ils doivent faire le trajet retour. De plus, cela permettrait à l'opérateur d'avoir le temps de déclencher son chronomètre.

c) Enfin, la question la plus importante, celle de la main à employer, demande à être précisée. La consigne dit « la main la plus adroite », mais ne précise pas ce qu'il faut faire de l'autre. Certains sujets en sont embarrassés, ce qui les gêne et leur donne une allure gauche ; d'autres, malgré la consigne, s'en servent au départ et à l'arrivée ; d'autres encore l'emploient pour tenir le pied de l'appareil et même pour l'incliner au besoin. Ceci place les sujets dans des conditions fort différentes. Il y aurait deux solutions possibles pour éviter cet inconvénient : ou bien dire au sujet qu'il se serve de ses deux mains, ou bien faire tenir le pied de l'appareil par tous. Il nous semble plus naturel de faire travailler les deux mains.

2° L'APPAREIL

Afin de repérer les paquets de 10 rondelles, l'appareil comprend 5 paquets de 10 rondelles de cuivre, séparés par une rondelle d'aluminium : or, le chronométrage rondelle par rondelle fait bien ressortir que le sujet met toujours (à de rares exceptions près) plus de temps à faire glisser une rondelle d'aluminium qu'une rondelle de cuivre. Dès que l'on s'est aperçu du fait, à chaque sujet nous avons posé les questions suivantes :

- les rondelles sont-elles toutes aussi faciles à faire glisser ?
- pourquoi ?

Avant même parfois que la question soit posée, certains élèves signalaient : « Celles en « alu » sont plus difficiles. » Et à la question « pourquoi » ils répondaient : « Elles sont plus légères et glissent moins bien. » Toutes les réponses ont été unanimes.

L'observation de l'appareil montre que le trajet comporte 2 descentes plus longues où les rondelles de cuivre glissent seules ; alors que les autres s'ar-

rêtent, obligeant le sujet à se reprendre plusieurs fois. Ceci gêne l'acquisition de l'automatisme. En effet, 10 fois de suite, le sujet automatisé engage d'une chiquenaude une rondelle en cuivre dans la descente, et la rattrape en bas pour l'engager dans le tournant, tandis qu'à la onzième, en aluminium, alors qu'il pense trouver la rondelle en bas pour n'avoir qu'à l'engager, il lui faut revenir en arrière et se reprendre une, deux, ou même trois ou quatre fois, pour la faire glisser jusqu'en bas, ce qui provoque chez certains sujets une réaction d'impatience et de nervosité.

Il faut encore remarquer que cette difficulté est plus grande pour un trajet que pour l'autre. Toutes ces observations sont nettement mises en relief par les graphiques des temps moyens pour chaque groupe (voir fig. 11, 11 bis, 12 et 12 bis). On voit qu'il existe deux courbes d'apprentissage, l'une correspondant aux rondelles en cuivre, l'autre à celles en aluminium, et que le décalage entre ces deux courbes est plus marqué pour un trajet (2 A ou 1 B) que pour l'autre (1 A ou 2 B).

Il est simple de corriger ce défaut en faisant toutes les rondelles en même métal. Il suffit de colorer la rondelle repère d'une certaine façon : il serait préférable de n'en colorer que les deux faces, la peinture pourrait en effet sur les côtés, changer la sensation éprouvée par le sujet en saisissant la rondelle.

Les observations ci-dessus nous montrent que, les résultats différant suivant le métal, on ne peut comparer des sujets ayant passé le test avec des appareils en métal différent, ce dont il faudra tenir compte tant dans l'établissement des étalonnages que dans leur utilisation. Nous tenons à insister ici sur la minutie et le soin à apporter à la construction et à l'utilisation d'un test.

B) Étude des indices

La moyenne des indices obtenus pour les 2 groupes est :

	Compréhension	Viscosité	Apprentissage		Vitesse de mise en train
			Aller	Retour	
Groupe A...	20,36 ($\sigma=7,79$)	10,61 ($\sigma=8,81$)	15,34 ($\sigma=6,30$)	8,90 ($\sigma=5,56$)	1 sujet : ∞ les autres : 13,14 ($\sigma=10,17$)
Groupe B...	19,60 ($\sigma=5,45$)	46,90 ($\sigma=7,22$)	13,24 ($\sigma=6,46$)	12,37 ($\sigma=4,67$)	21 sujets : ∞ les 3 autres : 71,95 de moyenne

1° INDICES DE VISCOSITÉ ET DE MISE EN TRAIN

Nous pouvons remarquer que, d'un groupe à l'autre, la valeur des indices de viscosité et de mise en train est différente : ces différences sont nettement systématiques et il serait assez difficile de les expliquer par l'inégale valeur des échantillons. Or, nous avons vu que les trajets 1 A ou 2 B étaient plus difficiles que les trajets 2 A ou 1 B : il semble alors que ceci puisse nous faire comprendre

aisément pourquoi et comment la valeur de ces indices est étroitement liée à la position de l'appareil. Suivant que nous commencerons par un trajet ou par l'autre, nous aurons des indices différents : si nous commençons par le trajet le plus difficile, nous avons toute chance d'avoir un indice de vitesse de mise en train et de viscosité beaucoup plus petit que si nous commençons par le trajet le plus facile. De toute façon, ces trajets étant différents, leurs temps sont difficilement comparables, et il semble que nous ne soyons pas autorisés à calculer des indices à partir de formules faisant intervenir à la fois des temps de l'un et de l'autre trajet.

2^o INDICES D'APPRENTISSAGE ET DE COMPRÉHENSION

Ces indices ne reflètent pas toujours la réalité et nous en donnent parfois une idée assez fausse. Exemples (1) :

— *Indice de compréhension* :

T... obtient 25. Or, ce sujet a fait preuve d'un manque de bon sens élémentaire.

— *Indice d'apprentissage* :

Sujet A, 21 : A l'aller, très belle courbe d'apprentissage ; au retour, la courbe ne révèle qu'un apprentissage insignifiant. Or, à l'aller, si ce sujet a un indice d'apprentissage de 34, au retour il est encore de 13,06.

Sujet A, 4 : Il a également une belle courbe d'apprentissage à l'aller, et une courbe d'apprentissage insignifiante au retour : à l'aller l'indice n'est que de 10,95, et au retour il est de 11,23.

On pourrait citer beaucoup d'autres exemples encore.

Les bons sujets notamment auront tendance à être désavantagés par rapport aux mauvais. Dans l'exemple ci-dessus, chez T..., le manque de bon sens a considérablement allongé le temps nécessaire pour les premières rondelles, ce qui augmente considérablement la différence $a - b$, et par suite la valeur de l'indice. De même, chez le sujet très lent au début, mais qui réalise de gros progrès au cours de l'apprentissage, la différence $a - c$ sera élevée. Quoique arrivant à un résultat final inférieur il pourra avoir de ce fait un fort indice d'apprentissage, alors que le bon sujet, déjà rapide au départ, n'en aura qu'un faible.

Il nous paraît surtout difficile d'établir des indices permettant de « chiffrer ces aptitudes » au moyen de formules simples sans risquer d'aboutir à des résultats assez arbitraires.

3^o SIGNIFICATION DE CES INDICES

Le souci de l'analyse du comportement d'un sujet au cours d'un test peut nous conduire à considérer certains aspects de ce comportement, certaines notions, telles que la compréhension, l'apprentissage, la viscosité... Toutefois, il nous paraît difficile d'isoler ces aspects et d'assurer qu'ils sont indépendants.

(1) Dans tout ce qui suit il ne nous a pas été possible de reproduire les graphiques individuels. Nous les gardons à la disposition des lecteurs qui désireraient les consulter.

a) Compréhension et apprentissage

Nous ne sommes pas certain que, pour les onze premières rondelles, l'apprentissage ne joue pas, et que seule intervienne la compréhension.

Certains sujets, par exemple, ne voient qu'à la 30^e ou 40^e rondelle qu'il suffit de la pousser d'une petite chiquenaude pour lui faire parcourir tout le reste du trajet ; par contre, d'autres l'avaient vu dès la première rondelle, d'autres enfin ne le verront jamais. Certains ont compris tout de suite comment il fallait s'y prendre et n'ont plus qu'à s'automatiser. D'autres n'y parviendront que petit à petit, au fur et à mesure qu'ils apercevront les procédés leur permettant d'arriver à une meilleure méthode de travail. Il y aurait lieu d'établir pour chaque sujet le moment où celui-ci n'a plus qu'à acquérir et à perfectionner ces habitudes motrices et à s'automatiser, ce moment variant d'un individu à l'autre. Mais cette détermination, si elle est possible, est particulièrement délicate ; de plus, il nous paraît difficile d'établir un critère objectif net qui puisse nous guider utilement.

En fait, comme il sera montré plus loin (pp. 214 à 218) les sujets présentent à l'aller une courbe d'apprentissage classique avec une partie de progrès rapides au début, et une partie de progrès lents amorçant un plateau : la première correspond plus ou moins grossièrement à « la compréhension », la seconde à « l'apprentissage » calculés plus haut. Dès lors, il ne nous paraît pas nécessaire de considérer le temps *a* comme perturbateur ; il nous semble plutôt que ce temps fait partie de la période d'apprentissage du début (la plus intéressante peut-être, mais la plus apparente) et que, si on l'élimine, on risque de calculer l'apprentissage lorsqu'il se termine ou est pratiquement terminé. Par contre, en faisant intervenir les temps du dernier groupe *e*, on risque d'introduire l'effet de la fatigue chez certains sujets ; ce qui explique que certains sujets présentant une courbe d'apprentissage classique ont un indice négatif. Tout ceci nous incline à penser qu'il est préférable, pour le moment du moins, de parler d'apprentissage pour l'ensemble du trajet et d'essayer de voir comment s'effectue cet apprentissage.

b) Viscosité et apprentissage

On peut noter au retour une perturbation causée par le changement de sens du travail : pour le groupe A, certains sujets (4) vont plus vite au premier paquet du retour qu'au dernier paquet de l'aller ; la plupart (20) vont moins vite et doivent même faire un réapprentissage. Pour le groupe B (sauf 2 ou 3 sujets pour lesquels ce n'est pas net) tous les sujets doivent faire un « réapprentissage » souvent même plus important que l'apprentissage de l'aller. On peut parler ici de viscosité : le fait de déplacer 55 rondelles de la même main, dans un même sens, lors de l'aller, provoque chez certains sujets « visqueux » une difficulté, une gêne, pour déplacer ces rondelles de la même main, en sens inverse.

Mais l'analyse du parcours et des gestes nous montre qu'à l'aller comme au retour, le trajet comporte des déplacements dans tous les sens : d'avant en arrière et inversement, de gauche à droite et inversement, de bas en haut et inversement, et qu'il s'agit presque des mêmes mouvements, et non de deux mouvements « inverses » qui se contrarieraient. C'est le parcours qui change dans sa forme et sa difficulté. Le sujet doit, dans un sens comme dans l'autre,

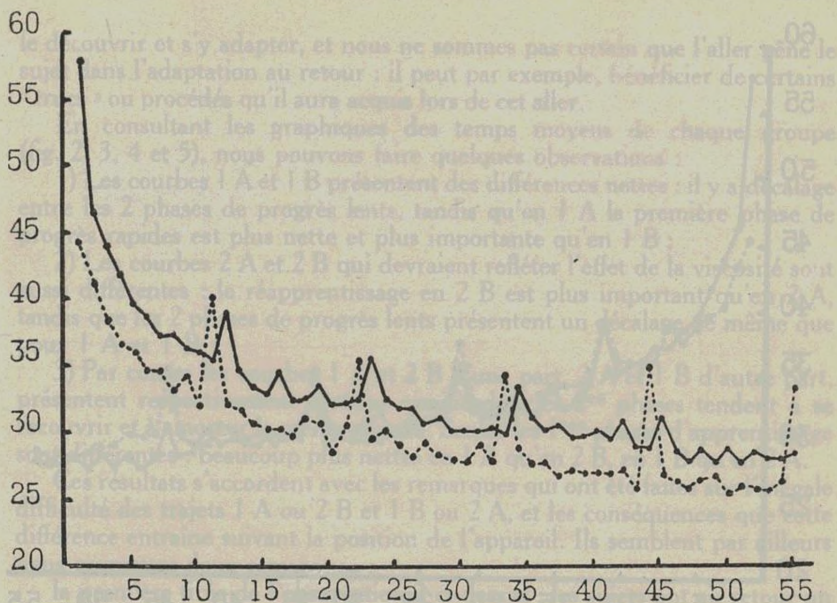


FIG. 2. — Graphiques 1A et 1B

En trait plein : graphique 1A. En pointillé : graphique 1B. En abscisse : la suite des rondelles de 1 à 55. En ordonnée : le temps en centièmes de minute pour chaque rondelle.

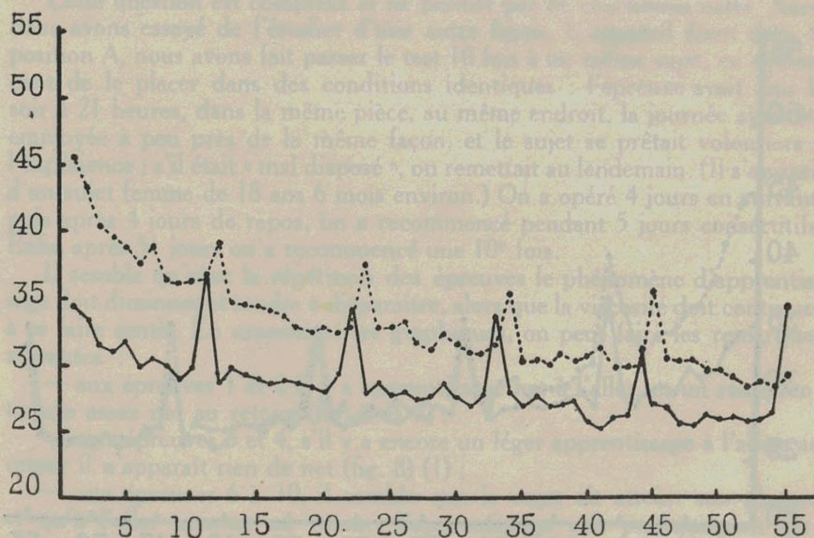


FIG. 3. — Graphiques 2A et 2B

En trait plein : graphique 2A. En pointillé : graphique 2B. En abscisse : la suite des rondelles de 1 à 55. En ordonnée : le temps en centièmes de minute pour chaque rondelle.

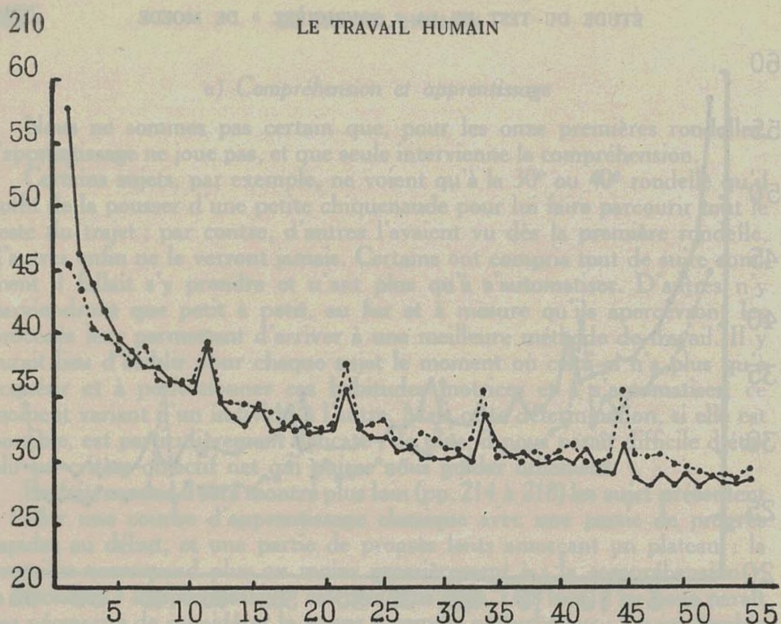


FIG. 4. — Graphiques 1A et 2B

En trait plein : graphique 1A. En pointillé : graphique 2B. En abscisse : la suite des rondelles de 1 à 55. En ordonnée : le temps en centièmes de minute pour chaque rondelle.

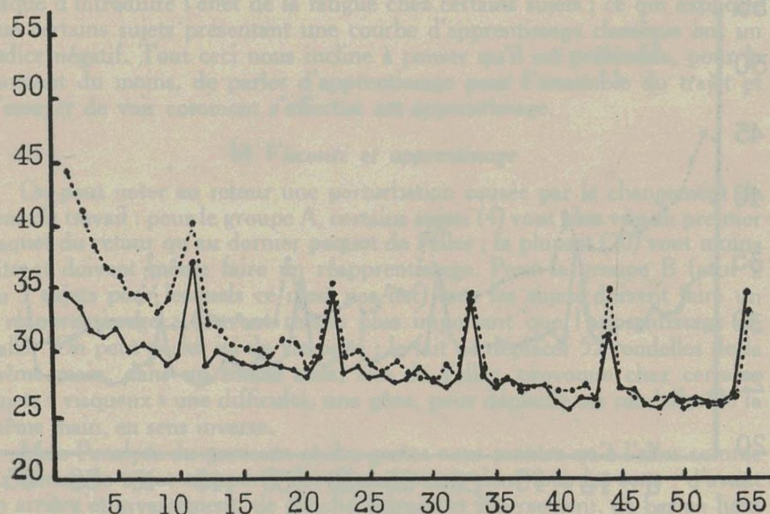


FIG. 5. — Graphiques 2A et 1B

En trait plein : graphique 2A. En pointillé : graphique 1B. En abscisse : la suite des rondelles de 1 à 55. En ordonnée : le temps en centièmes de minute pour chaque rondelle.

le découvrir et s'y adapter, et nous ne sommes pas certain que l'aller gêne le sujet dans l'adaptation au retour : il peut par exemple, bénéficier de certains « trucs » ou procédés qu'il aura acquis lors de cet aller.

En consultant les graphiques des temps moyens de chaque groupe (fig. 2, 3, 4 et 5), nous pouvons faire quelques observations :

1) Les courbes 1 A et 1 B présentent des différences nettes : il y a décalage entre les 2 phases de progrès lents, tandis qu'en 1 A la première phase de progrès rapides est plus nette et plus importante qu'en 1 B ;

2) Les courbes 2 A et 2 B qui devraient refléter l'effet de la viscosité sont aussi différentes : le réapprentissage en 2 B est plus important qu'en 2 A, tandis que les 2 phases de progrès lents présentent un décalage, le même que pour 1 A et 1 B ;

3) Par contre les courbes 1 A et 2 B d'une part, 2 A et 1 B d'autre part, présentent respectivement certaine similitude : les 2^{es} phases tendent à se recouvrir et à amorcer le même plateau. Seules les 1^{res} phases d'apprentissage sont différentes : beaucoup plus nettes en 1 A qu'en 2 B, en 1 B qu'en 2 A.

Ces résultats s'accordent avec les remarques qui ont été faites sur l'inégale difficulté des trajets 1 A ou 2 B et 1 B ou 2 A, et les conséquences que cette différence entraîne suivant la position de l'appareil. Ils semblent par ailleurs nous permettre deux remarques :

la première tirée de l'observation 2 ci-dessus : les sujets ont au retour un apprentissage à refaire, et l'importance de ce réapprentissage est, du moins en partie, liée à la difficulté du trajet ;

la seconde, tirée de l'observation 3 : au retour, les sujets paraissent plutôt favorisés que gênés par le travail aller.

Cette question est complexe et ne permet pas de conclusion nette. Aussi nous avons essayé de l'étudier d'une autre façon. L'appareil étant dans la position A, nous avons fait passer le test 10 fois à un même sujet, en s'efforçant de le placer dans des conditions identiques : l'épreuve avait lieu le soir à 21 heures, dans la même pièce, au même endroit, la journée avait été employée à peu près de la même façon, et le sujet se prêtait volontiers à l'expérience ; s'il était « mal disposé », on remettait au lendemain. (Il s'agissait d'un sujet femme de 18 ans 6 mois environ.) On a opéré 4 jours en suivant, puis après 4 jours de repos, on a recommencé pendant 5 jours consécutifs. Enfin après 51 jours on a recommencé une 10^e fois.

Il semble qu'avec la répétition des épreuves le phénomène d'apprentissage doit diminuer et tendre à disparaître, alors que la viscosité doit continuer à se faire sentir. En examinant les graphiques, on peut faire les remarques suivantes :

— aux épreuves 1 et 2 il y a apprentissage net à l'aller, et un réapprentissage assez net au retour (fig. 6 et 7) ;

— aux épreuves 3 et 4, s'il y a encore un léger apprentissage à l'aller, au retour il n'apparaît rien de net (fig. 8) (1) ;

— aux épreuves 6 à 10, il semble que le sujet ait atteint son plateau et qu'à l'aller comme au retour, l'apprentissage soit pratiquement ter-

(1) Les graphiques 3 et 4 d'une part, 6 à 10 d'autre part, étant à peu près semblables, nous n'avons pas jugé utile de les reproduire tous. Nous avons choisi, pour chaque groupe, celui qui nous donne l'idée la plus exacte de l'ensemble.

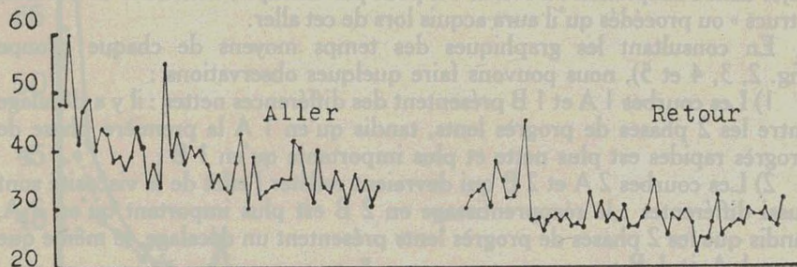


FIG. 6. — Epreuve 1

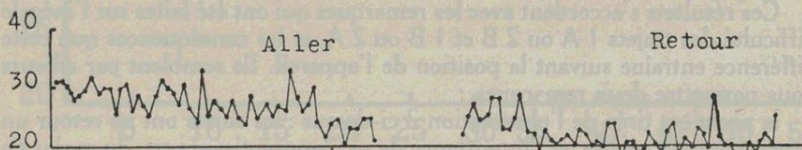


FIG. 7. — Epreuve 2

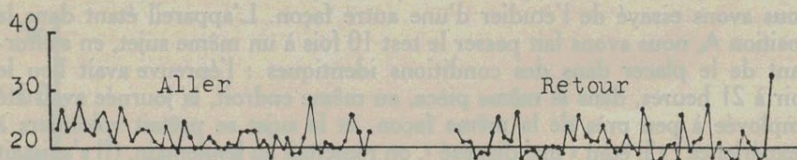


FIG. 8. — Epreuve 3

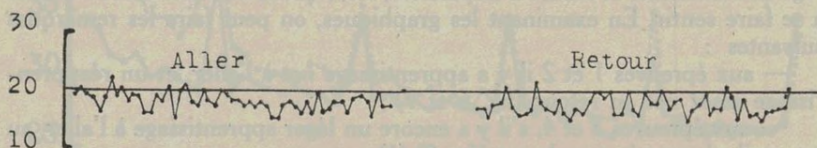


FIG. 9. — Epreuve 9

miné (même lorsqu'il y a 51 jours d'écart entre les épreuves). Aucun signe de viscosité au retour (fig. 9) (1).

NOTA. — A l'épreuve 8, il y a apparition de la fatigue à la fin du retour. Ceci ne s'est produit d'ailleurs que cette fois-là, et le sujet s'est plaint de fatigue après l'épreuve.

Il semble donc que dès la 4^e épreuve, au retour, et la 5^e, à l'aller, le phénomène d'apprentissage soit pratiquement terminé, et que le sujet ait

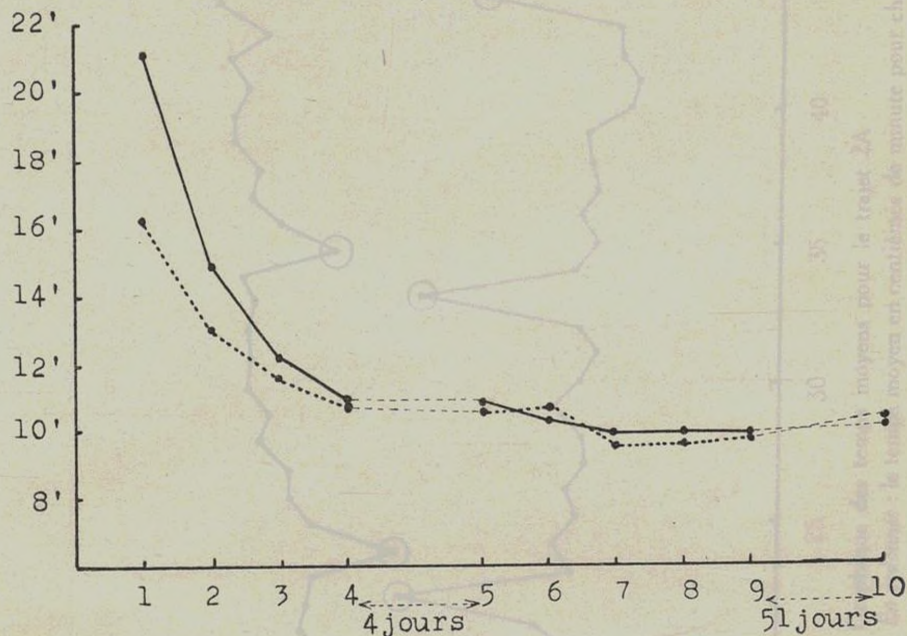


FIG. 10

En trait plein : graphique des temps globaux « aller ». En pointillé : graphique des temps globaux « retour ».

atteint son plateau : les courbes peuvent alors être juxtaposées sans discontinuité. Ceci est mis en relief par le graphique des temps globaux aller et retour de chaque épreuve (fig. 10). En abscisse nous avons porté la succession des épreuves de 1 à 10 en indiquant les repos de 4 et de 51 jours. En ordonnée, pour chacune d'elles, nous avons porté le temps global aller et le temps global retour.

Cette expérience n'a porté que sur 1 sujet, ce qui nous interdit toute conclusion nette. Cependant, tout ce qui précède semble nous autoriser, du moins pour le moment, à considérer le retour tout entier lui aussi comme un phénomène d'apprentissage. De toute façon, sans vouloir nier le rôle de la viscosité, il semble que ce test ne soit pas particulièrement propre à isoler et à mesurer cette aptitude ou inaptitude, si elle existe.

(1) Les graphiques 3 et 4 d'une part, 6 à 10 d'autre part, étant à peu près semblables, nous n'avons pas jugé utile de les reproduire tous. Nous avons choisi, pour chaque groupe, celui qui nous donne l'idée la plus exacte de l'ensemble.

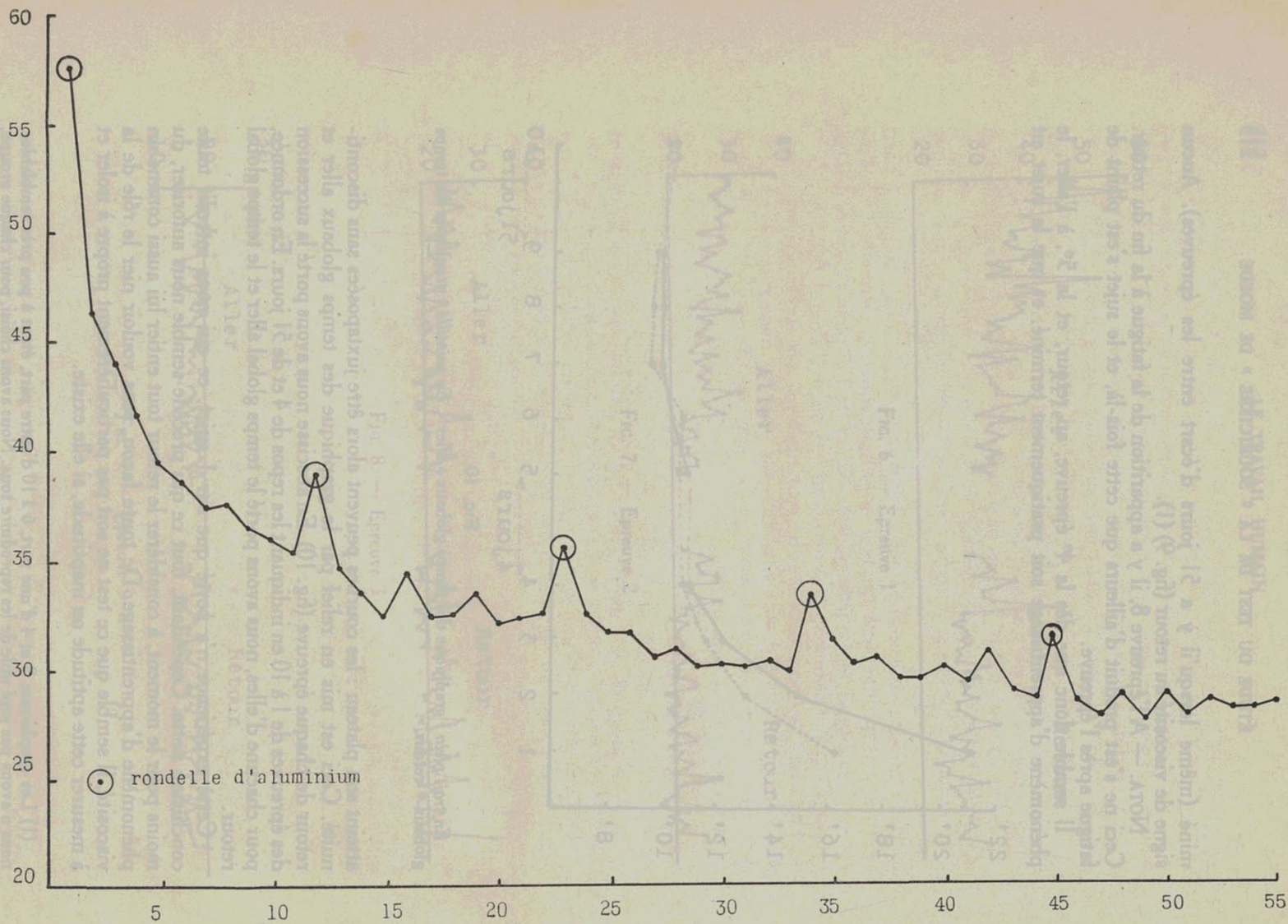


FIG. 11. — Graphique des temps moyens pour le trajet 1A

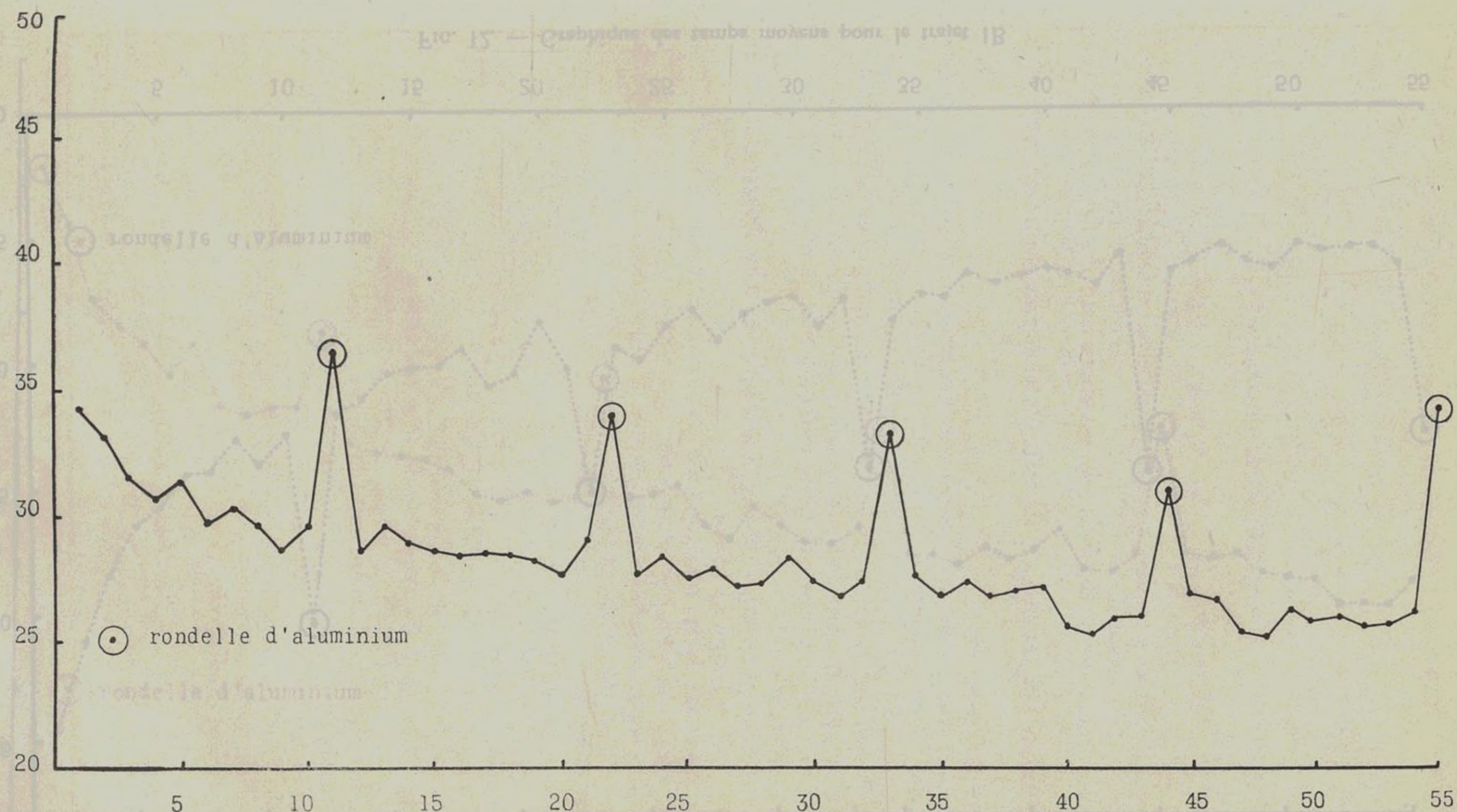


FIG. 11 bis. — Graphique des temps moyens pour le trajet 2A

En abscisse : la suite des rondelles de 1 à 55. En ordonnée : le temps moyen en centièmes de minute pour chaque rondelle

En abscisse : la suite des rondelles de 1 à 55. En ordonnée : le temps moyen en centièmes de minute pour chaque rondelle

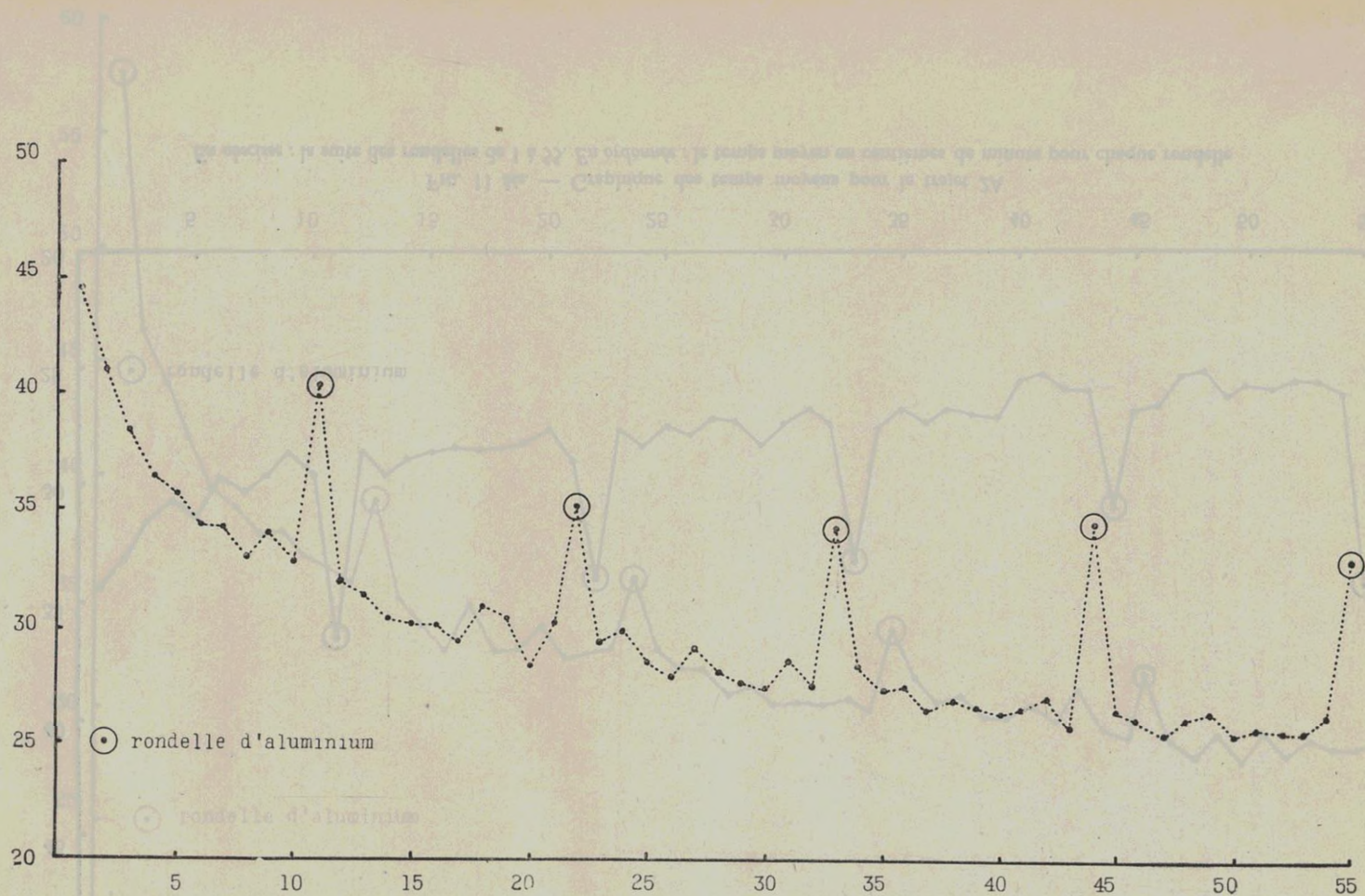


FIG. 12. — Graphique des temps moyens pour le trajet 1B

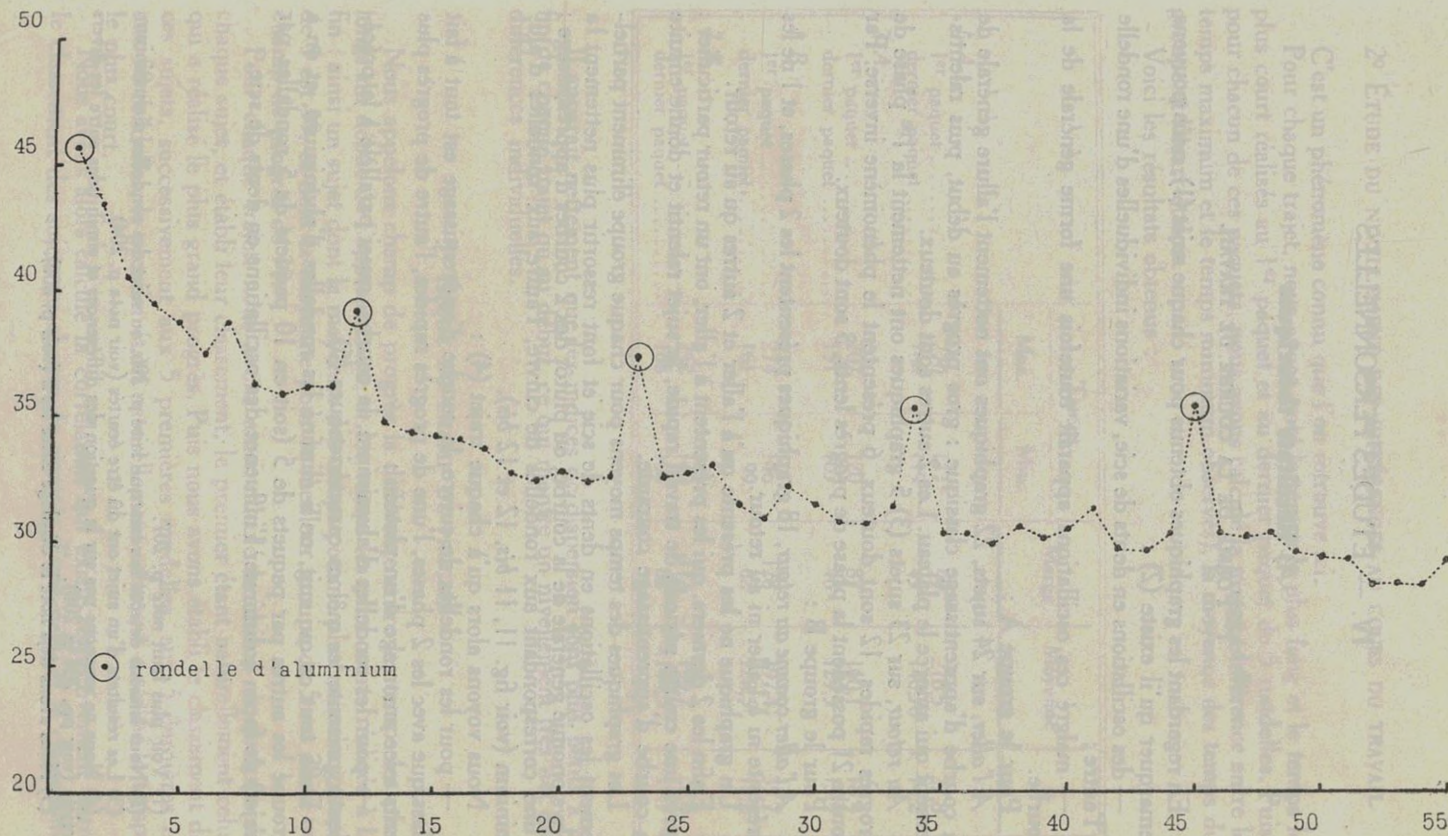


FIG. 12 bis. — Graphique des temps moyens pour le trajet 2B
En abscisse : la suite des rondelles de 1 à 55. En ordonnée : le temps moyen en centièmes de minute pour chaque rondelle

IV. — ÉTUDES PERSONNELLES

A) Résultats théoriques

1^o FORME DE LA COURBE DE TRAVAIL

En regardant les graphiques obtenus pour chaque sujet (1), nous pouvons remarquer qu'il existe (2) :

— des oscillations en dents de scie, variations individuelles d'une rondelle à l'autre ;

— malgré ces oscillations apparaît toutefois une forme générale de la courbe.

Pour le groupe A :

A l'aller, sur 24 sujets, 22 graphiques ont nettement l'allure générale de la courbe d'apprentissage classique : gros progrès au début, puis ralentissement qui amorce le plateau. Les 2 autres sont douteux.

Au retour, sur 23 sujets (3) 5 graphiques ont nettement la 1^{re} phase de progrès rapides, 12 sont douteux, 6 présentent le phénomène inverse. Par contre 21 possèdent la phase de progrès lents, 3 sont douteux.

Pour le groupe B :

A l'aller comme au retour, 18 graphiques présentent les 2 phases, et 1 ne les présente ni à l'aller ni au retour.

Un graphique ne les présente qu'à l'aller et 2 autres qu'au retour.

Enfin les 2 derniers, qui les présentent à l'aller, ont un retour particulier : après une courte période de travail rapide, le sujet ralentit et donne ensuite la courbe d'apprentissage courante.

Les graphiques des temps moyens pour chaque groupe éliminent partiellement les oscillations en dents de scie et font ressortir plus nettement la physionomie générale de la courbe, ou plutôt des 2 courbes d'apprentissage : l'une correspondant aux rondelles de cuivre, l'autre aux rondelles d'aluminium (voir fig. 11, 11 bis, 12 et 12 bis).

Nous voyons alors qu'à chaque trajet (4) :

— pour les rondelles de cuivre, la courbe d'apprentissage est tout à fait classique avec les 2 phases, l'une de progrès rapides, l'autre de progrès plus lents avec amorçage d'un plateau ;

— pour les rondelles d'aluminium, la courbe, quasi parallèle à la précédente, présente les mêmes caractéristiques (5).

Dans tout ce qui suit, on a éliminé les rondelles d'aluminium, et on a groupé les autres par paquets de 5 (soit en 10 paquets de 5 rondelles par trajet) de façon à diminuer l'influence des oscillations en dents de scie.

(1) Voir plus haut note p. 207.

(2) Nous laissons de côté la remarque faite p. 206, au sujet des rondelles d'aluminium.

(3) Les résultats d'un sujet ont dû être écartés (voir nota p. 204).

(4) Nous ne revenons pas sur la question des différences et similitudes entre les divers trajets (voir pp. 204 et 208).

(5) Nous avons déjà noté le décalage entre les 2 (voir p. 206).

2^o ÉTUDE DU NIVELLEMENT DES DIFFÉRENCES AU COURS DU TRAVAIL

C'est un phénomène connu que l'on retrouve ici.

Pour chaque trajet, nous avons noté le temps le plus long et le temps le plus court réalisés au 1^{er} paquet et au dernier paquet de 5 rondelles. Puis, pour chacun de ces paquets, nous avons calculé la marge (différence entre le temps maximum et le temps minimum observés), la moyenne des temps du groupe et l'écart-étalon.

Voici les résultats obtenus :

	Temps		Marge	Moyenne	σ
	Max.	Min.			
1 A :					
1 ^{er} paquet	270	171	99	210,5	27,8
dernier paquet	168	119	49	140,70	14,2
2 A :					
1 ^{er} paquet	207	120	87	160,1	18,4
dernier paquet	151	105	46	129,5	13,9
1 B :					
1 ^{er} paquet	274	146	128	197,4	35,7
dernier paquet	161	99	62	128,5	17,2
2 B :					
1 ^{er} paquet	252	140	112	199,7	28,8
dernier paquet	188	106	82	144,5	19,7

Il apparaît nettement que les indices de dispersion sont plus petits à la fin de chaque trajet qu'au début, ce qui montre un nivellement très net des différences individuelles.

3^o ÉTUDE DU CHAMP DE PROGRÈS

Nous appelons champ de progrès la différence entre les temps les plus longs du début de l'apprentissage, et les temps les plus courts réalisés à la fin : ainsi un sujet dont la moyenne des temps pour le plus mauvais groupe de 5 est 59, et dont la moyenne pour le meilleur groupe de 5 est 20, a un champ de progrès de 39.

Pour chaque trajet, nous avons ainsi calculé le champ de progrès de chaque sujet, et établi leur classement, le premier étant naturellement celui qui a réalisé le plus grand progrès. Puis nous avons établi le classement de ces sujets, successivement aux 5 premières rondelles, aux 5 dernières et aux 50 rondelles, le premier étant naturellement celui qui a réalisé le temps le plus court.

Nous avons alors calculé la corrélation qui existe respectivement entre le classement des sujets au champ de progrès d'une part, et le classement

pour le premier paquet de 5, le total, et le dernier paquet de 5 d'autre part (1).

Nous avons obtenu les coefficients de corrélation suivants entre le champ de progrès et la réussite.

	Au 1 ^{er} paquet de 5	Au total	Au dernier paquet de 5
1 A	$-0,88 \pm 0,03$	$-0,71 \pm 0,07$	$-0,32 \pm 0,12$
2 A	$-0,55 \pm 0,1$	$-0,16 \pm 0,14$	0
1 B	$-0,90 \pm 0,03$	$-0,55 \pm 0,1$	$-0,39 \pm 0,12$
2 B	$-0,77 \pm 0,05$	$-0,57 \pm 0,09$	$-0,50 \pm 0,1$

Toutes les corrélations sont négatives, et nous retrouvons ici un fait courant : les meilleurs au test ont un plus petit champ de progrès, les moins bons en ont un plus grand. Ceci tient à ce que « les bons sujets » étant plus près de la limite absolue ont un moindre champ de progrès.

Cependant nous, pouvons remarquer :

— pour chaque sujet, les coefficients de la première colonne à la troisième colonne, vont en diminuant. Dans les considérations ci-dessus, c'est donc le classement au départ qui importe, et non celui à l'arrivée ;

— les corrélations entre le classement au 1^{er} paquet de 5 et le champ de progrès sont plus nettes aux trajets 1 qu'aux trajets 2 correspondants. Sans doute peut-on l'expliquer par le fait que le champ de progrès est réduit pour tous, le retour bénéficiant de l'apprentissage de l'aller.

4^o ÉTUDE DES OSCILLATIONS INDIVIDUELLES AU COURS DU TRAVAIL

Il s'agit des oscillations en dents de scie signalées plus haut. Elles sont intéressantes à étudier : on peut d'abord rappeler les résultats connus :

- l'amplitude de ces oscillations augmente avec la fatigue ou le désintérêt ;
- cette amplitude diminue avec les progrès du sujet ;
- elle est plus grande chez les mauvais sujets que chez les bons.

Du point de vue pratique elles doivent présenter un certain intérêt : il ne suffit pas qu'un sujet soit rapide pour une tâche, mais encore faut-il qu'il soit régulier, car bien souvent la régularité est préférable à la rapidité. Il serait sans doute intéressant d'étudier l'amplitude de ces oscillations en relation :

- avec d'autres tests faisant ressortir les variations du sujet au cours d'un travail : test de temps de réaction par exemple ;
- avec la réussite professionnelle dans certains métiers exigeant du soin ;
- avec les accidents du travail.

(1) Nous avons employé le coefficient de coordination (ρ) de Spearman, le seul applicable à un groupe restreint ne présentant pas une distribution gaussienne.

B) Résultats pratiques

1° COMMENT UTILISER PRATIQUEMENT CES RÉSULTATS

Il sera très difficile de tenir compte des oscillations individuelles de rondelle à rondelle, d'autant plus que dans la pratique il n'est guère possible de procéder à un chronométrage rondelle par rondelle (1).

Le temps global ne donne pas d'indications suffisantes, les temps par

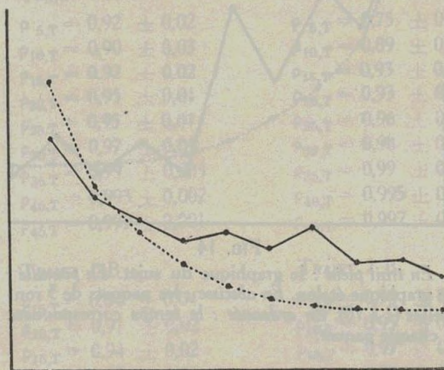


FIG. 13

En trait plein : le graphique du sujet. *En pointillé* : le graphique étalon. *En abscisse* : les paquets de 5 rondelles (1 à 10). *En ordonnée* : le temps correspondant à chaque paquet.

paquets de 10 semblent encore insuffisants. Nous avons procédé au groupement par paquets de 5 rondelles, ce groupement paraît suffisant pour atténuer les oscillations en dents de scie, tout en permettant de suivre l'allure générale de la courbe d'apprentissage.

On peut alors évaluer empiriquement les résultats d'un sujet : sur un échantillon, on établit un graphique étalon moyen que l'on imprime en pointillé sur les feuilles d'examen. On porte les résultats de chaque sujet examiné sur la feuille, et on peut ainsi comparer automatiquement sa courbe et la courbe-étalon.

Voici par exemple 3 cas possibles permettant 3 conclusions différentes (fig. 13, 14 et 15).

Mais cette méthode présente les inconvénients des méthodes non chiffrées ; cependant, bien employée à côté des temps globaux, aller, retour, et aller et retour, elle peut certainement donner les meilleurs renseignements sur le comportement d'un sujet au cours de l'épreuve. On pourrait la compléter en établissant un étalonnage pour le premier et le dernier paquets de

(1) Voir plus haut, p. 202.

5 rondelles, ce qui permettrait de se rendre compte plus objectivement de la façon dont l'apprentissage a changé la place d'un sujet dans son groupe, et quelle a été l'importance relative de ce changement.

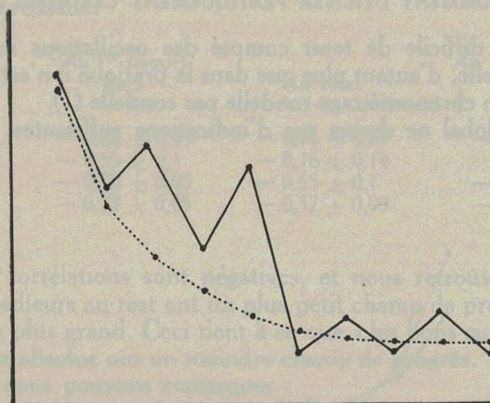


FIG. 14

En trait plein : le graphique du sujet. *En pointillé* : le graphique étalon. *En abscisse* : les paquets de 5 rondelles (1 à 10). *En ordonnée* : le temps correspondant à chaque paquet.

2^o SERAIT-IL POSSIBLE DE RACCOURCIR L'ÉPREUVE ?

C'est une question particulièrement intéressante du point de vue pratique. La « Souricière » demande beaucoup de temps, et on lui préfère des épreuves courtes comme celle de Piorkowski.

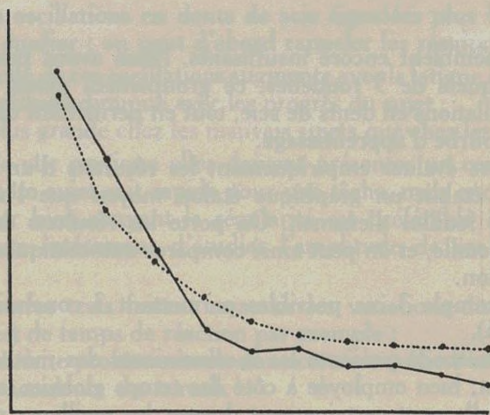


FIG. 15

En trait plein : le graphique du sujet. *En pointillé* : le graphique étalon. *En abscisse* : les paquets de 5 rondelles (1 à 10). *En ordonnée* : le temps correspondant à chaque paquet.

Le problème est celui-ci : les résultats d'un sujet peuvent-ils être prévus avant la fin de l'épreuve ? Si oui, combien de rondelles suffisent pour arriver à cette prévision, et avec quelle probabilité cette prévision a-t-elle des chances d'être exacte ?

Nous avons été ainsi amené à calculer la corrélation entre les résultats aux 5, 10, 15, 20, etc. premières rondelles et le résultat total pour chaque trajet.

Nous avons obtenu (1) :

TRAJET 1 A :

$$\begin{aligned} \rho_{5,T} &= 0,92 \pm 0,02 \\ \rho_{10,T} &= 0,90 \pm 0,03 \\ \rho_{15,T} &= 0,92 \pm 0,02 \\ \rho_{20,T} &= 0,95 \pm 0,01 \\ \rho_{25,T} &= 0,95 \pm 0,01 \\ \rho_{30,T} &= 0,97 \pm 0,01 \\ \rho_{35,T} &= 0,99 \pm 0,003 \\ \rho_{40,T} &= 0,993 \pm 0,002 \\ \rho_{45,T} &= 0,997 \pm 0,001 \end{aligned}$$

TRAJET 2 A :

$$\begin{aligned} \rho_{5,T} &= 0,75 \pm 0,06 \\ \rho_{10,T} &= 0,89 \pm 0,03 \\ \rho_{15,T} &= 0,93 \pm 0,02 \\ \rho_{20,T} &= 0,93 \pm 0,02 \\ \rho_{25,T} &= 0,96 \pm 0,01 \\ \rho_{30,T} &= 0,98 \pm 0,01 \\ \rho_{35,T} &= 0,99 \pm 0,003 \\ \rho_{40,T} &= 0,995 \pm 0,001 \\ \rho_{45,T} &= 0,997 \pm 0,001 \end{aligned}$$

TRAJET 1 B :

$$\begin{aligned} \rho_{5,T} &= 0,84 \pm 0,04 \\ \rho_{10,T} &= 0,91 \pm 0,02 \\ \rho_{15,T} &= 0,94 \pm 0,02 \\ \rho_{20,T} &= 0,95 \pm 0,01 \\ \rho_{25,T} &= 0,97 \pm 0,01 \\ \rho_{30,T} &= 0,98 \pm 0,01 \\ \rho_{35,T} &= 0,99 \pm 0,003 \\ \rho_{40,T} &= 0,994 \pm 0,002 \\ \rho_{45,T} &= 0,998 \pm 0,001 \end{aligned}$$

TRAJET 2 B :

$$\begin{aligned} \rho_{5,T} &= 0,90 \pm 0,03 \\ \rho_{10,T} &= 0,95 \pm 0,01 \\ \rho_{15,T} &= 0,97 \pm 0,01 \\ \rho_{20,T} &= 0,98 \pm 0,01 \\ \rho_{25,T} &= 0,98 \pm 0,01 \\ \rho_{30,T} &= 0,98 \pm 0,01 \\ \rho_{35,T} &= 0,99 \pm 0,003 \\ \rho_{40,T} &= 0,996 \pm 0,001 \\ \rho_{45,T} &= 0,995 \pm 0,001 \end{aligned}$$

Donc, très fortes corrélations dès le début, corrélations qui augmentent naturellement avec le nombre de rondelles déplacées.

En reprenant les résultats sur le champ de progrès (2), nous pouvons en compléter la conclusion de la façon suivante : si les sujets mauvais au départ progressent plus que les meilleurs (en valeur absolue du champ de progrès), il n'en reste pas moins vrai qu'au cours de l'épreuve, d'une façon générale, les bons restent les bons, et les mauvais restent les mauvais (résultats déjà obtenus d'autre part). Cette conclusion apparaît d'ailleurs en jetant un coup d'œil sur les classements, sans recourir au coefficient de corrélation. Du point de vue pratique, il apparaît clairement que dès la 25^e rondelle, tous les coefficients ont dépassé 0,96, et qu'à la 35^e, tous ont atteint une valeur de 0,99. Pratiquement, on pourrait arrêter l'épreuve entre la 25^e et la 35^e rondelles, suivant que l'on est plus ou moins exigeant.

Mais une question se pose alors : ceci ne serait-il pas dû au fait que les

(1) $\rho_{5,T}$ - $\rho_{10,T}$, etc. signifient : corrélations entre les 5, 10, ... premières rondelles et le total T.

(2) Voir plus haut, p. 220.

mauvais sujets sont handicapés au départ par un gros retard à combler ? Il faut alors se demander si, en fin d'épreuve, en ne tenant compte que de la rapidité réellement atteinte par chaque sujet sur les dernières rondelles, il en est encore ainsi : nous avons alors calculé les corrélations existant entre les résultats obtenus aux divers paquets de 5 rondelles d'une part, et ceux obtenus au dernier paquet de 5 d'autre part.

Nous avons obtenu (1) :

TRAJET 1 A :

$\rho_{2-6, 5D} = 0,72 \pm 0,07$
$\rho_{7-11, 5D} = 0,57 \pm 0,10$
$\rho_{13-17, 5D} = 0,75 \pm 0,06$
$\rho_{18-22, 5D} = 0,61 \pm 0,09$
$\rho_{24-28, 5D} = 0,70 \pm 0,07$
$\rho_{29-33, 5D} = 0,73 \pm 0,06$
$\rho_{35-39, 5D} = 0,61 \pm 0,09$
$\rho_{40-44, 5D} = 0,73 \pm 0,06$
$\rho_{46-50, 5D} = 0,75 \pm 0,06$

TRAJET 2 A :

$\rho_{1-5, 5D} = 0,64 \pm 0,09$
$\rho_{6-10, 5D} = 0,76 \pm 0,05$
$\rho_{12-16, 5D} = 0,76 \pm 0,05$
$\rho_{17-21, 5D} = 0,64 \pm 0,09$
$\rho_{23-27, 5D} = 0,88 \pm 0,03$
$\rho_{28-32, 5D} = 0,85 \pm 0,03$
$\rho_{34-38, 5D} = 0,88 \pm 0,03$
$\rho_{39-43, 5D} = 0,83 \pm 0,04$
$\rho_{45-49, 5D} = 0,88 \pm 0,03$

TRAJET 1 B :

$\rho_{1-5, 5D} = 0,75 \pm 0,06$
$\rho_{6-10, 5D} = 0,88 \pm 0,03$
$\rho_{12-16, 5D} = 0,85 \pm 0,03$
$\rho_{17-21, 5D} = 0,89 \pm 0,03$
$\rho_{23-27, 5D} = 0,84 \pm 0,04$
$\rho_{28-32, 5D} = 0,84 \pm 0,04$
$\rho_{34-38, 5D} = 0,85 \pm 0,03$
$\rho_{39-43, 5D} = 0,86 \pm 0,03$
$\rho_{45-49, 5D} = 0,93 \pm 0,02$

TRAJET 2 B :

$\rho_{2-6, 5D} = 0,85 \pm 0,03$
$\rho_{7-11, 5D} = 0,87 \pm 0,03$
$\rho_{13-17, 5D} = 0,88 \pm 0,03$
$\rho_{18-22, 5D} = 0,87 \pm 0,03$
$\rho_{24-28, 5D} = 0,89 \pm 0,03$
$\rho_{29-33, 5D} = 0,88 \pm 0,03$
$\rho_{35-39, 5D} = 0,91 \pm 0,02$
$\rho_{40-44, 5D} = 0,92 \pm 0,02$
$\rho_{46-50, 5D} = 0,85 \pm 0,03$

Cette fois, les corrélations sont encore très nettes quoique moins fortes. Mais nous ne pouvions espérer obtenir des coefficients aussi élevés, car les oscillations au cours du travail jouent, d'un paquet de 5 rondelles à l'autre, beaucoup plus que sur les temps globaux. Cependant, sauf pour le trajet 1 A, ces coefficients dépassent 0,80 dès la 25^e rondelle pour 2 A, la 10^e pour 1 B, et les 5 premières pour 2 B.

Du point de vue pratique, une question se pose alors : quel est le résultat le plus intéressant ? Est-ce le temps global qui tient compte du gros retard du début chez les mauvais ? Est-ce au contraire le temps mis aux 5 dernières rondelles qui donne la rapidité réelle à laquelle le sujet est parvenu en fin de parcours, quels que soient son point de départ et ses progrès réalisés ?

Même dans ce dernier cas, il semble que l'on puisse pratiquement raccourcir l'épreuve. Mais l'étude du choix du résultat à retenir (temps global ou vitesse finale) et du raccourcissement ne peut être faite qu'en rapport avec la réussite professionnelle : question de beaucoup la plus importante, et

(1) $\rho_{1-5, 5D} - \rho_{6-10, 5D} \dots$ signifient corrélations entre les résultats aux rondelles 1 à 5, 6 à 10, etc. et les résultats aux 5 dernières rondelles (5 D).

hélas, trop souvent négligée. Nous en revenons ainsi à l'étude de la validité et de la valeur prédictive du test, que nous nous proposons de faire ultérieurement.

Ce raccourcissement présenterait quelques inconvénients :

- il nous priverait en partie des précieuses observations sur le comportement des sujets au cours d'une épreuve qui dure en moyenne 30 minutes ;
- l'apprentissage à l'aller étant moins long, cela n'aurait-il pas certaines répercussions sur la courbe d'apprentissage du retour ?

Cependant le test exigeant moins de temps, on pourrait chronométrer rondelle par rondelle, car l'effort d'attention demandé serait alors beaucoup plus court.

SUMMARY

This research, bearing on the « souricière », a test of Moede, has been undertaken from a theoretical as well as a practical point of view on 48 individuals from 16 years and 5 months old to 18 years and 2 months all of them being pupils from a technical school, including different study sections of the iron trade (fitters, turners, etc...).

The test has been applied according to the usual technics, to which has been added the time notations, washer by washer, and the graphic representative of the latter.

The first part is given to a critical study of current procedures and shows :

- 1^o *that it is necessary to apply more precision to the instructions : position of the apparatus, use of the hands ;*
- 2^o *that the questions of the construction of the apparatus and more particularly of the metal used is important as they can influence the results to a very great extent ;*
- 3^o *that the various index (comprehension, apprenticeship, viscosity, starting) employed to represent in a simple and practical way the aptitudes revealed by the test, do not seem to give entire satisfaction : they do not always correspond with a psychological reality ; moreover, established by means of simple formulae, they are more often arbitrary.*

The second part consists of a few personal researches giving the following facts :

- 1^o *the test can be considered as an apprenticeship exercise, which a study of the shape of the working curves shows very clearly.*
- 2^o *facts observed in other tests are found again here :*
 - a) *a levelling of individual differences during the apprenticeship ;*
 - b) *a contrary correlation between the extent of progress and the performance realized at the start ;*
 - c) *an increase of the amplitude of individual oscillations during work with fatigue and lack of interest — it diminishes with the acquired progress — it is greater in the less good than in the good individuals.*
- 3^o *the results obtained by means of this test could be employed in a practical way by comparing them to a graphic of average times realized by a standard group.*
- 4^o *it would be possible to shorten the test. However if this shortening obtained a gain of time, it would perhaps deprive us of important observations on the behaviour of individuals during the progress of so long a test.*

ÉTUDE DES MODIFICATIONS DE L'EXCITABILITÉ MUSCULAIRE SOUS L'INFLUENCE DE LA FATIGUE

par R. BONNARDEL et S. JAGUES

SOMMAIRE

I. — INTRODUCTION.

II. — POSITION DU PROBLÈME DE L'EXCITABILITÉ MUSCULAIRE.

- a) Forme générale des lois d'excitation électrique ;
- b) Rappel de définitions ;
- c) Les lois d'excitation obtenues en utilisant les décharges de condensateurs ;
- d) Cas où deux processus différents d'excitabilité sont mis en jeu ;
- e) Les expériences de Keith Lucas ;
- f) Les recherches de L. et M. Lapicque ;
- g) Complexité des phénomènes observés ;
- h) Nos recherches personnelles sur l'excitabilité musculaire.

III. — ÉTUDE DES RÉPERCUSSIONS DE LA FATIGUE SUR L'EXCITABILITÉ MUSCULAIRE.

A. Conditions expérimentales :

- 1^o Circuit électrique utilisé pour la détermination des lois d'excitation au moyen de décharges de condensateurs ;
- 2^o Circuit électrique utilisé pour provoquer la fatigue des préparations neuro-musculaires ;
- 3^o Protocole expérimental.

B. Résultats :

- 1^o Répartition des capacités correspondant au minimum d'énergie (C. m. e.) ;
- 2^o Démasquage des courbes A au cours de la fatigue :
 - a) Exemples d'expériences :
 - α) Fatigue provoquée par stimulation du nerf ;
 - β) Fatigue provoquée par stimulation directe du muscle ;
 - b) Commentaires sur les expériences où les courbes A se manifestent ;
- 3^o Les courbes B et C au cours de la fatigue :
 - a) Exemples d'expériences ;
 - b) Commentaires sur les courbes B et C au cours de la fatigue.

IV. — COMPARAISON DE L'INFLUENCE DE LA FATIGUE AVEC CELLE DE DIVERS AGENTS PHYSIQUES ET CHIMIQUES.

V. — RAPPROCHEMENT DE NOS RÉSULTATS AVEC CEUX DE L. ET M. LAPICQUE.

VI. — RÉSUMÉ.

I. — INTRODUCTION

Au cours de leurs travaux, aujourd'hui classiques, sur l'excitabilité des tissus étudiée au moyen de la chronaxie, L. et M. Lapicque ont été amenés à s'intéresser aux modifications des lois d'excitation électrique du muscle sous l'influence de la fatigue. Leurs expériences ont été effectuées sur des préparations neuro-musculaires de batraciens à moelle détruite, préparations le plus fréquemment utilisées dans les laboratoires de recherche. Les résultats obtenus ont été particulièrement nets. Ils consistent essentiellement en une augmentation de la chronaxie du muscle fatigué, celle du nerf restant inchangée.

A la suite de ces résultats, ces auteurs ont préconisé l'utilisation des méthodes chronaxiques comme test objectif pour l'étude de la fatigue musculaire dans les conditions du travail industriel : « L'exercice professionnel, l'entraînement spécial, peuvent produire une modification appréciable ; ce sera un premier point intéressant à établir. Le début du travail de chaque jour, la mise en train, donne sans doute lieu, de son côté, à une variation qui pourra peut-être être saisie, mais en fin de compte, l'allongement de la chronaxie par la fatigue apparaît dans nos expériences comme assez grande et assez constante pour fournir une preuve et une mesure de cette fatigue dans des conditions industrielles bien étudiées » (L. et M. Lapicque, 1921).

Pour que ces déterminations fussent possibles, point sur lequel L. et M. Lapicque ont insisté, il y aurait naturellement « lieu de préciser, suivant une assez fine technique d'électro-diagnostic, les conditions d'application des électrodes pour obtenir l'excitation directe ». En effet, dans l'expérimentation humaine, comme d'ailleurs dans l'expérimentation animale, lorsqu'on pose les électrodes sur le muscle (sur la peau qui recouvre le muscle, chez l'homme), ce sont les fibres nerveuses qui sont, le plus souvent, excitées les premières, et non les fibres musculaires dont le seuil d'excitation est généralement plus élevé.

Dans les procédés habituels d'électro-diagnostic (sur l'homme) l'électrode active (électrode négative ou cathode) est placée au « point moteur », c'est-à-dire sur la peau recouvrant le point de pénétration du nerf dans le muscle ou sur un point d'épanouissement du nerf à l'intérieur du muscle, et, dans ces conditions, l'excitation porte toujours sur les éléments nerveux et non sur les éléments musculaires (G. Bourguignon, 1923, p. 26).

L'excitation percutanée portée en dehors des points moteurs (par exemple l'excitation dite « longitudinale ») ne permet pas d'effectuer des déterminations précises ; et il semble que, sauf dans le cas de dégénérescence du nerf, il s'agisse encore là, le plus souvent, d'un mode d'excitation indirecte.

Jusqu'à maintenant il n'a pas été possible d'établir, dans l'expérimentation humaine, une technique permettant de faire porter à coup sûr les mesures chronaxiques sur l'excitabilité propre des éléments musculaires.

De nombreuses recherches ont été effectuées sur l'homme à la suite des travaux précités de L. et M. Lapicque. L'influence de la fatigue, celle de l'entraînement, de la préparation du mouvement et de son exécution ont été particulièrement étudiées par Bourguignon et Laugier (1928), Altenburger et Gutmann (1928), Ufland et Latmanisowa (1930), Laugier et Néoussikine (1931-1933), Altenburger et Kroll (1931), Laugier et

Liberson (1931), Latmanisowa, Ufland et Schamarina (1932), Viziano (1933), Ufland et Wuhl (1935), Scherman L. G. (1935), Covaciu-Ulmeanu (1936), Steinbach (1936), Zevitnia et Fasler (1936), Raevsky et Babadzanian (1938). Ces expériences ont été réalisées en utilisant les techniques habituelles de l'électro-diagnostic, l'électrode active étant le plus généralement placée au « point moteur ». Dans ces conditions les déterminations chronaxiques portent très certainement sur les éléments nerveux et non sur les éléments musculaires. Dans ces divers travaux, les chronaxies ont subi souvent des modifications importantes, évoluant plus ou moins rapidement dans le temps. On observe, suivant les cas, une augmentation ou une diminution des chronaxies selon les individus, l'état d'entraînement, l'intensité de l'effort, la durée et le rythme du travail musculaire, etc. La plupart des variations observées rentrent dans le cadre des phénomènes de « subordination » (Covaciu-Ulmeanu, 1936) mis en évidence pour la première fois par M. Lapique (1923) et qui consistent en des fluctuations de la chronaxie des neurones sous l'action des centres nerveux.

Dans les expériences de L. et M. Lapique, effectuées sur des préparations neuro-musculaires de batraciens, la chronaxie nerveuse n'a pas été affectée par la fatigue. Ce fait n'est pas en opposition avec les résultats des expériences effectuées sur l'homme, puisque dans le premier cas les centres nerveux ayant été préalablement détruits, les mesures portent sur des « chronaxies de constitution », suivant la terminologie de Lapique ; alors que dans le second, elles portent sur des « chronaxies de subordination ».

Les variations de *chronaxies nerveuses* observées par les divers auteurs sont trop complexes, et les facteurs agissant sur elles trop nombreux, pour que, dans l'état actuel de la question, il soit permis d'envisager la création d'un test de fatigue simple et précis pratiquement utilisable en physiologie industrielle.

Quant aux variations des *chronaxies musculaires*, elles ne pourront être mises en évidence sur l'homme tant qu'une technique spéciale n'aura pas été établie pour obtenir à coup sûr la stimulation directe des éléments musculaires.

Du point de vue théorique, il sera certes important de poursuivre, par des recherches minutieuses, l'étude des modifications des chronaxies nerveuses sur l'homme, afin de préciser les phénomènes déjà observés et de dégager plus nettement l'action des divers facteurs.

De ce même point de vue théorique, il nous a paru intéressant d'approfondir les causes des variations de chronaxies mises en évidence par L. et M. Lapique sur des préparations neuro-musculaires d'animaux dont les centres nerveux ont été préalablement détruits. Ces auteurs ont en effet attaché à ces expériences une certaine importance pour démontrer la liaison existant entre, d'une part, les variations relatives des chronaxies nerveuse et musculaire, et, d'autre part, les modalités du passage de l'influx nerveux du nerf au muscle, phénomène qui est à la base de leur théorie générale du fonctionnement du système nerveux : « Cet effet de la fatigue nous paraît même constituer une des expériences les plus nettes pour démontrer et au besoin étudier avec précision l'effet de l'hétérochronisme neuro-musculaire » (1921).

Pour cette raison, nous avons repris en détail l'étude des modifications

des lois d'excitation électrique du muscle sous l'influence de la fatigue, selon le même protocole expérimental général que nous avons adopté précédemment, d'une part, pour l'étude des lois complètes d'excitation du muscle normal et du muscle à nerf dégénéré (R. Bonnardel, 1935 et 1946), et, d'autre part, pour celle des modifications provoquées par l'action de divers agents physiques ou chimiques : action de la nicotine (R. Bonnardel, 1938), action de la concentration saline, du pH, des phosphates, du calcium, et de la vératrine (S. Jagues, 1943 et 1946). Cet ensemble de travaux nous a amené à envisager l'excitabilité musculaire, la signification des chronaxies déterminées selon la méthode de L. et M. Lapicque et les conditions de mise en activité du muscle par son nerf, d'une façon différente de celle proposée par ces auteurs.

Avant de rapporter le détail de nos expériences nous rappellerons brièvement les données générales relatives à l'excitation électrique du muscle, afin de situer nos résultats sur la fatigue par rapport à ceux de nos études précédentes sur l'excitabilité musculaire et sur ses modifications sous diverses influences.

II. — POSITION DU PROBLÈME DE L'EXCITABILITÉ MUSCULAIRE

a) FORME GÉNÉRALE DES LOIS D'EXCITATION ÉLECTRIQUE

Dans une série de travaux effectués depuis le début de ce siècle, et coordonnés dans *L'excitabilité en fonction du temps* (1926), L. et M. Lapicque ont montré que les lois d'excitation électrique des tissus les plus divers présentent une même forme générale.

Ces lois sont obtenues en faisant passer un courant électrique dans le tissu au moyen d'un dispositif expérimental approprié. On détermine, pour une durée donnée de passage du courant, l'intensité juste nécessaire (intensité liminaire) pour obtenir la réponse du tissu au seuil (par exemple,

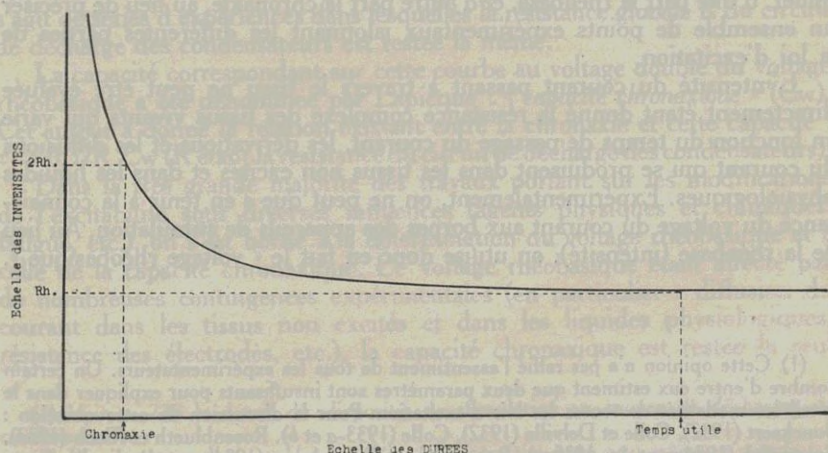


FIG. 1. — Forme générale de la loi d'excitation électrique des tissus

la plus petite contraction perceptible dans le cas du muscle). Les déterminations de l'intensité liminaire sont poursuivies de la même façon pour toute la gamme des durées de passage du courant. La relation entre l'intensité et la durée du courant est schématiquement représentée dans la figure 1 par une courbe joignant les différents points expérimentaux obtenus.

Dans cette figure, les durées du courant sont portées en abscisse, et les intensités, en ordonnée. On remarque que la loi d'excitation électrique des tissus présente les caractères généraux suivants : lorsque la durée du courant est très brève relativement à la rapidité d'excitation du tissu, l'intensité doit être très élevée pour provoquer la réponse. Cette intensité décroît d'abord rapidement lorsqu'on utilise des courants moins brefs. Puis, cette décroissance devient progressivement de plus en plus faible au fur et à mesure que l'on utilise des courants de plus longue durée. Enfin à partir d'une certaine durée, l'intensité se maintient à un niveau déterminé.

b) RAPPEL DE DÉFINITIONS

L. et M. Lapicque ont donné les définitions suivantes de certains points de cette loi (voir fig. 1) :

la « *rhéobase* » est l'intensité au-dessous de laquelle on ne peut obtenir de réponse du tissu quelle que soit la durée de passage du courant ;

la « *durée-utile* » est le temps de passage du courant à partir duquel l'intensité ne décroît plus ;

la « *chronaxie* » (τ) est le temps de passage correspondant à une intensité double de la rhéobase.

Si l'on admet que les lois d'excitation des divers tissus n'ont pas seulement même allure générale, mais qu'elles sont strictement superposables en les ramenant à des échelles convenables d'intensité et de temps, deux paramètres seulement sont suffisants pour caractériser complètement la loi d'excitation de chaque tissu (1). C'est pourquoi, dans les multiples travaux qui ont été effectués sur l'excitabilité électrique, on s'est généralement contenté de déterminer, d'une part la rhéobase, et d'autre part la chronaxie, au lieu de préciser un ensemble de points expérimentaux jalonnant les différentes parties de la loi d'excitation.

L'intensité du courant passant à travers le tissu ne peut être évaluée directement étant donné la résistance complexe des tissus vivants qui varie en fonction du temps de passage du courant, les dérivations et les diffusions du courant qui se produisent dans les tissus non excités et dans les liquides physiologiques. Expérimentalement, on ne peut que s'en tenir à la connaissance du voltage du courant aux bornes des appareils de stimulation. Au lieu de la rhéobase (intensité), on utilise donc en fait le « voltage rhéobasique ».

(1) Cette opinion n'a pas rallié l'assentiment de tous les expérimentateurs. Un certain nombre d'entre eux estiment que deux paramètres sont insuffisants pour expliquer dans le détail les modalités de toutes les lois d'excitation. Pour la discussion de cette question : Bouckaert (1932), Colle et Delville (1932), Colle (1933-a et b), Rosenblueth et Rioch (1933), Bonnardel (1934-a et b ; 1935-a), Bonnardel et Goudchaux (1934-a et b), L. Lapicque (1934-a), L. et M. Lapicque (1934-1935).

c) LES LOIS D'EXCITATION OBTENUES
EN UTILISANT LES DÉCHARGES DE CONDENSATEURS

Les durées de passages intéressants, pour certains tissus rapides, se situent au-dessous du millième de seconde. La production et le maniement de courants électriques d'aussi courtes durées présentent des difficultés malgré l'appareillage étudié dans ce but (rhéotomes de Weiss, de Keith Lucas, chronaximètre de Lapique, etc.). Aussi utilise-t-on généralement des décharges de condensateurs pour stimuler les préparations physiologiques. Cette méthode a été utilisée pour la première fois par Hoorweg (1892). Grâce à l'emploi d'un shunt, introduit dans l'expérimentation par Lapique, la résistance globale (R) du circuit dans lequel se déchargent les condensateurs est maintenue pratiquement constante quelles que soient les variations de résistance de la préparation (1). La durée de la décharge des condensateurs (dont la constante de temps est égale au produit de la résistance par la capacité : $R \times C$) est ainsi maintenue proportionnelle à la grandeur de leur capacité. Il suffit donc de disposer d'une gamme de capacités assez grande pour pouvoir expérimenter dans l'échelle des temps englobant toute la portion intéressante des lois d'excitation des tissus rapides. L'emploi de boîtes spéciales de condensateurs de précision allant de 10^{-9} à 10^{-5} farads facilite considérablement l'expérimentation sur l'excitabilité.

La loi d'excitation obtenue au moyen de décharges de condensateurs est, en gros, dans sa forme générale, assez voisine de celle rapportée dans la figure 1 correspondant à la loi d'excitation au moyen d'ondes électriques rectangulaires (courants de valeur constante pendant toute leur durée) (2). L'ordonnée est constituée par une échelle de voltages (voltages sous lesquels les condensateurs de diverses capacités doivent être chargés pour que leur décharge provoque la réponse du tissu au seuil) ; cette échelle des voltages correspond à l'échelle des intensités de la figure 1. En abscisse, l'échelle des durées est donnée en unités $R \times C$ (constante de temps des décharges des condensateurs), ou plus simplement en unités de capacités C, lorsqu'il s'agit de séries d'expériences dans lesquelles la résistance globale R du circuit de décharge des condensateurs est restée la même.

La capacité correspondant sur cette courbe au voltage double du voltage rhéobasique a été dénommée par Lapique : « *capacité chronaxique* » (C_w). Cet auteur a donné la relation existant entre la chronaxie et cette capacité : $\tau = 0,37R \cdot C_w$ (R étant la résistance du circuit de décharge des condensateurs).

Dans la très grande majorité des travaux portant sur les modifications de l'excitabilité sous diverses influences (agents physiques et chimiques, fatigue, etc.), on s'est borné à la détermination du voltage rhéobasique et à celle de la capacité chronaxique. Le voltage rhéobasique étant affecté par de nombreuses contingences expérimentales (en particulier : diffusion du courant dans les tissus non excités et dans les liquides physiologiques, résistance des électrodes, etc.), la capacité chronaxique est restée le seul

(1) Voir p. 238 le détail du dispositif de stimulation au moyen de décharges de condensateurs.

(2) Il existe entre elles une légère différence systématique qui peut même se manifester très nettement dans la représentation de « l'énergie ». Voir la note (2), p. 236.

critère sur lequel on ait en général fait fond. Aussi, les interprétations théoriques de ces expériences reposent presque exclusivement sur les variations de l'indice chronologique C_w .

d) CAS OÙ DEUX PROCESSUS DIFFÉRENTS D'EXCITABILITÉ SONT MIS EN JEU

Pour que la chronaxie (ou la capacité chronaxique) et ses modifications conservent leurs significations, il est nécessaire que l'expérience porte sur une courbe d'excitation simple, univoque. Il n'en serait pas ainsi, évidem-

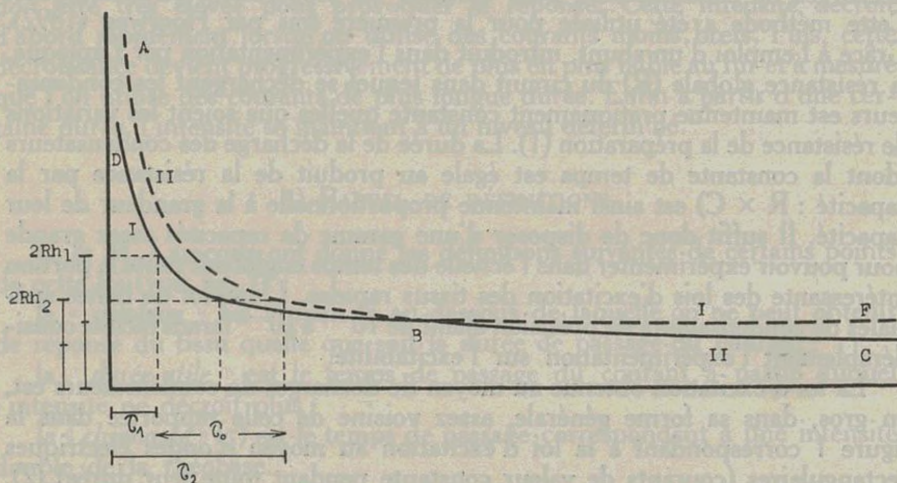


FIG. 2. — Cas où deux processus d'excitabilité sont mis en jeu

La courbe D-F appartient au processus I, et la courbe A-C, au processus II. *En trait plein* : portions des courbes à seuil le plus bas et, ainsi, seules accessibles à l'expérimentation (portions D-B pour le processus I, et B-C pour le processus II). *En trait pointillé* : portions des courbes restant masquées (portions A-B pour le processus II, et B-F pour le processus I).

ment, si plusieurs processus d'excitation intervenaient ; par exemple, si dans une partie de l'expérience les déterminations portaient sur un certain processus, et dans une autre partie, sur un processus différent ; ou bien encore si, dans le même temps expérimental, divers processus se manifestaient concurremment, la loi complète d'excitation étant dans ce cas non simple, mais complexe.

Nous donnons dans la figure 2 un schéma d'une telle loi complexe due à l'intrication de deux processus différents.

Si le processus I se manifeste seul, on observe une courbe simple DF. Si le processus d'excitation II se manifeste seul, on observe une courbe simple AC. Au cas où les deux processus interviennent concurremment, la loi d'excitation est complexe : on obtient une courbe DC comportant une légère angulation au point B. Dans ce cas, la portion AB de la courbe simple AC (portion en pointillé sur la fig. 2) est inaccessible à l'expérimentation, le seuil du processus II en AB étant, pour cette portion de la loi d'excitation, plus élevé que celui du processus I en DB. De même, la por-

tion BF de la courbe simple DF ne peut être observée, le seuil du processus I en BF étant plus élevé que celui du processus II en BC.

Si l'on se contente de déterminer, dans une telle expérience, le voltage rhéobasique et la capacité chronaxique, la première de ces déterminations tombe sur la portion C du processus II, et la seconde, sur la portion D du processus I. Dans ces conditions, cette capacité chronaxique perd sa signification puisque la réponse sur laquelle est effectuée sa détermination est celle d'un processus d'excitation différent (processus I) de celui qui intervient dans la détermination de la rhéobase (processus II).

Au cas où un agent quelconque, physique ou chimique, agirait électivement sur l'un des processus en élevant ou en abaissant son seuil d'excitation, des courbes simples pourraient être obtenues. Si le seuil du processus II s'élève suffisamment pour être supérieur à celui du processus I pour toutes les durées, le processus I sera seul accessible à l'expérimentation. On obtiendra une courbe simple d'excitation DF. Il deviendra ainsi possible de déterminer la chronaxie τ_1 du processus I (fig. 2).

Dans le cas contraire, si le seuil du processus I s'élève suffisamment pour être toujours supérieur à celui du processus II, on obtiendra une courbe d'excitation simple AC. La chronaxie τ_2 du processus II pourra être déterminée.

Au cas donc où les processus I et II se manifestent successivement au cours d'une même expérience sous l'influence d'un certain agent, si l'on se borne à une détermination de chronaxie en doublant le voltage rhéobasique — admettant ainsi *a priori* que la loi d'excitabilité est simple et qu'un seul processus intervient — on est amené à considérer le passage de la chronaxie de la valeur τ_1 à τ_2 comme témoin d'une variation de la rapidité d'excitation de ce processus ; il ne s'agit cependant que du passage de la caractéristique d'un processus déterminé à celle d'un autre processus, chacune de ces caractéristiques pouvant n'avoir subi aucune modification réelle au cours de l'expérience. Suivant la prépondérance de la courbe DF ou de la courbe AC, les capacités correspondant au double du voltage rhéobasique peuvent prendre toutes les valeurs τ_0 comprises entre τ_1 et τ_2 .

Si, dans le cas de l'excitabilité musculaire, de telles interférences de divers processus se manifestaient, toute l'expérimentation uniquement basée sur des modifications de chronaxie observées sous l'action des divers agents devrait être reprise, les variations observées ainsi pouvant ne dépendre que du rapport des seuils de différents processus d'excitation, au lieu de caractériser des modifications de rapidité d'un processus unique, comme on l'a admis en réalisant ces expériences.

Or, à la suite d'expériences remontant au début de ce siècle, Keith Lucas (1906-1908) a estimé que plusieurs processus intervenaient dans l'expérimentation sur le muscle, et que, dans la plupart des cas, les lois observées étaient complexes.

e) LES EXPÉRIENCES DE KEITH LUCAS

De l'ensemble de ses travaux sur l'excitation électrique de préparations neuro-musculaires, Keith Lucas avait abouti aux conclusions que nous schématisons ci-dessous :

Lorsque la stimulation électrique porte sur des préparatifs de muscles

immergés dans une solution physiologique, on observe le plus souvent des courbes complexes. Elles proviennent de l'intrication de trois excitabilités différentes :

1^o l'excitabilité γ qui appartient aux éléments nerveux intra-musculaires. Sa chronaxie varie de 0,8 à 3 millièmes de seconde (1) (l'auteur utilise la dénomination « excitation-time » qui correspond à la chronaxie de Lapique);

2^o l'excitabilité α , qui appartient en propre aux éléments musculaires. Sa chronaxie se situe autour de 17 millièmes de seconde;

3^o l'excitabilité β , qui ne se retrouverait, ni dans les fibres nerveuses, ni dans les portions de muscle dépourvues d'éléments nerveux, et que Keith Lucas rapporte à une « substance intermédiaire » localisée à la jonction du muscle et du nerf. La chronaxie de cette excitabilité serait de l'ordre de 0,05 millièmes de seconde.

Une critique approfondie et très détaillée des chiffres expérimentaux de Keith Lucas n'a pas permis à Lapique (1926, pp. 249-262) de se rallier aux conclusions de cet auteur.

f) LES RECHERCHES DE L. ET M. LAPIQUE

Une série de recherches (dont certaines sont antérieures à celles de Keith Lucas) ont amené L. et M. Lapique à admettre que, d'une part, dans des conditions expérimentales nettement définies, les courbes d'excitations musculaires sont simples, univoques, et que, d'autre part, la chronaxie du muscle et celle du nerf qui l'innervent sont de même ordre de grandeur. Leurs excitabilités sont, selon la terminologie de Lapique, « isochrones » ou mieux « homochrones ».

L'étude des variations de ces chronaxies nerveuses et musculaires, sous l'influence de très nombreux agents physiques et chimiques qui suppriment la possibilité de mise en activité du muscle par son nerf moteur sans faire disparaître l'activité physiologique de ces éléments pris isolément, a conduit L. et M. Lapique à l'importante loi de la disjonction chronaxique. Cette loi peut schématiquement s'exprimer ainsi : pour que le muscle puisse être mis en activité par son nerf moteur, il est nécessaire que leurs chronaxies soient accordées, et que leur rapport soit, en gros, compris entre 0,5 et 2. Lorsque le rapport dépasse ces limites, le nerf moteur devient incapable de déclencher la contraction du muscle. Cette notion, généralisée aux centres nerveux, a conduit ces auteurs à leur théorie du fonctionnement du système nerveux central par l'aiguillage des influx à travers les neurones selon le rapport existant entre leurs chronaxies (2).

g) COMPLEXITÉ DES PHÉNOMÈNES OBSERVÉS

A la suite des travaux de L. et M. Lapique, l'« homochronisme » neuromusculaire a été généralement admis par l'ensemble des physiologistes comme une donnée de fait définitivement acquise. Cependant, dès 1930, toute une

(1) Les valeurs des chronaxies des excitabilités α , β et γ sont celles marquées par Keith Lucas pour des préparations du muscle sartorius de crapaud.

(2) Pour l'exposé didactique de ces notions voir les ouvrages de L. LAPIQUE (1926-1935-1943).

série de recherches parurent indiquer des phénomènes plus complexes (Lebedur et Wachholder, 1931 ; Moore et Brucke, 1931 ; Laugier et Néous-sikine, 1932 ; Laugier et Liberson, 1932). Certains auteurs mêmes admirent l'existence d'un « hétérochronisme » considérable entre le nerf et le muscle normaux, en particulier Grundfest (1932) et Rushton (1930-1934). Ce dernier, reprenant les expériences dans les conditions particulières utilisées par Keith Lucas (préparations complètement immergées durant la stimulation), retrouve les phénomènes rapportés à une excitabilité musculaire α par Keith Lucas. Cependant, L. Lapique (1930-1934) indique que le « phénomène α » peut n'être dû qu'à une « polarisation rétrograde » provoquée par l'immersion des préparations dans les expériences de Keith Lucas et de Rushton (1).

Il nous a paru important de reprendre complètement l'étude détaillée de l'excitabilité musculaire dans les conditions préconisées par Lapique. De premières recherches effectuées avec Liberson (1934) nous ont montré l'existence de complexités indubitables dans les lois d'excitation musculaire sur des préparations non immergées.

Pour explorer à fond cette question nous avons étudié systématiquement un grand nombre de préparations ; chaque préparation faisant l'objet de déterminations de plusieurs lois complètes d'excitation, et chacune d'entre elles étant précisée au moyen d'un ensemble de nombreux points expérimentaux.

h) NOS RECHERCHES PERSONNELLES SUR L'EXCITABILITÉ MUSCULAIRE

Nous avons expérimenté d'abord sur le muscle normal, puis après dégénérescence du nerf moteur afin d'obtenir des lois d'excitation purement musculaire en éliminant l'intervention éventuelle des éléments nerveux intramusculaires (Bonnardel, 1935-b, 1946).

Nos expériences ont porté d'autre part sur l'action d'agents qui, dans les travaux de L. et M. Lapique et de leurs élèves, avaient entraîné de la façon la plus constante des modifications de chronaxies les plus nettes ou les plus significatives du point de vue théorique : nicotine, curare (Bonnardel, 1938-1948), concentration saline, pH, calcium, vératrine (S. Jagues, 1943-1946).

Dans ces diverses recherches, nous avons toujours utilisé la représentation graphique de « l'énergie liminaire » en coordonnées logarithmiques. Cette représentation de « l'énergie » des lois d'excitation (en coordonnées linéaires) a été proposée par Hoorweg dès l'origine des travaux effectués au moyen de décharges de condensateurs. Lapique et Keith Lucas l'ont également employée dans certains cas. Le calcul de « l'énergie » s'effectue selon la formule classique : $E = 1/2 C.V^2$. En ordonnée est portée l'énergie liminaire, et en abscisse, la constante de temps de décharge R.C (ou simplement la capacité C). Les graphiques établis en coordonnées logarithmiques mettent en évidence de la façon la plus apparente, à la fois, les erreurs expérimentales sur les voltages (le voltage intervient à la seconde puissance dans le calcul de l'énergie), et les complexités des lois d'excitation (2). D'autre part, les

(1) Voir note p. 237.

(2) Voir les figures 4 à 11 ci-dessous.

courbes de « l'énergie » obtenues au moyen de décharges de condensateurs présentent un minimum dont la position est plus facilement précisée sur les graphiques établis en coordonnées logarithmiques. L'abscisse correspondant à ce minimum varie dans le même sens que la capacité chronaxique lorsqu'on compare les courbes d'excitation prises sur des tissus de rapidité très différente (R. Bonnardel et S. Goudchaux, 1935). La capacité correspondant au minimum d'énergie (C. m. e.), est plus petite que la capacité chronaxique (C_w) (1). Dans le cas où diverses excitabilités interfèrent, la capacité chronaxique perd sa signification ainsi que nous l'avons montré précédemment. Dans ces conditions la C. m. e. est le seul repère chronologique qui puisse être valablement retenu (2).

Ce sont ces avantages des graphiques de « l'énergie » en coordonnées logarithmiques (mise en évidence des erreurs expérimentales et des complexités des lois d'excitation, obtention d'un repère chronologique (C. m. e.) non ambigu malgré les complexités des lois d'excitation) qui nous ont porté à les utiliser systématiquement au cours de nos travaux.

Les résultats de l'ensemble de nos expériences peuvent se résumer ainsi :

Lorsque le stimulant électrique est appliqué directement sur le muscle (c'est-à-dire lorsque les électrodes sont posées sur le muscle), toutes les lois d'excitation obtenues s'expliquent par l'intrication de trois catégories de courbes simples caractérisées par leur C. m. e. (capacité correspondant au minimum de la courbe d'énergie) et par l'amplitude de la contraction liminaire.

Pour un circuit de décharge de condensateurs dont la résistance globale est maintenue par un shunt à $7.500 \Omega \pm 5 \%$, les valeurs des C. m. e. des trois catégories de courbes simples que nous avons désignées par les lettres A, B et C sont les suivantes :

Courbes	Contraction liminaire	C. m. e.
A	Petite	600 à 2.500 φ (1)
B	Petite	20 à 200 φ
C	Forte	10 à 80 φ
(1) $\varphi = 10^{-9}$ farad.		

(1) La valeur de la C. m. e. est très généralement comprise entre le quart et la moitié de celle de la C_w .

(2) L'existence du minimum d'énergie a été observée par Hoorweg (1892) dès les premières recherches effectuées au moyen de décharges de condensateurs. L. et M. Lapicque ne l'admettent pas comme un phénomène général. D'après ces auteurs, lorsqu'il se manifeste, il serait dû à certaines contingences d'ordre purement expérimental (L. Lapicque, 1926, pp. 207-209. L. et M. Lapicque, 1934-1935). Nous pensons que les lois d'énergie obtenues au moyen d'ondes rectangulaires peuvent affecter des formes diverses, dont certaines ne comportent pas de minimum (Bonnardel, 1934-b, p. 109). Mais, toutes les lois d'énergie que nous avons déterminées jusqu'à maintenant sur les tissus les plus divers au moyen de décharges de condensateurs, ont même allure générale et comportent un minimum. Pour ces dernières lois nous sommes d'accord avec Bugniard et Hill (1935) qui estiment « qu'autant qu'une simple constante puisse définir le facteur de temps dans l'excitation, la durée correspondant au minimum d'énergie est au moins aussi bonne qu'une autre ».

Nous avons été amenés à conclure que les courbes C sont la manifestation de l'excitabilité des éléments nerveux intra-musculaires (excitabilité γ de Keith Lucas) car : 1^o la forte contraction liminaire qui les caractérise indique la mise en jeu simultanée d'un certain nombre d'éléments musculaires ; 2^o les courbes C sont absentes lorsque les électrodes sont placées dans une portion de muscle exempte de terminaisons nerveuses ; 3^o les C. m. e. des courbes C sont sensiblement de même ordre de grandeur que celles des courbes d'excitation du tronc nerveux ; 4^o au cours de l'action de la nicotine, du calcium et de la vératrine, la disparition de l'excitabilité indirecte coïncide avec celle des courbes C ; 5^o après dégénérescence du nerf, on ne retrouve plus de courbes C.

Les courbes A correspondent à l'excitabilité purement musculaire α décrite par Keith Lucas et étudiée à nouveau par Rushton (1930-1934) et Lippay (1938).

Nous n'avons pas retrouvé de courbes d'excitation d'indice chronologique très inférieur à celui des courbes C. Nous n'avons donc pas observé de faits expérimentaux pouvant se rapporter à cette excitabilité β de Keith Lucas caractérisée par une chronaxie très petite par rapport à celle du nerf. Notre expérimentation a cependant systématiquement porté sur l'échelle des durées (capacités) où cette excitabilité aurait dû, selon Keith Lucas, se manifester. Aucun expérimentateur n'a retrouvé, en fait, de traces de cette excitabilité. Ainsi que le montrent les critiques de Lapique (1926, p. 262 et suiv.) les valeurs expérimentales rapportées par quelques auteurs (Jinnaka et Azuma, Camis, Guglielmetti) ne concernent pas les phénomènes décrits sous le nom d'excitabilité β par Keith Lucas.

Nous avons pensé que, dans ces conditions, le symbole β pouvait être repris pour désigner d'autres phénomènes (Bonnardel, 1946). Nous rapportons donc les courbes B qui ne relèvent pas de l'excitabilité des éléments nerveux intra-musculaires, à la manifestation d'une excitabilité que nous désignons par le symbole β , *excitabilité qui, nous y insistons, est sans rapport avec les hypothèses de Keith Lucas*. Cette excitabilité β appartient bien au muscle puisqu'elle subsiste après dégénérescence du nerf. Les C. m. e. de cette excitabilité s'étagent de 20 à 200 ϕ .

Nos résultats permettent d'établir un lien entre les conceptions opposées des divers auteurs. En effet, si comme Keith Lucas, Rushton et Lippay nous observons une excitabilité α nettement définie (1), nos expériences nous ont montré l'existence dans le muscle de certains processus d'excitabilité β d'indice chronologique (C. m. e.) de même valeur que celui du nerf ainsi que l'admet Lapique (Bonnardel, 1946).

Toutefois, sous l'influence des divers agents, nous n'avons pas observé de modifications systématiques des indices chronologiques (C. m. e.), c'est-à-dire de déplacements des courbes simples A, B et C, ou de leurs éléments (dans le cas de courbes complexes) par rapport à l'axe des durées (axes des capacités dans nos expériences). Les déplacements observés se sont uniquement produits suivant l'axe des voltages (élévation des seuils d'une courbe ou d'une autre, suivant la durée de l'action des agents, et, dans le

(1) Récemment, L. et M. Lapique (1943) ont observé des portions de courbes d'excitation qui nous paraissent rentrer dans le cadre de l'excitabilité α de Keith Lucas. Ces auteurs ont rapporté ces courbes à une « excitabilité rythmogène ».

cas d'agents chimiques, suivant la concentration des solutions employées). Il en est résulté des démasquages de certaines courbes selon le mode exposé au début de ce mémoire et illustré dans la figure 2. Dans ces conditions, les capacités chronaxiques déterminées selon la méthode classique en admettant *a priori* que la loi d'excitation est simple, univoque, ne conservent pas leur signification d'indice chronologique. Elles dépendent étroitement des modifications relatives des seuils des différentes excitabilités, excitabilités dont les caractéristiques chronologiques (C. m. e.) n'ont nullement apparu modifiées de façon systématique au cours de nos expériences.

Les modifications de chronaxies observées ne peuvent donc pas être préconisées comme preuve de l'homochronisme nécessaire pour la mise en action du muscle par son nerf. En fait, dans nos expériences portant sur la nicotine, le calcium et la vératrine, la disparition de l'excitabilité indirecte a pratiquement coïncidé avec une élévation des seuils des courbes B et C suffisamment grande pour laisser complètement démasquées les courbes A qui sont recouvertes en presque totalité, dans la plupart des cas, sur les préparations de muscles normaux.

L'augmentation si nette des capacités chronaxiques sous l'action de la fatigue constatée par L. et M. Lapicque, la disparition de l'excitabilité indirecte, suivie dans bien des cas de sa réapparition, l'indication de L. et M. Lapicque selon laquelle cet effet de la fatigue constitue « une des expériences les plus nettes pour démontrer et au besoin étudier avec précision l'effet de l'hétérochronisme neuro-musculaire », tous ces faits nous ont conduit à reprendre l'étude des répercussions de la fatigue sur l'excitabilité musculaire suivant le mode expérimental que nous avons employé dans nos recherches précédentes.

III. — ÉTUDE DES RÉPERCUSSIONS DE LA FATIGUE SUR L'EXCITABILITÉ MUSCULAIRE

A. — CONDITIONS EXPÉRIMENTALES

1^o CIRCUIT ÉLECTRIQUE UTILISÉ POUR LA DÉTERMINATION DES LOIS D'EXCITATION AU MOYEN DE DÉCHARGES DE CONDENSATEURS

Nous avons employé le dispositif classique de Lapicque (1926, p. 300), avec jeu de résistances en série et en dérivation sur la préparation physiologique afin de rendre la durée et la forme des décharges des condensateurs peu sensibles aux variations de résistance de cette préparation. Le dispositif électrique est représenté dans la figure 3.

La source électrique est constituée par un nombre variable d'accumulateurs de 4 volts. La charge des condensateurs sous un voltage donné est effectuée grâce à un réducteur de potentiel (appareillage de Lapicque). Un ensemble de condensateurs permet de faire varier la capacité utilisée de 1 à 20.000 φ ($\varphi = 10^{-9}$ farads). Le circuit dans lequel se déchargent les condensateurs comprend une résistance de 5.000 ohms et une de 3.000 ; sur cette dernière, est branchée en dérivation un circuit secondaire comportant une résistance de 10.000 ohms, les électrodes et la préparation physiologique.

Un système de commutateurs et d'inverseurs (non représenté sur la fig. 3) permet de stimuler soit le nerf, soit le muscle, et de rendre positive ou négative une électrode déterminée. L'ensemble des résistances de 5.000, 3.000 et 10.000 ohms permet de maintenir sensiblement constante la résistance globale du circuit de décharges des condensateurs quelle que soit la résistance des électrodes et de la préparation. Cette résistance globale R est égale à 7.500 ohms à 5 % près.

Une clef à double contact commande la charge des condensateurs (position 1 dans la fig. 3) et leur décharge (position 2). Pour la stimulation du muscle, les électrodes sont constituées par deux fils d'argent chloruré dont les extrémités sont distantes d'un centimètre environ. Pour la stimulation du nerf, nous avons employé les électrodes de Lapicque montées sur ébonite (Lapicque, 1926, p. 294).

Les lois d'excitation sont établies en commençant par la détermination du voltage rhéobasique au moyen d'une onde rectangulaire suffisamment longue (1 à 2 secondes), et en poursuivant par celle des voltages juste nécessaires pour provoquer la réponse du tissu au seuil au moyen des diverses capacités. Le voltage rhéobasique est ensuite repris à nouveau. Au cas où ce voltage rhéobasique aurait varié d'une façon appréciable, il n'est pas tenu compte des mesures précédentes. Une nouvelle série de déterminations est alors faite à nouveau.

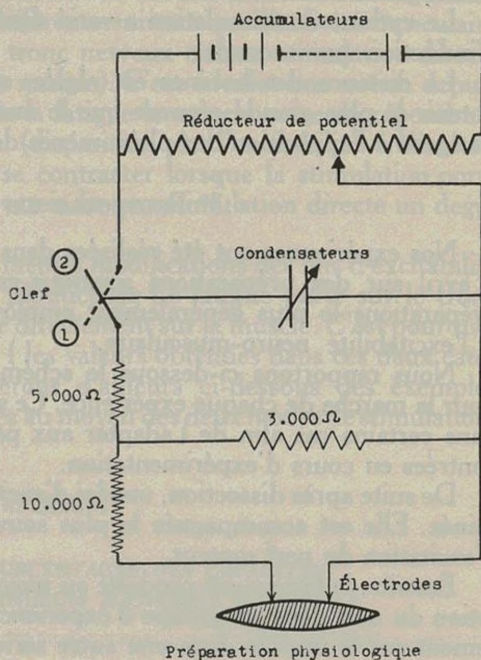


FIG. 3. — Schéma du circuit électrique utilisé pour la détermination des lois d'excitation par décharges de condensateurs

2° CIRCUIT ÉLECTRIQUE UTILISÉ POUR PROVOQUER LA FATIGUE DES PRÉPARATIONS NEURO-MUSCULAIRES

Nous avons employé le dispositif classique de stimulation au moyen de chocs d'induction se succédant à cadence plus ou moins rapide pour provoquer la fatigue de la préparation neuro-musculaire.

Le circuit de stimulation comprend un chariot d'induction de Du Bois Reymond alimenté par un accumulateur de 4 volts. Le rythme des chocs d'induction est réglé au moyen du balancier de l'appareil.

La fatigue est provoquée, dans certaines expériences, par stimulation directe du muscle : les électrodes étant posées sur le muscle ; dans d'autres

expériences, la fatigue est provoquée par stimulation du tronc nerveux ou des racines lombaires du sciatique. Nous avons de préférence utilisé cette dernière technique. Les électrodes de ce circuit sont naturellement complètement indépendantes des systèmes d'électrodes du circuit de mesure par décharges de condensateurs.

Le rythme de stimulation a varié dans nos expériences de 1 à 10 chocs d'induction par seconde.

La distance des bobines est réglée, en cours d'expérience, de façon à obtenir la plus grande réponse que le muscle est encore capable de donner eu égard à l'apparition des phénomènes de fatigue.

3^o PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL

Nos expériences ont été réalisées dans le courant des mois de décembre à avril sur des préparations sciatique-gastrocnémien de *rana temporaria*, préparations le plus généralement employées pour les recherches relatives à l'excitabilité neuro-musculaire.

Nous rapportons ci-dessous le schéma général que nous avons adopté pour la marche de chaque expérience. Ce schéma a naturellement été modifié dans certains cas afin de l'adapter aux particularités et aux difficultés rencontrées en cours d'expérimentation.

De suite après dissection, une loi d'excitation musculaire témoin est déterminée. Elle est accompagnée le plus souvent de la détermination d'une loi d'excitation du nerf moteur.

Ensuite, la fatigue est produite au moyen de chocs d'induction par stimulation du nerf dans un groupe d'expériences, et par stimulation portée directement sur le muscle dans une autre série d'expériences. La durée de cette stimulation varie suivant les cas, de quelques minutes à 30 minutes.

Après cette première période de stimulation, le maintien ou la disparition de l'excitabilité indirecte est testé et de nouvelles lois d'excitation musculaire sont déterminées.

Dans le cas où l'excitabilité indirecte a disparu après la première période de fatigue, on recherche si elle est toujours absente, ou à nouveau présente, après les déterminations de lois d'excitation.

Une seconde période de stimulation par chocs d'induction est ensuite appliquée à la préparation selon les mêmes modalités que dans la première. La détermination de lois d'excitation musculaire est reprise à nouveau.

Si la résistance de la préparation le permet, l'expérience est poursuivie en reprenant les mêmes successions d'opérations : période de fatigue, constatation de la présence ou de l'absence de l'excitation indirecte, détermination de lois d'excitation musculaire.

B. — RÉSULTATS

1^o RÉPARTITION DES CAPACITÉS CORRESPONDANT AU MINIMUM D'ÉNERGIE (C. M. E.)

Afin de donner une vue d'ensemble des modifications des lois d'excitation musculaire sous l'influence de la fatigue, nous rapportons dans le tableau I,

les répartitions des C. m. e. (capacités correspondant au minimum d'énergie), d'une part, après fatigue modérée, d'autre part, après fatigue prolongée. Ces répartitions sont comparées à celle obtenue sur des muscles normaux dans l'ensemble de nos expériences (1), et à celles des muscles à nerf dégénéré (2).

On pouvait penser *a priori* que l'évolution des lois d'excitation musculaire sous l'influence de la fatigue est différente suivant que l'activité musculaire est provoquée par stimulation du tronc nerveux ou par stimulation directe du muscle (électrodes posées sur le muscle). C'est en effet une notion depuis longtemps classique qu'au cours de la fatigue le muscle cesse de répondre à la stimulation du tronc nerveux (disparition de l'excitabilité indirecte), alors qu'il est encore capable de se contracter lorsque la stimulation porte directement sur lui. On peut donc atteindre par stimulation directe un degré de fatigue plus poussé.

En fait, nous avons observé les mêmes modifications des lois d'excitabilité musculaire lorsque la stimulation productrice de fatigue porte sur le tronc nerveux ou lorsqu'elle est appliquée directement sur le muscle. C'est pourquoi nous avons groupé dans le tableau I les valeurs obtenues dans ces deux catégories d'expériences. Nous donnerons d'ailleurs ci-dessous des exemples montrant l'identité des faits observés au moyen des deux modes de stimulation.

TABLEAU I

FRÉQUENCES ET POURCENTAGES DES CAPACITÉS
CORRESPONDANT AU MINIMUM D'ÉNERGIE (C. M. E.)

C. m. e. (en φ)	Muscle normalement innervé		Muscle à nerf dégénéré		Fatigue modérée		Fatigue prolongée	
	Nombre de cas	%	Nombre de cas	%	Nombre de cas	%	Nombre de cas	%
10	2	1						
20	33	13	7	9	4	10		
40	87	34	15	19	10	24	3	6
60	35	13	6	7	8	20	4	9
80	16	6	3	4	1	2	2	4
100	22	8	10	13	6	16	1	2
150	21	8	8	10	3	7	3	6
200	23	9	11	14	2	5	3	6
400	5	2	2	2			2	4
600	3	1	2	2	1	2	1	2
800	3	1	2	2	3	7	1	2
1.000	7	3	7	9			10	22
1.500	3	1	6	8			6	13
2.500			1	1	3	7	11	24
	260	100	80	100	41	100	47	100

(1) Somme des chiffres publiés par R. Bonnardel (1935, p. 131) et par S. Jagues (1943, p. 62).

(2) Chiffres publiés par R. Bonnardel (1946, p. 103).

La résistance à la fatigue s'est révélée très différente suivant les préparations. Afin de présenter les résultats d'une façon strictement objective, nous avons séparé les expériences en deux groupes : 1^o celles dans lesquelles les périodes de stimulation productrices de fatigue ont été inférieures à 1/2 heure (fatigue modérée) ; 2^o celles dans lesquelles ces périodes ont duré chacune 1/2 heure (fatigue prolongée).

Si l'on groupe les pourcentages de C. m. e. relatifs aux trois gammes des capacités suivantes : 10 à 80 φ , 100 à 400 φ et 600 à 2.500 φ , on obtient les valeurs rapportées dans le tableau II.

TABLEAU II

C. m. e. (en φ)	Pourcentages			
	Muscle normal	Muscle à nerf dégénéré	Fatigue modérée	Fatigue prolongée
De 10 à 80 φ ..	67	39	56	19
- 100 à 400 φ ..	27	39	28	18
- 600 à 2.500 φ ..	6	22	16	63

Dans le cas de fatigue modérée, les pourcentages se situent entre ceux du muscle normal et ceux du muscle dont le nerf a subi la dégénérescence.

Dans le cas de fatigue prolongée, on observe une prépondérance considérable des C. m. e. comprises entre 600 et 2.500 φ . Les C. m. e. de ces valeurs appartiennent aux courbes que nous avons dénommées « courbes A ». Ce sont ces courbes que nous étudierons en premier lieu.

2^o DÉMASQUAGE DES COURBES A AU COURS DE LA FATIGUE

Nos travaux antérieurs nous avaient amené à conclure que les courbes A sont la manifestation d'une excitabilité musculaire bien définie pour les raisons suivantes :

1^o Lorsque, sous l'action d'un agent quelconque, les courbes A apparaissent au cours des expériences, elles ne sont pas dues à un glissement, par rapport à l'axe des capacités, des courbes habituellement observées sur le muscle normal (courbes B et C), car l'apparition des courbes A est brusque : on passe sans transition de courbes à petite C. m. e. à ces courbes caractérisées par une grande C. m. e. ;

2^o Ces grandes C. m. e. ne varient pas avec la durée de l'expérience ; une fois démasquées, les courbes A restent toujours identiques à elles-mêmes par rapport à l'axe des capacités ;

3^o Les C. m. e. des courbes A sont également indépendantes de la dose des substances utilisées (indépendance vis-à-vis de la concentration des solutions) ;

4^o Elles ne dépendent pas non plus de la nature des agents expérimentés. Les C. m. e. des courbes A sont les mêmes que l'on utilise, pour les faire apparaître, la nicotine, le calcium ou la vératrine.

Tous ces faits mènent à penser que les processus d'excitation qui se mani-

festent par des courbes A sont bien distincts de ceux qui s'extériorisent par les courbes B et C et préexistent dans les préparations normales, sans quoi on ne comprendrait pas que ces courbes apparaissent brusquement et qu'elles restent semblables à elles-mêmes quelles que soient la durée de l'expérience, la nature des agents employés et leur concentration ;

5° On observe d'ailleurs souvent sur les préparations normales des éléments de courbes A pour la zone des très grandes capacités (supérieures à 2.500 φ). Ces indications sont très discrètes, et en particulier très peu apparentes lorsqu'on étudie les lois d'excitation sous la forme « voltage en fonction de la durée » en coordonnées linéaires. Avant que les courbes A ne fussent nettement dégagées sous l'action de divers agents, on pouvait admettre, très légitimement, ainsi que l'ont fait bien des auteurs, qu'il s'agissait là de phénomènes accessoires perturbant une loi d'excitation univoque. Cette explication ne peut plus être retenue. Les chiffres rapportés au tableau I indiquent d'ailleurs que sur les préparations normales, les courbes A sont dans quelques cas suffisamment dégagées pour que le minimum de l'énergie apparaisse (6 % de C. m. e. comprise entre 600 et 2.500 φ — valeur rapportée au tableau II) ;

6° Les courbes à grande C. m. e. n'ont jamais été rencontrées sur le nerf. Elles ont été observées sur des préparations musculaires dont le nerf a subi une dégénérescence complète. On les observe également lorsque, sous l'action de certains agents, l'excitabilité indirecte vient à disparaître. On peut donc conclure que les courbes A appartiennent en propre à l'excitabilité du muscle et non à celle du nerf.

Nos expériences sur la fatigue prolongée, dans lesquelles le pourcentage des grandes C. m. e. atteint 63 % (tableau II), apportent de nouvelles confirmations au point de vue que nous venons de rappeler.

Pour illustrer les résultats obtenus dans nos travaux sur la fatigue, nous rapportons ci-dessous, le détail de quatre expériences.

Ainsi que nous l'avons indiqué précédemment, les mêmes faits ont été observés, que la fatigue ait été provoquée par stimulation du tronc nerveux, ou qu'elle ait été produite au moyen d'un circuit fermé directement sur le muscle. Les exemples que nous avons choisis se réfèrent à ces deux modes de stimulation :

- α) Fatigue provoquée par stimulation du nerf : expériences XVIII, XIX ;
- β) Fatigue provoquée par stimulation directe du muscle : expériences XVI et XXI.

a) Exemples d'expériences

α) FATIGUE PROVOQUÉE PAR STIMULATION DU NERF

EXPÉRIENCE XVIII.

Dans cette expérience la fatigue musculaire est provoquée par stimulation des racines lombaires du nerf sciatique. Chaque période de stimulation dure 30 minutes. Le rythme de stimulation est de l'ordre de 5 à 10 à la seconde. Les chiffres expérimentaux sont donnés dans le tableau III. Les courbes d'énergie correspondantes sont représentées dans la figure 4. Dans le circuit permettant l'obtention des lois d'excitabilité musculaire, l'électrode négative est placée à la partie distale du muscle et l'électrode positive à la partie proximale (courant descendant).

Marche de l'expérience

15 h. 30. — De suite après dissection de la préparation, détermination d'une loi d'excitation du nerf. $C_w = 55 \varphi$. C. m. e. = 30φ .

15 h. 40. — Détermination d'une loi d'excitabilité du muscle normal (loi 1). Pour les grandes capacités jusqu'à 2.500φ , le seuil est localisé sous l'anode, et est constitué par une très petite contraction lente. A partir de 1.000φ la contraction liminaire est rapide et très nette. La courbe d'énergie (voir fig. 4) représente une angulation au point correspondant à 1.000φ (soit 3 dans l'échelle logarithmique des capacités de la figure 4). Pour les capacités supérieures à cette valeur on obtient donc une courbe A dont le minimum s'indique entre 2.500 et 1.000φ . La C_w de cette courbe est d'environ 2.000φ ; la portion de courbe relative aux capacités inférieures à 1.000 est simple et caractérisée par une C. m. e. égale à 60φ .

15 h. 50. — Stimulation des racines lombaires au moyen du chariot d'induction pendant 30 minutes, le courant alimentant les bobines d'induction étant inversé toutes les 5 minutes et la distance des bobines étant réglée au cours de l'expérience de façon à provoquer la plus grande contraction possible du muscle par stimulation indirecte.

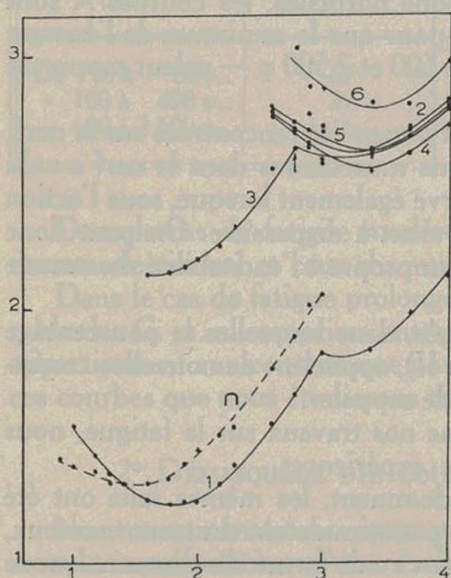


FIG. 4. — Expérience XVIII

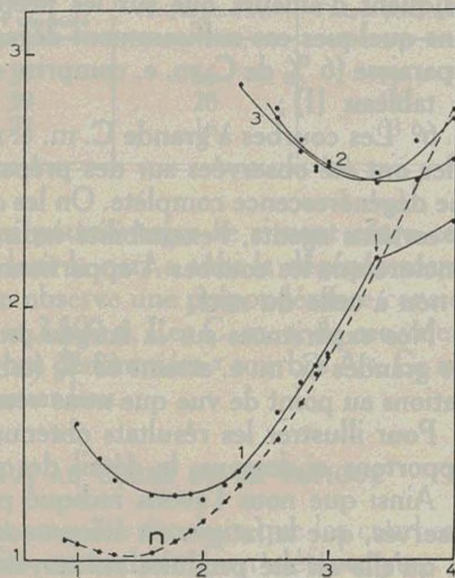


FIG. 5. — Expérience XIX

Courbes de l'énergie liminaire en coordonnées logarithmiques. En abscisse : log. des capacités en 10^{-9} farads. En ordonnée : log. des énergies en unités arbitraires. Le nombre en regard de chaque courbe indique le numéro de la loi correspondante. En trait plein : loi d'excitation musculaire. En pointillé : loi d'excitation du nerf.

La modification de forme du seuil est indiquée par une flèche.

16 h. 25. — La stimulation du nerf portée sur le tronc nerveux, même à son extrémité distale, n'entraîne plus de réponse du muscle.

Détermination de la loi 2 d'excitation musculaire. Pour toute la portion de la loi accessible, les contractions liminaires sont très petites, lentes, localisées sous l'anode ; la courbe d'énergie est simple, elle représente une courbe A de C. m. e. comprise entre 2.500 et 1.000φ . Sa C_w est voisine de 2.500 .

16 h. 35. — Détermination de la loi 3 d'excitabilité musculaire. Pour les capacités supérieures à 600φ le seuil est identique à celui de la précédente loi. La courbe d'énergie est une courbe A de C. m. e. comprise entre 2.500 et 1.000φ . La C_w est voisine de 2.500 . Pour les capacités inférieures à 600φ le seuil est constitué par une contraction rapide située près de la cathode. Le minimum de la courbe d'énergie relative à ce seuil n'est pas encore nettement atteint à 40φ . Sa C. m. e. est donc au plus égale à cette valeur. La stimulation

du nerf est à nouveau capable de déclencher la réponse musculaire. *La réapparition d'une courbe à petite C. m. e. coïncide, dans cette expérience, avec la réapparition de l'excitabilité indirecte.*

16 h. 45. — Stimulation des racines lombaires au moyen du chariot d'induction pendant 30 minutes, en inversant le courant toutes les 5 minutes et en ajustant la distance des bobines pour obtenir la plus grande réponse possible du muscle.

17 h. 20. — La stimulation indirecte — portée en n'importe quel point du nerf — n'entraîne plus aucune réponse du muscle.

Détermination de la loi 4 d'excitabilité musculaire.

17 h. 35. — Détermination de la loi 5 d'excitabilité musculaire.

17 h. 45. — La stimulation du nerf reste toujours inefficace.

18 heures. — Détermination de la loi 6 d'excitabilité musculaire.

Dans les lois 4, 5 et 6, pour toutes les capacités, le seuil est constitué par une contraction lente, difficilement perceptible et localisée près de l'anode à l'extrémité supérieure du muscle. Les C. m. e. des courbes d'énergie correspondantes sont de l'ordre de 2.500 φ , et les Cw de l'ordre de 5.000 φ .

18 h. 10. — La stimulation du nerf reste toujours inefficace.

TABLEAU III

EXPÉRIENCE XVIII

FATIGUE PROVOQUÉE PAR LA STIMULATION DES RACINES LOMBAIRES

N° des lois d'excitation musculaire..	Nerf	Muscle					
		1	2	3	4	5	6
Heure.....	15 h. 30	15 h. 40	16 h. 25	16 h. 35	17 h. 20	17 h. 35	18 h. 00
Nombre d'accus...	2	8	8	8	8	8	8
Capacités en φ							
Rh. (1)	3,1	1,1	2,1	2,1	1,5	1,7	2,2
20.000		1,1	2,5	2,6	1,9	2,1	2,7
10.000		1,2	2,7	2,7	2,4	2,6	3,2
5.000		1,4	3,2	3,2	2,9	3,3	3,6
2.500		1,7	4,1	4,1	3,8	4,2	5,3
1.000	3,4	2,6*	6,2	6,2	7,1	7,3	8,6
800	3,6	2,7	7,6	7,6	8,1	8,6	9,7
600	3,6	2,8	9,4	8,6*	9,2	9,8	13,6
400	3,8	3,0	12,6	9,6	12,2	12,2	17,7
200	4,1	3,5	17,6	10,3	> 19,9	> 19,9	
150	4,6	3,7	> 19,9	10,9			
100	5,2	4,2		12,6			
80	5,5	4,7		13,6			
60	6,0	5,4		15,2			
40	7,2	6,7		18,4			
20	10,1	10,7					
15	12,4	13,3					
10	15,5	18,6					
8	17,9						
Rh.	3,2	1,0	2,0	2,1	1,5	1,6	2,1

La modification de la contraction liminaire au cours d'une série de déterminations est signalée par un astérisque.

(1) Rh. = voltage rhéobasique.

EXPÉRIENCE XIX.

La fatigue musculaire est provoquée par la stimulation des racines lombaires du nerf sciatique pendant une période de 30 minutes. Le rythme des stimuli est le même que dans l'expérience précédente (5 à 10 par seconde). Les chiffres expérimentaux sont donnés dans le tableau IV. Les courbes d'énergie correspondantes sont représentées dans la figure 5. Dans le circuit électrique de stimulation musculaire, l'électrode négative est placée dans la portion distale du muscle et l'électrode positive, dans la portion proximale (courant descendant).

Marche de l'expérience

9 h. 30. — De suite après dissection de la préparation, détermination d'une loi d'excitation du nerf. $C_w = 55 \varphi$; C. m. e. = 30φ .

9 h. 40. — Détermination d'une loi d'excitation du muscle normal (loi 1). Une modification de la contraction liminaire est observée pour la capacité 2.500φ . Pour les capacités plus grandes, le seuil se présente sous la forme d'une petite dépression à l'extrémité proximale du muscle dans la portion extra-polaire, au delà de l'anode. Pour 2.500φ et les capacités inférieures, elle apparaît entre les deux électrodes; la C. m. e. de cette portion de courbe se situe au voisinage de 60φ .

9 h. 55. — Stimulation des racines lombaires pendant 30 minutes en opérant comme pour l'expérience XVIII (voir ci-dessus).

10 h. 30. — La stimulation indirecte — portée en n'importe quel point du tronc nerveux — ne provoque aucune réponse du muscle.

Essai de détermination de lois d'excitation du muscle. Les seuils sont instables. Ils ne redeviennent suffisamment stables que vers 11 h. 30.

TABLEAU IV
EXPÉRIENCE XIX
FATIGUE PROVOQUÉE PAR LA STIMULATION DES RACINES LOMBAIRES

N° des lois d'excitation musculaire.....	Nerf	Muscle		
		1	2	3
Heure	9 h. 30	9 h. 40	11 h. 35	14 h. 10
Nombre d'accus	2	8	8	8
Capacités en φ		Voltages		
Rh.	2,3	1,1	1,2	1,5
20.000		1,2	1,5	2,5
10.000	2,4	1,5	2,0	2,4
5.000		1,9	2,5	3
2.500		2,5*	3,7	3,6
1.000	2,5	2,5	6,1	6,2
800	2,6	2,7	6,5	6,6
600	2,6	2,9	8,2	8,7
400	2,7	3,1	12,1	11,7
200	3,1	3,3	> 19,9	19,3
150	3,3	3,6		
100	3,7	4,1		
80	4	4,7		
60	4,4	5,4		
40	5,1	6,7		
20	7,2	10,1		
15	8,4	12,9		
10	10,8	18,6		
8	12,2			
Rh.	2,2	1,0	1,1	1,5

11 h. 35. — Détermination de la loi 2 d'excitation musculaire. La même contraction liminaire est observée pour toute la gamme des capacités ; elle est située à la même place que celle concernant la loi 1 pour les capacités supérieures à 2.500 φ . La courbe d'énergie présente un minimum (C. m. e.) aux environs de 2.500 φ . La C_w est de l'ordre de 5.000 φ .

14 h. 10. — Détermination de la loi d'excitation musculaire 3. La contraction liminaire apparaît à la même place que dans la loi 2. La C_w et la C. m. e. sont également de même valeur que dans la loi 2. Les chiffres expérimentaux des deux lois sont d'ailleurs très voisins. Les écarts observés paraissent uniquement dus aux difficultés rencontrées dans la détection des contractions liminaires difficilement perceptibles principalement dans la loi 3.

L'excitabilité indirecte n'a pas réapparu.

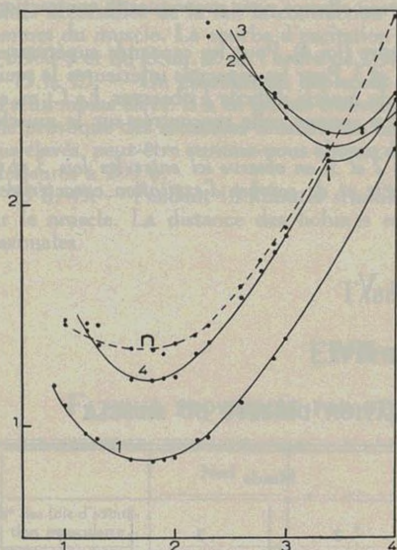


FIG. 6. — Expérience XVI

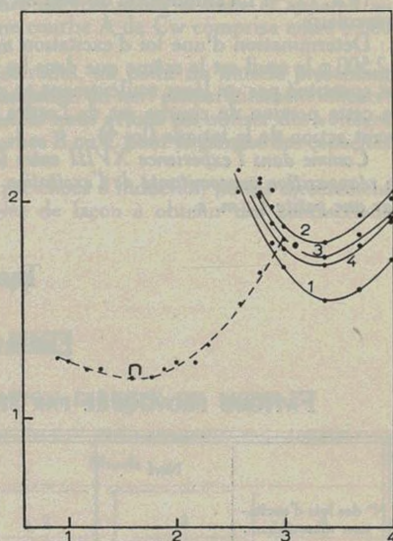


FIG. 7. — Expérience XXI

Mêmes notations générales que dans les figures 4 et 5

3) FATIGUE PROVOQUÉE PAR STIMULATION DIRECTE DU MUSCLE

EXPÉRIENCE XVI.

La fatigue musculaire est provoquée par stimulation au moyen d'électrodes posées sur le muscle. Le rythme des stimuli est le même que dans les expériences précédentes (5 à 10 par seconde).

Les chiffres expérimentaux sont donnés dans le tableau V et les courbes d'énergie dans la figure 6. Dans le circuit permettant de déterminer les lois d'excitation musculaire, l'électrode négative est placée dans la portion distale du muscle, et l'électrode positive, dans la portion proximale (courant descendant).

Marche de l'expérience

9 h. 10. — De suite après dissection de la préparation, détermination de la loi d'excitation du nerf. $C_w = 80 \varphi$. C. m. e. = 60 φ .

9 h. 20. — Détermination d'une loi d'excitation du muscle normal (loi 1).

Pour le courant constant (détermination du voltage rhéobasique) et pour la capacité égale à 20.000 le seuil est constitué par une très petite contraction située au sommet du muscle (portion de courbe A). Pour les autres capacités, la contraction liminaire est très forte (courbe C).

9 h. 30. — Pendant 30 minutes, stimulation par chocs d'induction portés directement sur le muscle. La distance des bobines est réglée en cours d'expérience pour obtenir des réponses maxima du muscle. Le sens du courant alimentant la bobine est inversé toutes les 5 minutes.

10 h. 05. — La stimulation du nerf est inefficace pour provoquer la réponse du muscle ; l'excitabilité indirecte a donc disparu.

Détermination d'une loi d'excitation du muscle (loi 2).

10 h. 30. — Détermination d'une nouvelle loi d'excitation (loi 3).

Pour ces deux lois la contraction liminaire est très petite, très lente, et apparaît au sommet du muscle. Les C_w de ces deux lois se situent entre 2.500 et 5.000 φ . Les $C. m. e.$ sont de l'ordre de 2.500 φ .

11 h. 15. — La stimulation du nerf est à nouveau efficace pour provoquer la contraction musculaire.

Détermination d'une loi d'excitation musculaire (loi 4). Pour les capacités supérieures à 2.500 φ le seuil est le même que dans les lois 2 et 3. Pour les capacités inférieures le seuil est constitué par un léger soulèvement en masse du muscle difficile à observer. La $C. m. e.$ de cette portion de courbe est de l'ordre de 60 φ comme celle rencontrée sur le muscle avant action de la fatigue (loi 1).

Comme dans l'expérience XVIII entre les lois 2 et 3, on observe ici entre les lois 3 et 4 la réapparition concomitante de l'excitation indirecte et de courbes d'excitation caractérisées par une petite $C. m. e.$

TABLEAU V

EXPÉRIENCE XVI

FATIGUE PROVOQUÉE PAR STIMULATION DIRECTE DU MUSCLE

N° des lois d'excitation musculaire...	Nerf	Muscle			
		1	2	3	4
Heure.....	9 h. 10	9 h. 20	10 h. 05	10 h. 30	11 h. 15
Nombre d'accus...	1	8	8	8	8
Capacités en φ		Voltages			
Rh.	2,6	0,9	1,3	1,2	1,2
20.000		1,3	1,6	1,4	1,6
10.000		1,4*	1,8	1,6	1,8
5.000		1,4	2,1	1,9	2,1
2.500		1,5	3	2,8	2,6*
1.000	2,8	1,6	5,4	5	2,7
800	2,9	1,6	6,3	6,4	2,8
600	3,1	1,7	7,6	8	2,9
400	3,3	1,8	10,9	11,5	3,1
200	3,8	2,1	17,2	18,1	3,5
150	4,2	2,4			3,8
100	4,9	2,7			4,1
80	5,2	3,0			4,6
60	6,1	3,4			5,2
40	7,6	4,2			6,5
20	10,9	6,7			12,0
15	13,6	7,9			14,1
10	17	11,3			17,1
8		13,8			
Rh.	2,7	1,0	1,3	1,2	1,1

EXPÉRIENCE XXI.

La fatigue est provoquée par stimulation au moyen d'électrodes posées sur le muscle. Le rythme des stimuli est de 1 par seconde. Les chiffres expérimentaux sont donnés dans le tableau VI et les courbes d'énergie sont rapportées dans la figure 7. Pour la détermination des lois d'excitation musculaire la disposition des électrodes est la même que dans l'expérience précédente.

Marche de l'expérience

14 h. 45. — Après dissection de la préparation, détermination de la loi d'excitation du nerf. $C_w = 90 \varphi$. C. m. e. = 50 φ .

15 heures. — Détermination d'une loi d'excitation du muscle normal. Pour tous les points accessibles de la loi, la contraction liminaire est très petite et lente et apparaît au sommet du muscle. La courbe d'excitation est une courbe A de C_w comprise entre 5.000 et 2.500 φ et de C. m. e. de l'ordre de 2.500 φ .

15 h. 25. — On cherche, en déplaçant les électrodes, un point du muscle présentant un seuil moins élevé. Il n'en est pas trouvé. La stimulation du nerf est parfaitement efficace. Elle provoque des secousses musculaires normales. Si nous avions pu utiliser des voltages plus élevés, peut-être aurions-nous obtenu des courbes B ou C pour la gamme des capacités inférieures à 200 φ .

15 h. 45. — Pendant 10 minutes stimulation par chocs d'induction portés directement sur le muscle. La distance des bobines est réglée de façon à obtenir des contractions maximales.

TABLEAU VI

EXPÉRIENCE XXI

FATIGUE PROVOQUÉE PAR STIMULATION DIRECTE DU MUSCLE

N° des lois d'excitation musculaire...	Nerf	Muscle			
		1	2	3	4
Heure.....	14 h. 45	15 heures	16 heures	16 h. 20	17 h. 25
Nombre d'accus...	2	8	8	8	8
Capacités en φ		Voltages			
Rh.	2,3	1,6	2,7	2,5	2,1
20.000		1,9	3,0	2,7	2,6
10.000		2,4	3,1	2,9	3,0
5.000		2,8	4,2	3,8	3,5
2.500		3,8	5,2	4,8	4,6
1.000	2,6	7,1	8,7	8,2	7,8
800	2,7	8,8	11,8	11,0	10,0
600	2,8	14,6	14,2	13,5	13,6
400	2,9	18,5	> 19,9	> 19,9	16,6
200	3,3				> 19,9
150	3,5				
100	4,3				
80	4,6				
60	5,1				
40	6,2				
20	9,2				
15	10,2				
10	13,5				
8	15,4				
Rh.	2,1	1,6	2,5	2,4	1,9

16 heures. — Détermination de la loi 2 d'excitation musculaire.

16 h. 20. — Détermination de la loi 3 d'excitation musculaire.

16 h. 50. — Pendant 15 minutes, stimulation par chocs d'induction portés directement sur le muscle.

17 h. 25. — Détermination de la loi 4 d'excitation musculaire.

17 h. 50. — Les contractions liminaires sont très difficiles à observer. Il est impossible de continuer l'expérience.

Les contractions liminaires des lois 2, 3 et 4 sont les mêmes que celles de la loi 1. Les *Cw* de toutes ces lois sont comprises entre 5.000 et 2.500 φ . Leurs *C. m. e.* sont de l'ordre de 2.500 φ .

Il est à remarquer dans cette expérience qu'une courbe A nettement dégagée apparaît sur la préparation normale. La fatigue n'apporte aucune modification systématique. Les *Cw* et les *C. m. e.* restent inchangées. Les voltages liminaires sont plus élevés après la première période de fatigue (loi 2). Mais ils s'abaissent légèrement après la deuxième période de fatigue (loi 4).

b) Commentaires sur les expériences où les courbes A se manifestent

L'examen des différentes expériences que nous venons de rapporter confirme les conclusions auxquelles nous avons conduit nos travaux précédents sur l'excitabilité musculaire en ce qui concerne les courbes A (1). En particulier, lorsque les courbes A apparaissent, leurs *C. m. e.* présentent sensiblement même valeur.

Dans l'expérience XVIII (fig. 4), sur le muscle normal (courbe 1) une portion de courbe A apparaît pour les grandes capacités, jusqu'à 1.000 φ . Cette portion est trop petite pour que le minimum d'énergie puisse être précisé; il s'indique cependant entre 1.000 et 2.500 φ . De suite après la première période de stimulation provoquant la fatigue, une courbe A apparaît seule, complètement démasquée; sa *C. m. e.* est comprise entre 1.000 et 2.500 φ . La 3^e courbe, déterminée immédiatement après la courbe 2, comporte une *C. m. e.* de même valeur. Les courbes 4, 5 et 6 déterminées après une nouvelle période de stimulation par chocs d'induction sont toutes des courbes simples A dont la *C. m. e.* se maintient autour de 2.500 φ .

Dans l'expérience XIX (fig. 5), deux courbes simples apparaissent après fatigue (courbes 2 et 3). Leurs *C. m. e.* sont de l'ordre de 2.500 φ . Sur la préparation normale, avant fatigue, la courbe A se limitait à la petite portion relative aux capacités supérieures à 2.500 φ .

Dans l'expérience XVI (fig. 6), après fatigue, deux courbes simples A apparaissent. Leurs *C. m. e.* sont de l'ordre de 2.500 φ . La courbe 4, déterminée après repos de la préparation est complexe: la portion relative à une courbe A se limite aux capacités supérieures à 2.500 φ .

Dans l'expérience XXI (fig. 7), on observe sur la préparation normale, avant fatigue, une courbe A complètement dégagée (fait rare dans les conditions expérimentales dans lesquelles nous nous sommes placé); sa *C. m. e.* est de l'ordre de 2.500 φ . Les courbes 2, 3 et 4 déterminées après fatigue sont également des courbes simples A; leurs *C. m. e.* sont également de l'ordre de 2.500 φ .

1^o Nous observons donc sous l'influence de la fatigue des courbes A caractérisées par de grandes *C. m. e.*, courbes semblables à celles obtenues

(1) Voir page 242.

sous l'action de la nicotine, du calcium ou de la vératrine (deuxième phase de l'action de solutions suffisamment concentrées de ces substances) ;

2° Ces courbes, une fois apparues, restent identiques à elles-mêmes (elles ne se déplacent pas par rapport à l'axe des capacités en fonction de la durée de l'expérience) ;

3° Leurs C. m. e. sont pratiquement de même valeur quels que soient :

a) Le mode de production de la fatigue (stimulation du nerf : expériences XVIII et XIX ; ou stimulation du muscle : expériences XVI et XXI) ;

b) Le rythme de stimulation (5 à 10 chocs d'induction à la seconde dans les expériences XVIII, XIX et XVI ; 1 choc d'induction à la seconde dans l'expérience XXI) ;

c) La durée de stimulation (plusieurs périodes de 30 minutes dans l'expérience XVIII ; une seule période de 30 minutes dans les expériences XIX et XVI ; une période de 10 minutes et une période de 15 minutes dans l'expérience XXI) ;

4° Lorsque l'excitabilité indirecte disparaît sous l'influence de la fatigue, les courbes A sont restées seules accessibles dans les expériences rapportées. Lorsque l'excitabilité indirecte réapparaît (expériences XVIII et XVI), les autres courbes d'excitation (B ou C) réapparaissent également avec des C. m. e. de même ordre de grandeur que celle observée sur la préparation avant stimulation par chocs d'induction. Par exemple dans l'expérience XVIII, la C. m. e. de la courbe 3, déterminée après réapparition de l'excitabilité indirecte, est au plus égale à 40 φ ; celle de la courbe du début de l'expérience est de 60 φ . Dans l'expérience XVI, la C. m. e. de la courbe 4 après réapparition de l'excitabilité indirecte, est égale à 60 φ ; celle de la courbe 1 déterminée au début de l'expérience est également de 60 φ . Les C. m. e. des courbes 2 et 3, déterminées après fatigue et avant réapparition de l'excitabilité indirecte, sont de l'ordre de 2.500 φ . Ces sauts inverses des C. m. e. de 60 à 2.500 φ et de 2.500 à 60 φ , ainsi que la coexistence, au même moment expérimental, de portions de courbes A et de courbes B ou C (en particulier dans la courbe 3 de l'expérience XVIII) apporteraient une nouvelle preuve, s'il en était encore besoin, de l'individualité des phénomènes qui conditionnent les courbes A par rapport à ceux dont relèvent les courbes B et C.

On peut conclure de la stabilité des C. m. e. des courbes A que la fatigue ne modifie pas l'évolution dans le temps des processus d'excitabilité qui s'extériorisent par les courbes A. Leurs capacités chronaxiques C_w , qui conservent ici leur signification puisque le voltage rhéobasique et la C_w sont bien déterminés sur la même loi simple d'excitation, restent, d'ailleurs, également stables (1). On admet généralement que tous les processus musculaires sont ralentis par la fatigue. Il n'en est pas ainsi, en tout cas, pour les processus étudiés ici.

(1) Nous avons indiqué précédemment que nous n'avons pas observé non plus de variations systématiques des C. m. e. et des C_w des courbes A, correspondant à l'excitabilité α , sous l'influence du pH, de la concentration saline, des phosphates, du calcium, de la nicotine, de la vératrine et de la dégénérescence du nerf moteur. Rappelons que Rushton et Lippay ont également constaté la stabilité de cette excitabilité α sous l'action du curare. Nous-mêmes, en utilisant ce produit, avons contrôlé ce fait (Bonnardel, 1948).

Quant aux voltages liminaires, sont-ils modifiés par la fatigue ? Ils sont affectés par de nombreuses contingences expérimentales qui entraînent des variations très importantes (en particulier, diffusion du courant dans les tissus non excités et dans les liquides physiologiques qui les baignent). Dans les expériences sur la fatigue, les contractions musculaires empêchent de laisser en place les électrodes du circuit de mesure durant la stimulation par chocs d'induction ; il en résulte des incertitudes supplémentaires sur l'interprétation des modifications de voltages liminaires d'une loi d'excitation à la suivante. Aussi est-il difficile de conclure avec sécurité. Il semble cependant que, en règle générale, les voltages liminaires des courbes A aient tendance à s'élever légèrement à certains stades de la fatigue ; mais cette élévation serait en tout cas relativement faible, par exemple comparativement à celle observée sous l'action de la nicotine.

3° LES COURBES B ET C AU COURS DE LA FATIGUE

Dans nos précédents travaux sur l'excitabilité musculaire, nous avons classé l'ensemble des courbes de C. m. e. au plus égales à 200 φ (C. m. e. les plus généralement observées sur les préparations normales : 92 % des cas dans notre statistique rapportée dans le tableau I) en deux catégories suivant la forme de la contraction liminaire. Nous avons dénommé « courbes C », celles dont la contraction liminaire est relativement forte. Les C. m. e. de ces courbes se situent entre 10 et 80 φ . Nous avons dénommé « courbes B » les autres courbes dont la contraction liminaire est petite. Leurs C. m. e. s'échelonnent de 20 à 200 φ . Nous avons déjà donné les raisons (voir p. 237) qui nous ont amenés à conclure que les courbes C sont la manifestation de l'excitabilité des éléments nerveux intra-musculaires.

Dans les lois d'excitation déterminées « après fatigue », toutes les contractions liminaires sont généralement très petites. Les fibres musculaires qui répondent sous l'action d'un courant liminaire sont en petit nombre, même au cas où leur contraction serait commandée par des éléments nerveux (1). Il est, dans ces conditions, pratiquement impossible de distinguer les courbes B de celles qui, sur la préparation normale, donnent de grandes contractions liminaires et seraient classées comme courbes C.

C'est pourquoi nous groupons ici, sans distinction, toutes les courbes de C. m. e. comprises entre 10 et 200 φ . Nous examinerons ensuite, à la lumière d'autres informations expérimentales, les interprétations qui peuvent être faites relativement à ce qui revient à l'excitabilité nerveuse et à l'excitabilité proprement musculaire, dans les courbes obtenues « après fatigue ».

Avant de commenter l'évolution de ces courbes au cours de la fatigue, nous rapporterons, à titre d'exemple, le détail de quatre expériences.

a) Exemples d'expériences

EXPÉRIENCE XXV.

La fatigue est provoquée par stimulation au niveau des racines lombaires du nerf sciatique. Le rythme des stimuli est de 1 par seconde. Les chiffres expérimentaux sont

(1) Au cours de la fatigue, la contraction liminaire obtenue par stimulation du tronc nerveux devient elle-même très petite.

donnés dans le tableau VII et les courbes d'énergie sont rapportées dans la figure 8. Pour la détermination des lois d'excitation musculaire les électrodes sont disposées de la façon suivante : l'électrode négative est placée sur la partie proximale du muscle et la cathode positive, sur sa partie distale (courant ascendant).

Marche de l'expérience

15 heures. — Après dissection de la préparation, détermination de la loi d'excitation du nerf. $C_w = 90 \varphi$. C. m. e. = 30φ .

15 h. 10. — Détermination de la loi 1 sur le muscle.

15 h. 25. — Détermination de la loi 2 sur le muscle normal. Pour les lois 1 et 2

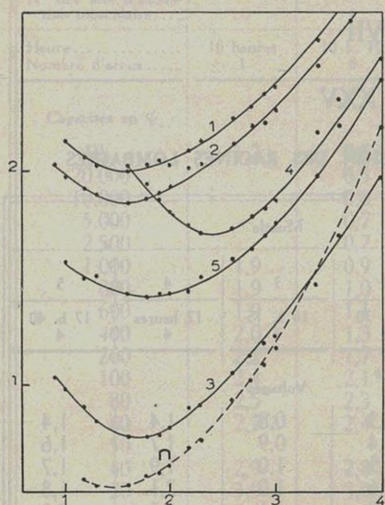


FIG. 8. — Expérience XXV

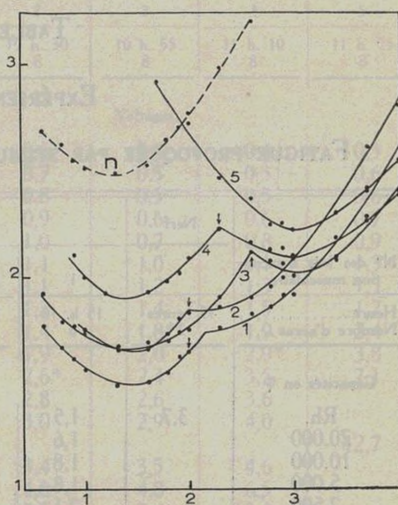


FIG. 9. — Expérience XXVII

Mêmes notations générales que dans les figures 4 et 5

toutes les contractions liminaires apparaissent sous la cathode et sont petites, mais très nettes. Pour la gamme des petites capacités, ces contractions sont plus fortes ; l'augmentation se produit progressivement, on n'observe pas de transition brusque en un point déterminé de la loi. Les C. m. e. de ces lois = 40φ . La capacité correspondant au double du voltage rhéobasique est de l'ordre de 700φ .

15 h. 40. — Pendant 30 minutes, stimulation des racines lombaires du nerf sciatique par chocs d'induction. Le sens du courant alimentant les bobines est inversé toutes les 5 minutes. La distance des bobines est réglée de façon à provoquer la réponse maximale du muscle gastrocnémien.

16 h. 15. — La stimulation du tronc nerveux est encore efficace pour provoquer la mise en jeu du muscle.

Détermination de la loi 3 d'excitation musculaire. Les contractions liminaires sont semblables à celles des lois 1 et 2 déterminées avant fatigue. La C. m. e. se situe entre 40 et 60φ . La capacité correspondant au double du voltage rhéobasique est de l'ordre de 400φ .

16 h. 25. — Pendant 30 minutes, stimulation des racines lombaires du nerf sciatique comme précédemment.

17 heures. — La stimulation du tronc nerveux est efficace. En utilisant un voltage suffisamment élevé on obtient la mise en jeu d'un nombre encore notable de fibres musculaires. Détermination de la loi 4 d'excitabilité musculaire. Les contractions liminaires apparaissent sur la cathode comme dans les lois précédentes. La C. m. e. est de l'ordre de 200φ . La capacité correspondant au double du voltage rhéobasique est de l'ordre de 900φ .

17 h. 20. — Pendant 15 minutes, stimulation des racines lombaires selon les mêmes modalités que précédemment.

17 h. 40. — La stimulation du tronc nerveux n'entraîne aucune réponse du muscle. Détermination de la loi 5 d'excitation musculaire. Pour les grandes capacités jusqu'à 2.500 φ la contraction liminaire est toujours localisée sur la cathode mais très petite. A partir de 1.000 φ la contraction liminaire est assez forte. De suite après détermination de la loi 5, la stimulation du tronc nerveux provoque à nouveau une réponse du muscle. L'excitation indirecte a donc réapparu au cours de la détermination de la loi 5. La C. m. e. de cette loi est de l'ordre de 60 φ . La capacité correspondant au double du voltage rhéobasique est de l'ordre de 500 φ .

TABLEAU VII

EXPÉRIENCE XXV

FATIGUE PROVOQUÉE PAR STIMULATION DES RACINES LOMBAIRES

N° des lois d'excitation musculaire....	Nerf	Muscle				
		1	2	3	4	5
Heure.....	15 heures	15 h. 10	15 h. 30	16 h. 15	17 heures	17 h. 40
Nombre d'accus.....	2	8	8	4	4	4
Capacités en φ		Voltages				
Rh.	3,7	1,5	1,3	0,8	1,4	1,4
20.000		1,6	1,4	0,9	1,7	1,6
10.000		1,8	1,5	1,0	1,9	1,7
5.000		1,8	1,6	1,0	2,1	1,8
2.500		2,1	1,8	1,1	2,5	2,0
1.000	4,3	2,5	2,2	1,3	2,7	2,4
800	4,4	2,7	2,3	1,4	2,9	2,5
600	4,7	2,9	2,6	1,5	3,2	2,7
400	5,1	3,4	2,9	1,7	3,7	3,1
200	5,9	4,2	3,7	2,0	5,1	4,0
150	6,6	4,6	4,2	2,3	6,1	4,3
100	7,3	5,2	4,6	2,5	8,0	5,2
80	7,8	5,9	5,0	2,7	9,2	5,8
60	8,8	6,7	5,6	3,1	12,0	6,6
40	10,3	7,9	6,6	3,8	16,1	8,2
20	14,5	11,6	9,8	5,9		12,8
15	17,1	14,1	11,8	7,3		14,6
10		18,6	15,6	9,8		19,4
8			18,3	11,7		
Rh.	3,8	1,3	1,2	0,9	1,4	1,4

EXPÉRIENCE XXVII.

La fatigue est provoquée par stimulation du nerf sciatique. Le rythme des stimuli est d'environ 10 par seconde. Les chiffres expérimentaux sont donnés dans le tableau VIII et les courbes d'énergie sont rapportées dans la figure 9. Pour la détermination des lois d'excitation musculaire les électrodes sont placées de la façon suivante : l'électrode négative est posée sur la partie distale du muscle, et l'électrode positive, sur la partie proximale (courant descendant).

TABLEAU VIII

EXPÉRIENCE XXVII

FATIGUE PROVOQUÉE PAR STIMULATION DU NERF SCIATIQUE

N° des lois d'excitation musculaire....	Nerf	Muscle				
		1	2	3	4	5
Heure.....	10 heures	10 h. 10	10 h. 30	10 h. 55	11 h. 10	11 h. 25
Nombre d'accus....	1	8	8	8	8	8
Capacités en φ		Voltages				
Rh.	1,7	0,5	0,6	0,4	0,4	0,5
20.000		0,5	0,7	0,5	0,5	0,6
10.000		0,6	0,8	0,5	0,5	0,6
5.000		0,7	0,9	0,6	0,6	0,7
2.500		0,7	1,0	0,7	0,8	0,9
1.000	1,9	0,9	1,1	1,0	1,1	1,3
800	1,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5
600	1,9	1,1	1,2	1,4	1,5	1,7
400	2,0	1,3	1,4	1,8*	1,9	2,4
200	2,2	1,7	1,9	2,0	2,9*	3,8
100	2,4	2,1*	2,6*	2,4	3,5	7,1
80	2,5	2,3	2,8	2,6	3,6	
60	2,7	2,4	3,0	2,9	4,0	
50						12,7
40	2,9	2,8	3,4	3,5	4,6	
20	3,9	3,9	4,8	4,8	6,5	
10	5,6	6,0	7,5	7,4	10,0	
8	6,6	7,2	8,7	8,7	12,5	
6	8,4	8,8		10,7		
4	10,9	12,2		14,5		
Rh.	1,6	0,6	0,5	0,4	0,4	0,5

Marche de l'expérience

10 heures. — De suite après dissection, détermination de la loi d'excitation du nerf.

10 h. 10. — Détermination de la loi 1 d'excitation du muscle normal.

10 h. 25. — Stimulation du nerf sciatique par chocs d'induction pendant 5 minutes.

A la fin de cette période de stimulation le muscle répond encore par stimulation du nerf, mais la contraction maximale que l'on peut encore obtenir est de petite amplitude.

10 h. 30. — Détermination de la loi 2 d'excitation du muscle.

Dans les lois 1 et 2, une modification des contractions liminaires apparaît à partir de la capacité 100 φ . Pour les capacités plus grandes le seuil est très petit, localisé sous la cathode; pour les capacités plus petites la contraction liminaire est légèrement plus forte et s'étend entre les 2 électrodes. Dans ces 2 lois les C. m. e. se situent entre 20 et 40 φ .

10 h. 45. — Stimulation du nerf sciatique jusqu'à disparition complète de l'excitabilité indirecte.

10 h. 55. — La loi 3 d'excitation musculaire est déterminée de suite après cessation de la stimulation du nerf. Pour les capacités supérieures à 400 φ la contraction liminaire est très petite, localisée sur la cathode et difficilement perceptible. Pour les capacités inférieures à 200 φ la contraction liminaire est petite, également difficile à observer mais elle s'étend entre les électrodes. Deux C. m. e. sont observées sur la loi 3: l'une égale à 1.000 φ , l'autre se situe entre 20 et 40 φ .

11 h. 10. — *La stimulation du nerf provoque à nouveau la réponse du muscle.* Stimulation par chocs d'induction jusqu'à disparition de l'excitation indirecte. Une minute de stimulation suffit à amener ce résultat. La loi 4 d'excitation musculaire est déterminée immédiatement. La même modification de contraction liminaire que celle rencontrée dans la loi 3 apparaît pour la capacité 200 φ . On y observe également deux C. m. e. de valeurs identiques à celles de la loi 3 : l'une égale 1.000 φ , l'autre se situe entre 20 et 40 φ .

11 h. 25. — *En testant l'excitation indirecte dès la fin des déterminations de la loi 4 on constate qu'elle a réapparu.* Stimulation du nerf par chocs d'induction. Lorsqu'elle a disparu, la stimulation du nerf est poursuivie, et en même temps la loi 5 d'excitation musculaire est déterminée. Pour l'ensemble de la loi les contractions liminaires sont très petites, difficilement perceptibles, localisées sous la cathode comme dans les lois 3 et 4 pour les grandes capacités. Une seule C. m. e. est observée : elle est égale à 1.000 φ .

EXPÉRIENCE XXVIII.

La fatigue est provoquée par stimulation du nerf sciatique. Le rythme des stimuli est d'environ 5 à 10 par seconde. Les chiffres expérimentaux sont donnés dans le tableau IX et les courbes d'énergie sont rapportées dans la figure 10. Pour la détermination des lois d'excitation musculaire les électrodes sont placées de la façon suivante : l'électrode négative portée sur la partie proximale du muscle, et l'électrode positive sur la partie distale (courant ascendant).

TABLEAU IX

EXPÉRIENCE XXVIII

FATIGUE PROVOQUÉE PAR STIMULATION DU NERF SCIATIQUE

N° des lois d'excitation musculaire.....	1	2
Heure	17 h. 03	17 h. 20
Nombre d'accus	8	8
Capacités en φ		
Rh.	1,6	1,3
20.000		1,7
10.000		1,8
5.000		2,0
2.500		2,1
1.000	2,2	2,3
800	2,3	2,4
600	2,4	2,6
400	2,7	2,8
200	3,1	3,2
150		3,5
100	3,7	3,9
80		4,0
60		4,5
50	4,8	
40		5,3
30	6,0	
20	7,3	7,6
10	12	12,5
8	14,2	
6	17,4	
Rh.	1,5	1,2

Marche de l'expérience

16 h. 45. — De suite après dissection, la fatigue est provoquée par stimulation du nerf pendant 10 minutes. A la fin de cette période le muscle ne répond plus à la stimulation du nerf même lorsque les bobines sont très rapprochées. La loi 1 d'excitation musculaire est déterminée immédiatement.

Lorsque les déterminations sont terminées, l'excitabilité indirecte est testée : la stimulation du nerf entraîne à nouveau la contraction musculaire.

17 h. 15. — Nouvelle période de stimulation du nerf jusqu'à disparition de l'excitabilité indirecte.

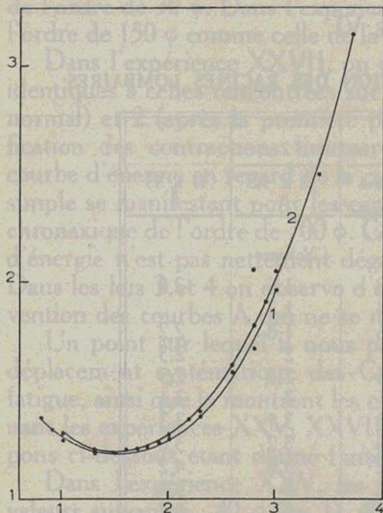


FIG. 10. — Expérience XXVIII

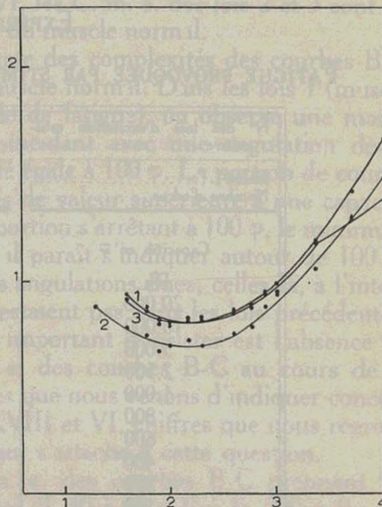


FIG. 11. — Expérience VI

Mêmes notations générales que dans la figure 4

17 h. 20. — Détermination de la loi 2 d'excitation musculaire, immédiatement après cessation de la stimulation du nerf par chocs d'induction. De suite après détermination de la loi d'excitation musculaire l'excitabilité est testée : il est à nouveau possible d'obtenir la contraction du muscle par stimulation du nerf.

Dans les lois 1 et 2 d'excitation musculaire les contractions sont extrêmement petites, localisées sous la cathode. Les deux lois sont très voisines comme on l'observe sur la figure 10. Leur C. m. e. est de l'ordre de 30 φ .

EXPÉRIENCE VI.

La fatigue est provoquée par stimulation des racines lombaires. Le rythme des stimuli est de 5 à 10 à la seconde. Les chiffres expérimentaux sont donnés dans le tableau X et les courbes d'énergie sont rapportées dans la figure 11. Pour la détermination des lois d'excitation musculaire les électrodes sont placées de la façon suivante : l'électrode négative portée sur la partie proximale du muscle, et l'électrode positive sur la partie distale (courant ascendant).

Marche de l'expérience

10 heures. — Détermination d'une loi d'excitation sur le muscle normal (loi 1). La contraction liminaire est très petite et localisée sous la cathode pour tous les points expérimentaux. Bien que la courbe d'énergie présente une angulation en regard de la capacité 2.500 φ , aucune modification de la forme du seuil n'a été constatée.

10 h. 20. — Stimulation du nerf pendant 5 minutes.

10 h. 30. — Dès que les voltages liminaires sont stabilisés, détermination de la loi 2 d'excitation musculaire. Les contractions liminaires sont semblables à celles de la loi 1.

11 h. 10. — La stimulation du nerf est toujours efficace pour déclencher la secousse musculaire, mais il est nécessaire de diminuer considérablement la distance des bobines. Seconde période de stimulation du nerf pendant 5 minutes.

TABLEAU X

EXPÉRIENCE VI

FATIGUE PROVOQUÉE PAR STIMULATION DES RACINES LOMBAIRES

N° des lois d'excitation musculaire.....	1	2	3
Heure.....	10 heures	10 h. 30	11 h. 15
Nombre d'accus.....	8	8	8
Capacités en φ	Voltages		
Rh.	1,2	1,6	2,0
20.000	1,4	1,7	
10.000	1,6	1,8	2,2
5.000	2	2	2,3
2.500	2,5	2,2	2,5
1.000	3	3	3,1
800	3,3	3,1	3,3
600	3,6	3,2	3,6
400	4,2	3,8	4,2
200	5,8	5	5,8
150	6,7	6	6,7
100	8,2	7,1	7,9
80	9,4	7,7	8,9
60	11,2	9,2	11,1
40	14,7	11,9	14,5
20		19,2	
Rh.	1,2	1,5	2

11 h. 15. — La loi 3 d'excitation musculaire est déterminée dès stabilisation des voltages liminaires.

Les réponses du muscle au seuil sont identiques à celles observées dans les lois 1 et 2.

L'excitabilité indirecte est testée dès la fin des déterminations de la loi 3 : la stimulation du nerf est encore efficace pour provoquer la réponse du muscle.

Les C. m. e. des 3 lois sont pratiquement identiques et de l'ordre de 150 φ .

b) Commentaires sur les courbes B et C au cours de la fatigue

Nous avons insisté (R. Bonnardel, 1935) sur ce qu'on observe assez souvent sur le muscle normal, pour une position donnée des électrodes, des courbes présentant des C. m. e. de valeurs différentes aux différents moments de l'expérience sans qu'aucune modification ne soit intervenue dans les conditions d'expérimentation. Les mêmes phénomènes se retrouvent dans nos expériences sur la fatigue. Ainsi, dans l'expérience XXV, la C. m. e. de la loi 1 du muscle normal est égale à 40 φ . Dans les lois déterminées « après

fatigue », elle prend successivement les valeurs suivantes : 40 φ (loi 2), 40 à 60 φ (loi 3), 200 φ (loi 4), 60 φ (loi 5).

Dans d'autres cas, la C. m. e. des courbes B-C conserve même valeur, comme sur certaines préparations du muscle normal. Ainsi dans l'expérience XXVII, la C. m. e. des courbes B-C se maintient entre 20 et 40 φ (lois 1, 2, 3 et 4), jusqu'à l'apparition des courbes A dont les C. m. e. sont égales à 1.000 φ (lois 3, 4 et 5). Dans l'expérience XXVIII, les deux lois déterminées « après fatigue » sont pratiquement identiques et leurs C. m. e. sont de l'ordre de 30 φ . Dans l'expérience VI, les C. m. e. des lois 2 et 3 sont de l'ordre de 150 φ comme celle de la loi 1 du muscle normal.

Dans l'expérience XXVII, on constate des complexités des courbes B-C identiques à celles rencontrées sur le muscle normal. Dans les lois 1 (muscle normal) et 2 (après la première période de fatigue), on observe une modification des contractions liminaires coïncidant avec une angulation de la courbe d'énergie en regard de la capacité égale à 100 φ . La portion de courbe simple se manifestant pour les capacités de valeur supérieure à une capacité chronaxique de l'ordre de 700 φ . Cette portion s'arrêtant à 100 φ , le minimum d'énergie n'est pas nettement dégagé ; il paraît s'indiquer autour de 100 φ . Dans les lois 3 et 4 on observe d'autres angulations dues, celles-là, à l'intervention des courbes A qui ne se manifestaient pas dans les lois précédentes.

Un point sur lequel il nous paraît important d'insister est l'absence de déplacement systématique des C. m. e. des courbes B-C au cours de la fatigue, ainsi que le montrent les chiffres que nous venons d'indiquer concernant les expériences XXV, XXVII, XXVIII et VI, chiffres que nous regroupons ci-dessous étant donné l'intérêt qui s'attache à cette question.

Dans l'expérience XXV, les C. m. e. des courbes B-C prennent les valeurs suivantes : 40 φ (loi 1), 40 φ (loi 2), 40 à 60 φ (loi 3), 200 φ (loi 4), 60 φ (loi 5).

Dans l'expérience XXVII, elles se maintiennent entre 20 et 40 φ pour les lois 1, 2, 3 et 4.

Dans l'expérience XXVIII, elles sont également de l'ordre de 30 φ pour les deux lois déterminées « après fatigue ».

Dans l'expérience VI, les trois lois présentent toutes une C. m. e. de l'ordre de 150 φ .

Des faits semblables sont observés dans les expériences rapportées précédemment pour illustrer le dégagement des courbes A sous l'influence de la « fatigue prolongée ».

Ainsi, dans l'expérience XVIII, après réapparition de l'excitabilité indirecte, on observe dans la loi 3 une C. m. e. au plus égale à 40 φ , alors que la C. m. e. de la loi 1, déterminée sur le muscle normal était égale à 60 φ .

Dans l'expérience XVI, après réapparition de l'excitabilité indirecte, on retrouve dans la loi 4 une C. m. e. égale à 60 φ , de même valeur que celle observée sur la loi 1 déterminée sur le muscle normal.

On ne constate donc pas d'augmentation progressive systématique des C. m. e. des courbes B-C au cours de la fatigue, augmentation à laquelle on aurait pu être tenté de conclure si, au lieu d'examiner dans le détail les différentes expériences, on n'avait pris en considération que les données statistiques globales rapportées dans le tableau II.

D'après les chiffres de ce tableau, les pourcentages relatifs au groupe

des C. m. e. de 10 à 80 φ et au groupe des C. m. e. de 100 à 400 φ baissent au cours de la fatigue, ce qui est dû à l'apparition moins fréquente des courbes B-C par rapport aux courbes A. Mais la diminution du pourcentage relatif au premier groupe (10 à 80 φ), est plus forte que celle du pourcentage relatif au second groupe (100 à 400 φ). Le rapport de ces pourcentages passe de 2,5 pour le muscle normal (67/27) à 2,0 « après fatigue modérée » (56/28), et à 1,0 « après fatigue prolongée » (19/18).

L'abaissement du rapport des pourcentages ne peut être rapporté à une augmentation progressive des C. m. e. sous l'influence de la fatigue, augmentation qui, nous y avons insisté, n'apparaît nullement lorsqu'on examine le détail des expériences. Il faut faire intervenir d'autres causes. Nous en discuterons ci-dessous.

Cet abaissement du rapport des pourcentages est particulièrement net pour les séries de lois déterminées « après fatigue prolongée ». Nous avons remarqué dans ces lois une prédominance des courbes A (63 % au lieu de 6 % sur le muscle normal) qui sont dégagées par l'élévation des seuils des courbes B-C. Cette élévation des seuils des courbes B-C limite les possibilités d'expérimentation pour les portions afférentes aux petites capacités, et, de ce fait, les déterminations n'ont pas toujours pu être poursuivies jusqu'à l'apparition du minimum d'énergie dans ces portions des courbes d'excitation. Les C. m. e. de petites valeurs n'ont donc pu apparaître aussi fréquemment que les autres, après relèvement des seuils B-C. En examinant le détail des expériences il ne paraît pas, toutefois, que cette limitation des courbes dans l'échelle des petites capacités puisse rendre compte de l'importante diminution du rapport des pourcentages relatifs aux groupes de C. m. e. de 10 à 80 φ d'une part, et de 100 à 400 φ d'autre part. Cette limitation se manifeste, en effet, le plus souvent, entre les courbes A et le groupe des courbes B-C, et non à l'intérieur de ce dernier groupe.

Il semble bien que l'explication de cette diminution du rapport des pourcentages des C. m. e. réside dans l'élévation plus précoce des seuils de l'excitabilité des éléments nerveux par rapport à celle des seuils de l'excitabilité des éléments musculaires. Bien que le dogme de « l'infatigabilité » du nerf soit tout à fait classique, la stimulation réitérée de cet organe y produit diverses modifications fonctionnelles. En particulier, ainsi que l'ont indiqué L. et M. Lapicque (1919), son seuil d'excitabilité s'élève d'une façon importante. Ce phénomène a été souvent signalé depuis (Gérard et Forbes, 1928 ; Forbes et Rice, 1929 ; Boyd et Gérard, 1930 ; Scott, 1934 ; Bremer et Titeca, 1935) (1). Nous l'avons retrouvé dans toutes nos expériences. L'élévation du seuil peut atteindre une grande amplitude ; dans le cas de « fatigue »

(1) « L'infatigabilité » du nerf est admise depuis les expériences de Wedenski (1884) et de Bowditch (1885), montrant qu'on peut stimuler le nerf pendant des heures sans que disparaisse son excitabilité. Cependant, dès le début de l'électrophysiologie, Du Bois Reymond avait signalé l'affaiblissement du potentiel d'action du nerf, phénomène étudié à nouveau par Tigerstedt (1912), Forbes et Rice (1929), Gérard et Marshall (1933). Le ralentissement de la vitesse de conduction de l'influx a été observé (Gérard et Marshall, 1933 ; Titeca, 1935), ainsi que la prolongation du phénomène d'« after discharge » (Gasser et Erlanger, 1930). Il est à présumer que l'élévation du seuil constatée est conditionnée par des modifications intervenant dans les processus physico-chimiques qui sous-tendent l'excitabilité du neurone.

provoquée par stimulation indirecte, elle se manifeste sur tout le territoire du nerf directement accessible aux déterminations (des racines lombaires à l'entrée du muscle). L'élévation doit donc intéresser toutes les parties des neurones, y compris leur parcours intra-musculaire auquel appartient l'excitabilité γ , excitabilité qui se manifeste dans la stimulation directe du muscle normal par les courbes C de C. m. e. comprises entre 10 et 80 φ (1).

L'élévation du seuil de l'excitabilité du nerf est relativement précoce comparativement à celle des seuils de l'excitabilité musculaire. On n'observe pas, en effet, dans nombre d'expériences, d'augmentation progressive systématique des voltages liminaires sur le muscle, pour des degrés de fatigue déjà importants. Il en est ainsi, par exemple, pour la plupart des lois de diverses expériences rapportées ci-dessus (expériences XXV, XXVIII, VI).

Le relèvement du seuil d'excitabilité γ des éléments nerveux (de C. m. e. comprise entre 10 et 80 φ) étant plus précoce que celui du seuil de l'excitabilité β des éléments musculaires (de C. m. e. le plus généralement comprise entre 20 et 200 φ), cette dernière se manifeste de façon prépondérante. Il en résulte un abaissement du rapport des pourcentages des deux groupes de C. m. e. de 10 à 80 φ d'une part, et de 100 à 400 φ , d'autre part. Il est à remarquer que la valeur limite 1,0 atteinte par le rapport « après fatigue prolongée » est semblable à celle observée « après dégénérescence du nerf » et sous l'action du curare (Bonnardel, 1948) lorsque toute manifestation de l'excitabilité γ a été complètement éliminée. Cette concordance apporte, pensons-nous, un nouvel argument en faveur de l'interprétation que nous venons de proposer.

IV. — COMPARAISON DE L'INFLUENCE DE LA FATIGUE AVEC CELLE DE DIVERS AGENTS PHYSIQUES ET CHIMIQUES

A partir des faits que nous venons de rapporter, on peut schématiser l'influence de la fatigue sur les lois d'excitation électrique du muscle de la façon suivante :

1^o Il n'a pas été observé de modifications des caractéristiques chronologiques (C. m. e.) des excitabilités α , β et γ ;

2^o A aucun moment, dans nos expériences, ne s'est manifestée une prédominance des courbes à petite C. m. e. (comprise entre 10 et 80 φ) ;

3^o Sous l'influence d'une « fatigue modérée », l'apparence globale des courbes d'excitation reste sensiblement la même que celle observée sur le muscle normal. Pour l'ensemble des expériences, les répartitions des C. m. e. sont assez voisines dans les deux cas ; on note cependant une légère élévation du pourcentage des C. m. e. des courbes A (16 % au lieu de 6 %) ;

4^o Sous l'influence d'une « fatigue prolongée », dans la plupart des cas, les courbes A sont démasquées par l'élévation des seuils des excitabilités β et γ . Le pourcentage de leurs C. m. e. atteint 63 % au lieu de 6 % observé

(1) Les récents travaux de Eccles, Katz et Kuffler (1941 à 1945) sur le potentiel de plaque motrice (« end-plate potential ») et sur ses modifications sous l'influence de certaines substances telles que le curare, mènent à penser que les processus se manifestant au niveau de la jonction nerf-muscle pourraient, dans une certaine mesure, intervenir éventuellement d'une façon accessoire dans la production du phénomène constaté.

sur le muscle normal dans nos conditions d'expérimentation. Le seuil de l'excitabilité γ s'élèverait plus précocement que celui de l'excitabilité β .

Cette évolution des courbes au cours de la fatigue s'écarte de celles observées sous l'influence de divers agents.

En étudiant l'influence des variations de la pression osmotique et du pH, ainsi que l'action des phosphates, nous n'avons observé (S. Jagues, 1943) aucune prééminence d'une catégorie de courbes par rapport aux autres. Toute manifestation d'excitabilité disparaît progressivement sans que la répartition des C. m. e. soit, à un moment donné, différente de celle observée sur le muscle normal.

Sous l'action de la nicotine, et surtout du calcium et de la vératrine (en solution de concentration déterminée), les modifications évoluent schématiquement en deux phases très nettes : dans la première phase, les courbes C sont complètement dégagées ; dans la seconde, ce sont les courbes A qui apparaissent seules. Ces faits s'expliquent par l'élévation progressive des seuils des courbes B (R. Bonnardel, 1935, p. 161 ; S. Jagues, 1943, p. 59).

Sous l'influence de la fatigue, nous n'avons pas observé de phénomènes comparables avec ceux de la première phase d'action des substances indiquées ci-dessus. En effet, à aucun moment les courbes C (de C. m. e. comprises entre 10 et 80 φ) ne sont apparues de façon prédominante. Mais dans le cas de fatigue extrême, on note l'apparition des courbes A identiques à celles observées dans la seconde phase d'action de ces substances. D'autre part, dans certains de nos travaux (action du calcium et de la vératrine), la disparition de l'excitabilité indirecte coïncide très exactement avec le dégagement complet des courbes A, après disparition des courbes B. Sous l'influence de la fatigue nous avons observé des faits semblables ; toutefois, dans certains cas, des portions de courbes B sont encore décelables après cessation de l'excitabilité indirecte.

V. — RAPPROCHEMENT DE NOS RÉSULTATS AVEC CEUX DE L. ET M. LAPICQUE

Nos expériences confirment les résultats obtenus par L. et M. Lapique dans les conditions dans lesquelles ils se sont placés. Dans leurs expériences sur l'action des divers agents, ces auteurs, estimant que la loi d'excitation musculaire est univoque et repose sur un processus se déroulant très rapidement dans le temps n'ont habituellement déterminé que deux points de cette loi : le voltage rhéobasique et la capacité chronaxique. Pour déterminer le voltage rhéobasique, ils n'ont pas utilisé une onde rectangulaire de durée notable ou bien une très grande capacité, mais une capacité allant de 1 à 4 mf selon les expériences. Ils ont en effet remarqué que le voltage liminaire correspondant à une onde rectangulaire de longue durée était souvent très bas comparativement à ceux déterminés au moyen des capacités. C'est un phénomène que l'on observe fréquemment lorsqu'on emploie des électrodes piquées dans le muscle, procédé habituellement utilisé par L. et M. Lapique. Nous avons insisté sur ce phénomène (R. Bonnardel, 1935, p. 139) qui paraît provenir des lésions occasionnées par la piqûre des fibres musculaires superficielles. D'autre part, même lorsqu'on se sert d'électrodes simplement posées sur le muscle, on obtient souvent, en utilisant des capacités

de plus en plus grandes, une diminution des voltages liminaires. Cette diminution est due à la présence d'une portion de courbe A sur la préparation musculaire normale.

L. et M. Lapicque ont observé, sous l'action de diverses substances (en particulier : la nicotine, le calcium, la vératrine) deux phases distinctes dans les variations de la capacité chronaxique : dans une première phase cet indice diminue ; dans une seconde phase, il augmente progressivement et vient à dépasser considérablement sa valeur primitive. Nous avons montré comment, dans nos expériences, en déterminant le voltage rhéobasique et la capacité chronaxique selon la méthode utilisée par ces auteurs, on pouvait obtenir ces phénomènes : dans la première phase, les courbes C de petite C. m. e. (10 à 80 φ) sont complètement dégagées, d'où chute de la capacité chronaxique ; dans la seconde phase, les courbes A apparaissent seules, à ce moment la capacité chronaxique est très grande.

TABLEAU XI

EXPÉRIENCE XVIII Cw du nerf = 55.	Lois d'excitation musculaire		
	N°	C _{2v}	Courbe
Stimulation du nerf pendant 30'. L'excitabilité indirecte a disparu.	1	65	B-C
Réapparition de l'excitabilité indirecte.	2	400	A
Nouvelle période de stimulation de 30'. L'excitabilité indirecte a disparu.	3	100	B-C
	4	300	A
	5	300	A
	6	400	A
L'excitabilité indirecte n'a pas réapparu.			
EXPÉRIENCE XIX. Cw du nerf = 55.	Lois d'excitation musculaire		
	N°	C _{2v}	Courbe
Stimulation du nerf pendant 30'. L'excitabilité indirecte a disparu.	1	70	B-C
	2	400	A
	3	350	A
L'excitabilité indirecte n'a pas réapparu.			

TABLEAU XI (suite)

EXPÉRIENCE XVI	Lois d'excitation musculaire		
	N°	C _{2v}	Courbe
C _w du nerf = 80.	1	70	B-C
Stimulation du muscle pendant 30'. L'excitabilité indirecte a disparu.	2	400	A
	3	500	A
Réapparition de l'excitabilité indirecte.	4	60	B-C

EXPÉRIENCE XXI.	Lois d'excitation musculaire		
	N°	C _{2v}	Courbe
C _w du nerf = 90.	1	600	A
Le muscle est parfaitement excitable par le nerf. Stimulation du muscle pendant 10'.	2	500	A
	3	500	A
Nouvelle période de stimulation du muscle pendant 15'.	4	450	A

Sous l'action de la fatigue, L. et M. Lapique n'ont pas trouvé de phase de diminution de la capacité chronaxique. Nous n'avons pas observé non plus de prééminence des courbes C qui, dans les expériences précédentes, conditionnait la diminution de la capacité chronaxique. Ils n'ont obtenu que des élévations de cet indice. Ce qui s'explique par le dégagement des courbes A.

Les faits observés par L. et M. Lapique sont retrouvés dans diverses expériences dont nous avons rapporté ci-dessus le détail. Nous en donnons des exemples dans le tableau XI. Dans ce tableau, nous désignons par le symbole C_{2v} la capacité correspondant, dans l'excitation musculaire, au double du voltage liminaire déterminé au moyen du condensateur de 1 mf. Nous conservons le symbole C_w pour désigner la capacité chronaxique du nerf (déterminée à partir du double du voltage rhéobasique). L'indication de la catégorie de courbe sur laquelle porte la C_{2v} est donnée en regard de la valeur de cette dernière.

Les chiffres rapportés au tableau XI permettent de faire les constatations suivantes :

1° Sur les préparations normales, on observe généralement un « homochronisme » à condition d'utiliser pour l'excitation musculaire comme

voltage rhéobasique le voltage correspondant à une capacité pas trop grande (ici 1 mf). Ainsi, dans l'expérience XVIII, la C_w du nerf est égale à 55 φ ; la C_{2v} du muscle, à 65 φ . Dans l'expérience XIX, la C_w du nerf est égale à 55 φ , la C_{2v} du muscle à 70 φ . Dans l'expérience XVI, la C_w du nerf est égale à 80 φ , la C_{2v} du muscle, à 70 φ .

Toutes ces petites C_{2v} du muscle sont situées sur des courbes B-C. Au cas où les courbes A sont complètement dégagées sur le muscle normal (fait rare dans les conditions expérimentales dans lesquelles nous avons opéré), cet « homochronisme » ne peut naturellement plus être constaté. Il en est ainsi dans l'expérience XXI (C_w du nerf = 90 φ ; C_{2v} du muscle = 600 φ);

2° Lorsque cet « homochronisme » a été constaté sur la préparation normale, on observe, « après fatigue » entraînant la disparition de l'excitabilité indirecte, une élévation très importante de la C_{2v} musculaire, comme l'indiquent L. et M. Lapicque. Par exemple, dans l'expérience XVIII, la C_{2v} passe de 65 φ (loi 1) à 400 φ (loi 2). Dans l'expérience XIX, elle passe de 70 φ (loi 1) à 400 et 350 φ (lois 2 et 3). Dans l'expérience XVI, elle passe de 70 φ (loi 1) à 400 et 500 φ (lois 2 et 3). Ces grandes C_{2v} sont déterminées sur des courbes A dégagées par la disparition des courbes B-C au cours de la fatigue.

Au cas où les courbes A apparaissent déjà sur la préparation normale, la C_{2v} reste pratiquement inchangée. Ainsi, dans l'expérience XXI, la C_{2v} était égale à 600 φ (loi 1) « avant fatigue »; elle est de l'ordre de 500 φ dans la loi 2 et la loi 3, et de 450 φ dans la loi 4 « après fatigue »;

3° Lorsque l'excitabilité indirecte vient à reparaitre sur les préparations où des courbes B-C se manifestent « avant fatigue », et qu'ainsi un « homochronisme » a été observé, la C_{2v} du muscle reprend une petite valeur. Ainsi, dans l'expérience XVIII, la C_{2v} préalablement égale à 65 φ (loi 1) atteint 400 φ (loi 2) « après fatigue », et revient à 100 φ après la réapparition de l'excitabilité indirecte. Dans l'expérience XVI, la C_{2v} préalablement égale à 70 φ , se maintient à 400 et 500 φ (lois 2 et 3) « après fatigue » et tombe à 60 φ après réapparition de l'excitabilité indirecte.

Nous constatons donc, comme L. et M. Lapicque, une liaison étroite entre l'évolution des C_{2v} musculaires et celle de l'excitabilité indirecte. *Mais nos expériences montrent que cette liaison ne peut être rapportée, comme le pensaient ces auteurs, à des variations de rapidité d'un processus unique d'excitabilité musculaire : elle repose sur la présence ou l'absence des courbes B-C qui conditionnent les deux phénomènes : valeur des petites C_{2v} et possibilité d'excitation indirecte.*

VI. — RÉSUMÉ

1° Malgré le nombre important de recherches effectuées sur l'excitabilité musculaire, l'accord n'a pu être réalisé entre les expérimentateurs. Les divergences sont dues à la difficulté de cette expérimentation et à la complexité des phénomènes mis en évidence. Étant donné l'importance généralement accordée à ces recherches en vue, d'une part, de l'explication théorique du fonctionnement du muscle et du système nerveux, et, d'autre part, des applications possibles des techniques électrophysiologiques à l'étude du travail humain, nous avons poursuivi méthodiquement une série de travaux sur l'excitabilité du muscle dans différentes conditions expérimentales.

tales (muscle normal, muscle à nerf dégénéré, action du pH, de la concentration saline, des phosphates, du calcium, de la nicotine, de la vératrine);

2° L'étude des lois complètes d'excitation obtenues au moyen de décharges de condensateurs, a été effectuée sous la forme de « l'énergie liminaire en fonction des capacités » (la résistance du circuit de décharges des condensateurs étant maintenue égale à $7.500 \Omega \pm 5 \%$ par un dispositif shunté) et en utilisant des graphiques en coordonnées logarithmiques. Cette représentation s'est montrée la plus sensible pour révéler les particularités des lois d'excitation. Elle fournit, d'autre part, le seul indice chronologique qui puisse être déterminé lorsque les lois obtenues sont complexes. Cet indice est la *capacité correspondant au minimum d'énergie (C. m. e.)*;

3° Les lois d'excitation se sont montrées simples dans certains cas, et complexes dans d'autres cas, ces derniers étant les plus nombreux. Les courbes simples, où les éléments simples des courbes complexes se rangent en trois catégories (A, B et C) de la façon suivante, selon la forme de la contraction liminaire et la valeur de leur C. m. e. :

Courbes	Contraction liminaire	C. m. e.
A	Petite	600 à 2.500 φ (1)
B	Petite	20 à 200 φ
C	Forte	10 à 80 φ

(1) $\varphi = 10^{-9}$ f.

Nos résultats permettent de rapprocher les points de vue opposés des divers auteurs qui ont étudié cette question. En effet, nous avons montré que :

a) Les courbes A appartiennent à une excitabilité musculaire observée par Keith Lucas, Rushton, Lippay, et désignée par Keith Lucas par le symbole α ; excitabilité dont l'existence n'avait d'abord pas été admise par Lapicque;

b) Les courbes C traduisent l'excitabilité γ de Keith Lucas et sont la manifestation de l'excitabilité des ramifications nerveuses intra-musculaires dont l'intervention est généralement reconnue par l'ensemble des auteurs;

c) La plupart des courbes B sont dues à une excitabilité musculaire (1) ainsi que le prouve, en particulier, leur présence après dégénérescence du nerf moteur. Certaines de ces courbes appartenant à une excitabilité musculaire, présentent des C. m. e. de même ordre de grandeur (de 20 à 80 φ) que les courbes d'excitabilité du nerf. Il existe donc bien, comme l'a avancé Lapicque, et contrairement à ce que pensaient Keith Lucas, et bon nombre d'auteurs, des processus d'excitabilité musculaire de caractéristique chronologique semblable à celle de l'excitabilité nerveuse. Nous avons désigné par le symbole β cette excitabilité musculaire caractérisée par des C. m. e. le

(1) L'excitabilité γ des éléments nerveux intra-musculaires peut naturellement se manifester également par des courbes de type B (petit seuil, et C. m. e. comprise entre 20 et 80 φ).

plus généralement comprises entre 20 et 200 φ . Ce symbole avait déjà été utilisé par Keith Lucas pour désigner une excitabilité de très petite caractéristique chronologique. Nous avons pensé légitime d'employer ce symbole dans un sens très différent, les phénomènes décrits sous cette dénomination par Keith Lucas n'ayant été retrouvés par aucun auteur (1) ;

4° Dans le présent travail, la « fatigue » de la préparation neuro-musculaire (sciatique-gastrocnémien de *rana temporaria*) a été obtenue au moyen du dispositif classique de stimulation par chocs d'induction. Suivant les expériences, la stimulation a porté sur le nerf, ou directement sur le muscle ; son rythme a varié de 1 à 10 chocs d'induction à la seconde, et sa durée, d'une période de 5 minutes à plusieurs périodes de 30 minutes ;

5° Les modifications observées dans les lois d'excitation musculaire sont les mêmes au cours de l'apparition de la fatigue, que cette dernière ait été provoquée, soit par stimulation du tronc nerveux, soit par stimulation portée directement sur le muscle ;

6° Le fait le plus marquant est le dégagement des courbes A qui sont, en général, masquées sur le muscle normal. Le pourcentage des C. m. e. relatif à ces courbes (C. m. e. comprises entre 600 et 2.500 φ) passe dans nos expériences, de 6 % sur le muscle normal, à 16 % « après fatigue modérée », et à 63 % « après fatigue prolongée » ;

7° Ces courbes A, une fois apparues, restent identiques à elles-mêmes : elles ne se déplacent pas par rapport à l'axe des capacités en fonction de la durée de l'expérience. Leur C. m. e. et leur Cw (capacité chronaxique) conservent respectivement les mêmes valeurs quels que soient :

- a) Le mode de production de la fatigue (stimulation du nerf ou stimulation portée directement sur le muscle) ;
- b) Le rythme de stimulation (de 1 à 10 chocs d'induction par seconde) ;
- c) La durée de stimulation (de 10 minutes à plusieurs périodes de 30 minutes) ;

8° Tous ces faits sont du même ordre que ceux observés sous l'action prolongée de divers agents chimiques tels que la nicotine, la vératrine, le calcium (prédominance des courbes A — stabilité de leur C. m. e. et de leur Cw quelles que soient la durée de l'expérience et la concentration des agents). Nous n'avons jamais observé, jusqu'à maintenant, de modifications systématiques des caractéristiques chronologiques de l'excitabilité α ;

9° Au cours de la fatigue, le seuil des courbes A ne s'élève généralement pas d'une façon importante, même lorsque l'expérience est poussée à fond, contrairement à ce qui se passe, par exemple, sous l'action de la nicotine ;

10° L'apparition des courbes A au cours de la fatigue est due à l'élévation des seuils des courbes B-C ;

11° A aucun moment nous n'avons observé au cours de la fatigue, de prédominance des courbes à petite C. m. e. (gamme de 10 à 80 φ), prédominance qui se produit d'une façon particulièrement nette dans la première

(1) Notre excitabilité β est présente sur l'ensemble de la fibre musculaire et non localisée à la jonction nerf-muscle comme celle que Keith Lucas pensait avoir mise en évidence. D'autre part, les caractéristiques chronologiques de l'excitabilité que nous désignons par β sont bien plus grandes.

période d'action de diverses substances pour certaines concentrations (vératrine, calcium);

12° Au cours d'une expérience donnée, on n'observe pas de variation systématique des C. m. e. des courbes B-C;

13° L'abaissement du pourcentage des C. m. e. de 10 à 80 φ par rapport à celui des C. m. e. de 100 à 400 φ , constaté sur la statistique globale de nos résultats, serait dû à l'élévation plus précoce du seuil de l'excitabilité γ par rapport à ceux de l'excitabilité β , contrairement à ce qu'on remarque au début de l'action des agents précédemment indiqués.

14° Lorsque l'excitabilité indirecte disparaît, on ne retrouve sur le muscle, dans beaucoup de cas, que des courbes A simples. Ce fait est semblable à celui constaté sous l'action prolongée du calcium et de la vératrine (2^e phase de l'action de ces substances). Dans le cas de la fatigue, la réapparition très fréquente de l'excitabilité indirecte est très généralement accompagnée d'une réapparition très nette de courbes B-C;

15° En déterminant, sur les lois complètes d'excitation, le point de repère utilisé par L. et M. Lapique (capacité chronaxique obtenue en prenant comme voltage rhéobasique celui correspondant à une capacité de l'ordre du microfarad), nous retrouvons, pour la fatigue, comme nous l'avons déjà retrouvé pour l'action des diverses substances étudiées, toutes les variations observées par ces auteurs. Nos recherches montrent que ces variations proviennent de la prépondérance relative des diverses catégories de courbes aux différents moments de l'expérience. Elles sont donc commandées, en fait, par la position relative des seuils de trois excitabilités différentes, et non par des modifications de rapidité d'un processus unique d'excitabilité, comme l'admettent les auteurs précités.

SUMMARY

Notwithstanding the importance generally given to the studies on electric excitability of nerves and muscles with regard to the working of both nervous and muscular systems, no agreement has been reached between physiologists even on the characteristics of the experimental laws. Authors have again methodically taken up the study of electrical stimulation of the muscle under different conditions (normal muscle, muscle with degenerate nerve, action of pH, of saline concentration, of nicotine, of calcium, of veratrine). In the present research they set forth the results obtained under the action of fatigue.

This new work corroborates the results of their previous observations regarding the existence of three different excitabilities in the direct stimulation of the muscle: excitability γ appertaining to the intra muscular nervous branches; excitabilities α and β appertaining in proper to the muscular fibres. These results enable to conciliate the opposite points of view of Keith Lucas, Rushton, Lippay on one hand, and L. and M. Lapique on the other.

The modifications brought on to the three excitabilities through fatigue are studied in detail.

The facts described by L. and M. Lapique can be met with again by placing oneself in the same particular conditions utilized by these authors. However, the detailed analysis of the experimental laws leads to a different interpretation. L. and M. Lapique considering that the excitation curves are univocal conclude that variations of chronaxie come from an unique process of excitability. Indeed it has appeared that the chronological characteristics of excitabilities α , β , γ , did not noticeably vary

and that the whole of the facts observed is explained by the modalities of elevation of their thresholds, which involve, under the influence of a great state of fatigue, the unmasking of the curves of excitability α .

BIBLIOGRAPHIE

- ALTENBURGER, H. et GUTMANN (1928). — *Z. Neur.*, **115**, 1.
 ALTENBURGER, H. et KROLL, W. (1931). — *Z. Neur.*, **132**, 484.
 BONNARDEL, R. (1934-a). — *C. R. Soc. Biol.*, **116**, 485.
 BONNARDEL, R. (1934-b). — *Thèse de doctorat ès Sciences*, Lyon.
 BONNARDEL, R. (1935-a). — *C. R. Soc. Biol.*, **118**, 297.
 BONNARDEL, R. (1935-b). — *Arch. Intern. Physiol.*, **42**, 111.
 BONNARDEL, R. (1938). — *Arch. Intern. Physiol.*, **47**, 149.
 BONNARDEL, R. (1946). — *Rev. canadienne Biol.*, **5**, 87.
 BONNARDEL, R. (1948). — *Rev. canadienne Biol.*, **7**, 3.
 BONNARDEL, R. et GOUDCHAUX, S. (1934-a). — *C. R. Soc. Biol.*, **115**, 627.
 BONNARDEL, R. et GOUDCHAUX, S. (1934-b). — *C. R. Soc. Biol.*, **116**, 103.
 BONNARDEL, R. et GOUDCHAUX, S. (1935). — *Arch. Intern. Physiol.*, **41**, 201.
 BONNARDEL, R. et LIBERSON, W. (1934). — *C. R. Soc. Biol.*, **116**, 740.
 BOUCKAERT, L. P. (1932). — *C. R. Soc. Biol.*, **111**, 1063.
 BOURGUIGNON, G. (1923). — *La chronaxie chez l'homme*, Masson, Paris.
 BOURGUIGNON, G. et LAUGIER, H. (1928). — *C. R. Acad. Sc.*, **187**, 846.
 BOYD, T. D. et GÉRARD, R. W. (1930). — *Amer. Journ. of Physiol.*, **92**, 656.
 BOWDITCH, P. (1885). — *Journ. of Physiol.*, **6**.
 BREMER, F. et TITECA, J. (1935). — *Arch. Intern. Physiol.*, **41**, 474.
 BUGNIARD, L. et HILL, A. V. (1935). — *Journ. of Physiol.*, **83**, 425.
 CAMIS (1919). — *Journ. de Physiol. et de Pathol. gén.*, **18**, 497.
 CARDOT, H. et LAUGIER, H. (1924). — *Journal de Physiol.*, p. 814.
 COLLE, J. (1933-a). — *C. R. Soc. Biol.*, **115**, 209.
 COLLE, J. (1933-b). — *Arch. Intern. Physiol.*, **37**, 4.
 COLLE, J. et DELVILLE, P. (1932). — *C. R. Soc. Biol.*, **111**, 1072.
 COVACIU-ULMEANU (1936). — *Effort volontaire et chronaxie*. Thèse de Sciences Paris.
 ECCLES, J. C., KATZ, B., KUFFLER, S. W. (1941). — *Journ. Neurophysiol.*, **4**, 362.
 FORBES, A. et RICE, L. H. (1929). — *Amer. Journ. of Physiol.*, **90**, 119.
 GASSER, H. S. et ERLANGER, J. (1930). — *Amer. Journ. of Physiol.*, **94**, 247.
 GÉRARD, R. W. et FORBES, A. (1928). — *Amer. Journ. of Physiol.*, **86**, 178.
 GÉRARD, R. W. et MARSHALL, W. H. (1933). — *Amer. Journ. of Physiol.*, **104**, 575.
 GRUNDFEST, H. (1932). — *Journ. of Physiol.*, **76**, 95.
 GUGLIELMETTI, J. (1921). — *Journ. de Physiol. et de Pathol. Gén.*, **19**, 74.
 HOORWEG, L. (1892). — *Pflüger's Archiv.*, **52**, 87.
 JAGUES, S. (1943). — *Thèse de Sciences*, Paris.
 JAGUES, S. (1946). — *Rev. Canadienne Biol.*, **5**, 511.
 JINNAKA et AZUMA (1922). — *Proceedings of the Royal Soc.*, **94**, 49 et 71.
 KEITH LUCAS (1906-1908). — *Journ. of Physiol.*, **34**, **35**, **36**.
 KUFFLER, S. W. (1942). — *Journ. Neurophysiol.*, **5**, 18.
 KUFFLER, S. W. (1943). — *Journ. Neurophysiol.*, **6**, 99.
 KUFFLER, S. W. (1945). — *Journ. Neurophysiol.*, **8**, 77.
 LAPICQUE, L. (1926). — *L'excitabilité en fonction du temps*. Presses Universitaires, Paris.
 LAPICQUE, L. (1932). — *Journ. of Physiol.*, **76**, 261.
 LAPICQUE, L. (1933-a). — *Journ. of Physiol.*, **78**, 381.
 LAPICQUE, L. (1933-b). — *C. R. Soc. Biol.*, **113**, 160.
 LAPICQUE, L. (1934-a). — *C. R. Soc. Biol.*, **116**, 973.
 LAPICQUE, L. (1934-b). — *Journ. of Physiol.*, **81**, 113.
 LAPICQUE, L. (1935). — *Biol. Reviews*, **10**, 483.
 LAPICQUE, L. (1943). — *La machine nerveuse*, Flammarion, Paris.
 LAPICQUE, L. (1946). — *L'isochronisme neuro-musculaire et l'excitabilité rythmogène*. Hermann & Cie, Paris.
 LAPICQUE, M. (1923). — *C. R. Soc. Biol.*, **88**, 46.
 LAPICQUE, L. et M. (1919). — *C. R. Soc. Biol.*, **82**, 772.
 LAPICQUE, L. et M. (1921). — *Notes et mémoires de l'Institut Lannelongue*, **2**, 12.

- LAPICQUE, L. et M. (1934). — *C. R. Soc. Biol.*, **116**, 978.
 LAPICQUE, L. et M. (1935). — *C. R. Soc. Biol.*, **118**, 495.
 LAPICQUE, L. et M. (1943). — *C. R. Soc. Biol.*, **137**, 718.
 LATMANISOWA, L. W., UFLAND, J. M. et SCHAMARINA, N. (1932). — *Arbeitsphysiologie*, **5**, 681.
 LAUGIER, H. et LIBERSON, W. (1931). — *C. R. Soc. Biol.*, **108**, 924.
 LAUGIER, H. et LIBERSON, W. (1932). — *C. R. Soc. Biol.*, **111**, 940.
 LAUGIER, H. et NÉOUSSIKINE, B. (1931). — *C. R. Acad. Sc.*, **192**, 244.
 LAUGIER, H. et NÉOUSSIKINE, B. (1932). — *C. R. Soc. Biol.*, **111**, 940.
 LAUGIER, H. et NÉOUSSIKINE, B. (1933). — *C. R. Soc. Biol.*, **113**, 1138.
 LEBEDUR (VON), J. F. et WACHHOLDER, K. (1931). — *Pflüger's Archiv.*, **228**, 183.
 LIPPAY, F. (1938). — *Pflüger's Archiv.*, **240**, 221.
 MOORE, A. R. et BRUCKE, E. T. (1931). — *Pflüger's Archiv.*, **228**, 619.
 RAEVSKY et BABADZANIAN (1938). — *Bull. Méd. et Biol. Exp. U. R. S. S.*, **5**, 480.
 ROSENBLUETH, A. et RIOCH, D. M. (1933). — *Amer. Journ. of Physiol.*, **104**, 519.
 RUSHTON, W. A. H. (1930-1934). — Série de mémoires parus dans le *Journal of Physiol.*
 SCHERMANN, L. G. (1935). — *Arb. Physiol.*, **8**, 446.
 SCOTT, D. (1934). — *Journ. of Physiol.*, **82**, 321.
 STEINBACH (1936). — *Bull. Biol. Méd. Exp. U. R. S. S.*, **1**, 146-147.
 TIGERSTEDT, C. (1912). — *Zeitsch. f. Biol.*, **58**, 451.
 TITECA, J. (1935). — *Arch. Intern. Physiol.*, **41**, 1.
 UFLAND, J. M. et LATMANISOWA, L. W. (1930). — *Arbeitsphysiologie*, **5**, 360.
 UFLAND, J. M. et WUHL, I. (1935). — *Le Travail Humain*, **3**, 153.
 UFLAND, J. M. et WUHL, I. (1935). — *Travaux de l'Institut Bechterew, Leningrad*, **2**, 168.
 VIZIANO, A. (1933). — *Rassegna di Medicina applicata al lavoro industriale*, **4**, 125.
 WEDENSKI (1884). — *Centralblatt*.
 ZEVITNIA, G. A. et FASLER, L. E. (1936). — *Arbeitsphysiologie*, **9**, 281-292.

ANALYSES BIBLIOGRAPHIQUES

Psychologie du travail, p. 271 ; Physiologie du travail (généralités, système musculaire et système nerveux, métabolisme et respiration), p. 275 ; Effort. Fatigue, p. 279 ; Biométrie humaine, p. 280 ; Apprentissage et éducatibilité, p. 283 ; École et travail scolaire, p. 284 ; Orientation et sélection professionnelles, p. 288 ; Hygiène du travail, p. 290 ; Éducation physique et sports, p. 294 ; Maladies professionnelles, p. 294 ; Accidents du travail et prévention, p. 296 ; Organisation rationnelle du travail, p. 297 ; Sociologie du travail, p. 298 ; Méthodes et techniques psychologiques et physiologiques, p. 299.

Auteurs des Analyses : R. BONNARDEL, M. LEFETZ, O. MARTY, S. PACAUD, R. F. PASQUASY, J. PÉPIN, R. PIRET, M. REUCHLIN, M. SCHACHTER, C. VEIL, N. XYDIAS (1).

PSYCHOLOGIE DU TRAVAIL

H. PIÉRON. **L'hétérogénéité normale des aptitudes.** Ann. Ps., XLI et XLII, 1940-41, pp. 1-13.

L'A. pose le problème en ces termes, après avoir souligné l'insuffisance des hiérarchies fondées sur une notion de niveau global : « Y a-t-il, et dans quelle proportion, des individus homogènes, aussi bien dans la supériorité que dans la médiocrité ou l'infériorité ? » Sa méthode consiste à calculer la dispersion des résultats obtenus dans des épreuves différentes par un même sujet. L'indice adopté est l'écart moyen des notes exprimées en tétrons, en prenant la moyenne de ces notes pour origine. Elle est appliquée à 4 groupes : 1° 148 élèves de l'École de l'Air de Versailles ; 2° 171 jeunes filles de 14 à 16 ans ; 3° 1.274 apprentis de la S. N. C. F. ; 4° 693 écoliers parisiens d'âge moyen 12 ans 8 mois. Chaque groupe est divisé en très bons (10 %), bons (15 %), moyens (50 %), médiocres (15 %), mauvais (10 %), d'après la réussite globale.

« La parenté moyenne des diverses aptitudes n'est pas plus grande que la parenté de tous les individus réunis dans le groupe » puisque son écart moyen dépasse presque partout trois quarts de σ (l'écart moyen correspond à $0,8 \sigma$ dans une courbe normale). Les mauvais sont plus hétérogènes que les bons, ce qui permet d'envisager leur utilisation. L'A. donne ensuite les courbes des fréquences des indices d'hétérogénéité des sujets de chaque groupe et constate que ce sont des courbes en cloche sensiblement normale, sans indication de plurimodalité, ce qui l'amène à émettre des réserves sur la notion de types. Il conclut en soulignant l'intérêt de l'établissement de profils psychologiques pour l'O. P.

M. R.

(1) Les analyses suivies des initiales B. A. sont reprises du *Bulletin Analytique du Service de Documentation du Centre national de la Recherche scientifique*. Nous remercions le Pr Wyart, chef du Service, qui a bien voulu nous donner son accord à ce sujet.

R. BONNARDEL. **Analyse factorielle d'une série de tests verbaux.** Ann. Ps., XLI et XLII, 1940-41, pp. 14-37.

127 élèves d'une école d'apprentissage industrielle, d'âge moyen 14 ans 3 mois, ont été soumis à trois séries de tests verbaux : 1° La fiche collective de H. et Mme Piéron ; 2° Le cahier d'intelligence logique de J.-M. Lahy ; 3° La batterie V.1-2 de R. Bonnardel. L'analyse des intercorrélations à âge constant a été effectuée par la méthode centroïde de Thurstone d'une part, par la méthode de Spearman d'autre part, enfin par un procédé de calcul de Spearman-Holinger. Elle aboutit, en dehors d'un facteur commun général, à des facteurs ne concernant que des tests pratiquement identiques. L'A. rapproche alors ses premiers résultats des notes scolaires et des résultats dans deux autres tests (synonymes-antonymes et histoires sans paroles). Il peut ainsi préciser la largeur de compréhension des divers facteurs particuliers : numérique, verbal, « proverbe », « mot en trop », « syllogisme », et du facteur commun à l'ensemble des tests verbaux (facteur *u*) qui paraît porter sur des processus assez généraux. L'A. indique que le présent travail n'est qu'une recherche préliminaire à d'autres études sur les relations existant entre les tests V.1-2 et d'autres tests de nature très différente.

M. R.

R. BONNARDEL. **Etude analytique d'appréciations subjectives portées sur des traits de la personnalité humaine.** Ann. Ps., XLI et XLII, 1940-41, pp. 136-147.

Dans un important atelier d'outillage mécanique, trois estimateurs choisis avec soin sont invités à juger 150 ouvriers qu'ils connaissent bien sous les points de vue suivants : réussite professionnelle, intelligence, énergie, rapidité, caractère. Il leur est demandé un classement en trois catégories. Toutes les corrélations tétrachoriques entre ces divers jugements (pour les 2 catégories extrêmes) sont calculées, et l'analyse en est faite au moyen de la méthode centroïde de Thurstone. Voici les principaux faits mis en lumière. Seul, le trait « caractère » est apprécié d'une façon pratiquement indépendante des autres traits. Pour ces derniers, chaque estimateur vise dans une direction différente. L'un groupe dans ses jugements l'intelligence, l'énergie, la rapidité et la réussite professionnelle. L'autre groupe d'une part la réussite professionnelle et l'intelligence, d'autre part, la rapidité et l'énergie. Le troisième réunit la réussite professionnelle et l'intelligence. L'A. souligne l'intérêt scientifique et social de ces applications des méthodes d'analyse factorielle.

M. R.

G. BERNYER. **Un essai d'analyse factorielle des aptitudes.** Ann. Ps., XLI et XLII, 1940-41, pp. 202-226.

Le but de ce travail était de rechercher les facteurs primaires dans une batterie de 28 tests appliqués à 320 sujets candidats aviateurs. Les âges se groupaient étroitement autour de 21 ans. Tous avaient au moins le Brevet élémentaire. Les tests étaient destinés à apprécier les capacités intellectuelles générales des sujets (relations spatiales, abstractives, numériques, verbales, organisatrices d'un travail, mémoire), les capacités d'exécution (réactions, exécution méthodique d'une tâche), les capacités d'observation visuelle (observation discriminative, observation et mémoire visuelles, structure spatiale). L'analyse factorielle fut faite d'après la méthode de P. Delaporte. Elle révéla la présence d'un facteur général *G* intéressant à peu près tous les tests, et de 4 facteurs de groupe principaux : facteur mécanique, facteur d'ordre émotionnel, facteur visuel, facteur de déduction.

M. R.

- E. BORNEMANN. **Untersuchungen über den Grad der geistigen Beanspruchung.** (*Recherches sur le degré de la participation intellectuelle au travail.*) Arb. physiol. ang. Ent., XII, 1942, 2, pp. 142-172.

L'exécution d'un travail double, dont un seul élément est purement intellectuel, permettrait d'apprécier la participation intellectuelle du sujet à l'autre effort. L'erreur ne dépasserait pas ± 5 à 10 %.

B. A.

- E. BORNEMANN. **Untersuchungen über den Grad der geistigen Beanspruchung.** (*Recherches sur le degré de participation intellectuelle au travail.*) Arb. physiol. ang. Ent., XII, 1942, 2, pp. 173-191.

Rôle de l'automatisme mental dans l'exécution simultanée des deux éléments d'un travail complexe. Évaluation en % de la participation intellectuelle aux travaux manuels, aux travaux de bureau et aux travaux récréatifs ; l'entraînement manuel ne diminue nullement la participation de l'intelligence au travail.

B. A.

- M. PONZO. **La psicotecnica nella scuola e nel lavoro. Contributi dell'Istituto di psicologia dell'Università di Roma nel periodo 1940-1946.** (*La psychotechnique dans l'école et dans le métier.*) Ar. psic. neur. psichiatr., VIII, 1947, 2, pp. 83-136.

Compte rendu de l'activité de l'Institut de Psychologie de Rome, écrit par son directeur. Les applications de la psychologie ne semblent pas être aussi étendues en Italie qu'en France.

M. R.

- C. L. MUSATTI. **Le funzioni attentive nella esecuzione di un lavoro uniforme di cernita.** (*Les fonctions attentionnelles dans l'exécution d'un travail uniforme de choix.*) Ar. psic. neur. psichiatr., VIII, 1947, 2, pp. 137-151.

Comment traiter les données numériques relatives à la quantité de travail, aux erreurs et aux omissions, dans l'exécution d'un test ? Ce problème est étudié sur 886 résultats du test de barrage de Toulouse-Piéron. L'A. constate que les omissions sont plus fréquentes que les erreurs, mais qu'il n'y a pas de corrélation appréciable entre erreurs et omissions. Il y a une corrélation négative entre le nombre d'erreurs et le nombre de signes barrés (la valeur de ces corrélations n'est pas calculée). L'A. explique ces résultats par le jeu de deux facteurs supposés : l'un de caractère négatif maintient dans le « fond » la masse des signes qui ne sont pas à barrer, l'autre, de caractère positif, provoque la réaction motrice quand se détache un signe à barrer. Le nombre de signes barrés et le nombre d'omissions (rapporté au nombre de signes barrés) permettraient de distinguer une capacité de sélection attentive négative et une capacité de sélection attentive positive indépendantes ($r = .08$).

M. R.

- H. T. HIMMELWEIT. **Speed and accuracy of work as related to temperament.** (*Vitesse et précision dans le travail en relation avec le tempérament.*) Br. J. Ps., XXXVI, 1946, 3, pp. 132-144.

A 100 névropathes en traitement dans un hôpital, on a présenté une batterie de 5 tests : 4 tests-papier et 1 test de manipulation, le *Track tracer*. Chacun de ces tests fut divisé en deux parties. Dans la première, on demandait au sujet de travailler aussi vite et aussi exactement que possible. Dans la seconde, on mettait l'accent, dans les instructions, sur le facteur vitesse. Il y avait donc des tests de choix et des tests de vitesse.

On a trouvé un facteur général vitesse, estimé à 38 % dans les tests de choix, à 37 % dans les tests de vitesse. De même, on a calculé un facteur

général de précision qui s'élevait à 41 % pour les tests de choix et à 24 % pour les tests de vitesse.

L'interdépendance de ces deux facteurs fut ensuite examinée. Pour les tests-papier, la corrélation entre la vitesse et la précision était faible, tandis que pour le test de manipulation, elle était fortement négative, ce qui s'explique par le fait que, dans ce test, le sujet percevait immédiatement ses fautes, alors que les tests-papier ne les lui révélaient pas.

Une étude du comportement des sujets (50 hystériques et 50 dysthymiques) a montré que les premiers donnaient la préférence à la vitesse, les seconds à la précision. C'est le *Track tracer* qui se révéla le test le plus discriminatif de la batterie.

La méthode de travail, c'est-à-dire la vitesse et la précision avec lesquelles la tâche est accomplie, est donc partiellement déterminée par le tempérament. Les tests de vitesse et de précision du type employé par l'A. peuvent trouver place dans une batterie de tests de tempérament. R.-F. P.

J. R. SHANNON. **Traits of research workers.** (*Les traits des chercheurs.*) J. Ed. Res., XL, 1947, 7, pp. 513-521.

L'A. rend compte des travaux effectués par 23 professeurs pour découvrir les traits caractéristiques de 250 savants et chercheurs célèbres dans le domaine des sciences naturelles et mathématiques, de la médecine, de l'invention, de la sociologie et de la psychologie — les chercheurs étant répartis dans ces différents domaines d'une façon assez arbitraire. Les sources d'information ont été puisées dans 46 ouvrages contenant chacun plusieurs biographies. Le travail consistait à analyser ces dernières pour y découvrir tous les traits particuliers de chaque chercheur que l'on a groupés ensuite sous diverses rubriques. On a ainsi établi une liste de 46 caractéristiques. Les biographies ont alors été reprises et chaque trait observé, affecté du coefficient 2 s'il était appuyé, d'après le texte, par des faits concrets — fut placé sous la rubrique qui convenait le mieux. Une sorte de contrôle a consisté à faire lire la même biographie par deux personnes au moins et à comparer leurs observations en les amenant à les justifier. Dans chacun des domaines signalés ci-dessus, on a fait, en regard de chaque caractéristique, un relevé du nombre de fois où un trait a été vérifié ou non. On fait le total en tenant compte de la pondération. Chaque trait est ainsi affecté d'un certain nombre de points. Ces valeurs ont permis de classer les 46 traits par ordre d'importance.

D'après l'A., et compte tenu de l'arbitraire de cette étude dont la méthode, cependant, est fort intéressante, les treize premiers traits reportés sur une table ont été signalés par les auteurs des biographies pour plus de la moitié des 250 chercheurs et peuvent être considérés comme primordiaux pour tout travailleur de la recherche scientifique. J. P.

B. L. RIKER. **The Ability to judge Pitch.** (*L'aptitude à juger les sons.*) J. Ex. Ps., XXXVI, 1946, 4, pp. 331-346.

Cette étude se propose de déterminer :

1° La marge et les limites de l'aptitude à juger une série de notes de piano et de sons purs ;

2° Les facteurs déterminant la variabilité de la précision de ce jugement. M. L.

R. R. HOLT. **Level aspiration : ambition or defense ?** (*Niveau d'aspiration : ambition ou défense ?*) J. Ex. Ps., XXXVI, 1946, 5, pp. 398-416.

Étudiant la question au moyen de méthodes statistiques, l'A. essaie de

faire la part des deux théories en présence : hypothèse de stimulation, selon laquelle le niveau d'aspiration est une fonction simple de l'intensité de la motivation du sujet ; hypothèse de défense, selon laquelle le niveau d'aspiration fait partie de la conduite d'auto-défense du sujet. M. L.

L. J. DREW. **An Investigation into the Measurement of Technical Ability.** (*Une étude de la mesure des aptitudes techniques*). Occ. Psy., XXI, 1947, 1, pp. 34-48.

L'A. se demande s'il est possible de détecter les aptitudes techniques vers la onzième année. Celles-ci semblent inclure des aptitudes pratiques et l'appréhension abstraite de relations spatiales qui, elle, n'apparaît qu'assez tard. La batterie retenue mesure bien les facteurs G et F, facteurs les plus significatifs des aptitudes techniques, mais elle ne décèle le facteur K que vers 13 ou même 16 ans. Cette batterie est aussi en corrélation avec les succès en fin d'études techniques, mieux que les appréciations des maîtres. Bien que tous les facteurs ne soient pas arrivés à maturité, il est donc déjà possible de faire un pronostic en cette matière dès la onzième année. N. X.

A. G. SHAW. **Motion Study in Wartime.** (*L'étude du mouvement durant la période de guerre.*) Occ. Psy., XXI, 1947, 4, pp. 188-192.

L'A. rappelle d'abord brièvement qu'il ne faut pas confondre l'étude du mouvement avec l'étude du temps et indique ce qui différencie ces études en insistant sur le fait qu'elles ne s'opposent pas l'une à l'autre, mais au contraire, se complètent. Il propose ensuite une définition et un plan de travail pour l'étude du mouvement et montre comment, avec les nécessités imposées par la guerre ces idées ont trouvé une importante application dans les usines de production aéronautique. De 1942 à 1945, sur la demande du ministère de la Production, des cours d'entraînement ont eu lieu à la « Metropolitan-Vickers-Aircraft Factory » en vue de former des ingénieurs d'étude du mouvement. L'A. donne quelques précisions sur le programme, l'organisation et les résultats de ces cours et montre en terminant les leçons que l'on peut tirer de cette expérience. M. L.

PHYSIOLOGIE DU TRAVAIL

a) Généralités

G. LEHMANN, H. F. MICHAELIS. **Adrenalin und Arbeit. IV. Mitt. Adrenalin und Leistungsfähigkeit.** (*Adrénaline et travail. Comm. IV. Adrénaline et potentiel de travail.*) Arb. Ph., XII, 1943, pp. 305-312.

La mesure de l'adrénalinémie aux différentes heures de la journée permet d'obtenir une courbe présentant deux maxima (matin et après-midi) correspondant à une sensation subjective de bien-être, ainsi qu'à un potentiel de travail accru. B. A.

H. F. MICHAELIS. **Ueber die Wirkung einer warmen Mahlzeit auf die Leistungsfähigkeit von Frauen bei Nachtarbeit.** (*L'influence d'un repas chaud sur le rendement du travail de nuit des femmes.*) Arb. Physiol. ang. Ent., XII, 1942, 2, pp. 134-141.

Le café et le thé abaissent le rendement de 16 % (5 heures après leur absorption). Un repas chaud l'augmenterait de 10 %. B. A.

E. DUFFY et O. L. LACEY. **Adaptation in energy mobilization : changes in general level of palmar skin conductance.** (*Adaptation dans la mobilisation de l'énergie : changements du niveau général de conductibilité de la peau palmaire.*) J. Ex. Ps., XXXVI, 1946, 5, pp. 437-451.

Après avoir passé en revue un certain nombre de travaux sur la question, les A. étudient quelques-uns des problèmes envisagés par Davis avec une technique un peu différente et soumettent leurs données à un traitement statistique plus complet. L'intérêt principal de cette élaboration est de montrer que la diminution du niveau de conductibilité de série en série et de jour en jour au fur et à mesure de la réception des stimulations, est statistiquement significative. Ainsi la mobilisation de l'énergie telle qu'elle est indiquée par le niveau de conductibilité, suit un cours défini d'adaptation. Une importante bibliographie suit cet article. M. L.

T. BENZINGER, H. DÖRING. **Höhenanpassung für 8.000 m. erworben auf 2.000 m. ü. M.** (*Adaptation à l'altitude correspondant à 8.000 m., acquise à 2.000 m.*) Luftfahrtmed., VII, 1942, 2-9, pp. 141-143.

Un séjour à une altitude de 2.000 m. entraîne, par adaptation, une augmentation considérable de la résistance du système nerveux central à des conditions équivalentes à 8.000 m. La résistance respiratoire est inférieure à celle qui apparaît à 3.000 m. B. A.

T. BENZINGER. **Luftkrieg in grossen Höhen und physiologische Forschung.** (*La guerre aérienne aux grandes altitudes et la recherche physiologique.*) Luftwissen, X, 1943, pp. 105-110.

Physiologie du vol. Mal des montagnes et anoxie ; accélération de la respiration, son mécanisme ; circulation sanguine et influence de CO₂. Accoutumance. Altitude limite avec inhalateurs ; essais de Hornberger. Rapidité de variation de p ; essais en caisson de dépression, leçons à tirer du cas Döring. B. A.

b) Système musculaire et système nerveux

H. PIERON. **La terminologie visuelle.** Ann. Ps., XLI et XLII, 1940-41, pp. 248-251.

Définition des termes proposés par l'A. : lucivité, brillance (ou phame), luminosité, clarté, leucie, chroma, tonalité, saturation, chromie, chromo-leucie, et de certains de leurs composés avec les préfixes iso ou aniso d'une part, homo ou hétéro d'autre part. M. R.

A. GUTSCHE, H. G. HANNSCHILD, K. A. OLEARIUS, A. BASLER. **Beiträge zur Physiologie des Stehens.** (*Contribution à la physiologie de la station debout.*) Arb. physiol. ang. Ent., XII, 1942, 2, pp. 105-119.

Évaluation du travail au cours de la station debout et sous l'effet d'une charge, en rapport avec la durée de l'épreuve et la force musculaire maxima. Mesure de la tension artérielle et des variations du diamètre du membre inférieur en relation avec la station debout et la surcharge. B. A.

M. B. FISHER. **Note on subjects used in standardizing a railwalking test and the ataxiagraph.** (*Note sur les sujets ayant servi à la standardisation du « railwalking test » et de l'ataxiegraphe.*) J. Ex. Ps., XXXVI, 1946, 1, p. 93.

L'A. donne des renseignements complémentaires précis sur les sujets

ayant servi à la standardisation de deux tests d'équilibre dont il a été rendu compte dans un article du même journal (vol. XXXV, 1945, pp. 321-329).

M. L.

- C. W. TELFORD et A. STORLIE. **The relation of respiration and reflex winking rates to muscular tension during motor learning.** (*La relation de la respiration et du clignement réflexe des yeux avec la tension musculaire durant l'apprentissage moteur.*) J. Ex. Ps., XXXVI, 1946, 6, pp. 512-517.

On note le temps, les erreurs, la tension de la main active, la proportion de clignements réflexes et la respiration au cours d'un problème difficile d'apprentissage de dessin au miroir ; les résultats traités graphiquement et statistiquement suggèrent que la respiration peut varier avec une tension localisée dans la main, tandis que la proportion de clignements réflexes est en corrélation avec la tension générale du corps.

M. L.

- A. S. EDWARDS. **Body sway and vision.** (*Oscillations du corps et vision.*) J. Ex. Ps., XXXVI, 1946, 6, pp. 526-535.

Cette étude apporte des renseignements intéressants sur l'étendue des effets des facteurs visuels sur le balancement du corps humain. D'une façon générale, il apparaît qu'une gêne croissante de la vue est accompagnée d'un accroissement relatif des oscillations du corps humain.

M. L.

c) Métabolisme et respiration

- D. R. DRURY, A. N. WICK. **The effect of exercise on ketone body metabolism.** (*Action des exercices sur le métabolisme des corps cétoniques.*) Am. J. Ph., CXXXIII, 1941, Proc., p. 265.

Les corps cétoniques doivent être une source d'énergie pour l'activité musculaire, qui rend leur production par le foie plus abondante. Un sujet en état de cétonurie expérimentale élimine par l'urine plus de substances cétoniques couché que debout. L'élimination diminue si le sujet fait des exercices musculaires.

B. A.

- A. SZAKALL. **Arbeitsphysiologische Prüfung beim Mähen mit einer neuen Sense.** (*Etude physiologique du travail du faucheur employant une faux nouvelle.*) Arb. physiol. ang. Ent., XII, 1942, 1, pp. 1-14.

La faux de Thomka permet de faucher sans inclinaison du tronc en avant. Augmentation du rendement de 15 % et diminution concomitante de la dépense énergétique de 16 %.

B. A.

- H. KRAUT, H. BRAMSEL. **Der Calorienbedarf der Berufe ermittelt aus den Erhebungen von Wirtschaftsrechnungen im deutschen Reich vom Jahre 1927-28.** (*Le besoin calorique dans les différentes professions, tel qu'il ressort des statistiques du Reich pour l'année 1927-28.*) Arb. physiol. ang. Ent., XII, 1942, 3, pp. 197-221.

Le besoin calorique de chaque profession est exprimé ici par rapport au métabolisme et correspond en moyenne au 10/6 de ce dernier. Étude du maximum des calories disponibles par rapport à la dépense journalière.

B. A.

- J. E. BIRREN, M. B. FISHER, E. VOLLMER, et B. G. KING. **Effects of anoxia on performance at several simulated altitudes.** (*Effets de*

l'anoxémie sur les performances à diverses altitudes artificielles.) J. Ex. Ps., XXXVI, 1946, 1, pp. 35-49.

29 sujets sont portés à diverses altitudes dans des chambres à basse pression, afin de pouvoir évaluer et comparer leur efficacité dans ces diverses conditions. On leur fait passer une série de trois tests : la mesure du champ visuel au rouge, des oscillations du corps et « the critical flicker frequency » avant l'ascension, à diverses altitudes, immédiatement après l'ascension. Étudiant les résultats, l'A. montre la diminution des performances avec l'altitude sans que toutefois les degrés de ces diminutions soient en corrélation pour les divers tests.

M. L.

E. P. VOLLMER, B. G. KING, J. E. BIRREN, M. B. FISHER. **The effects of carbon monoxide on three types of performance, at simulated altitudes of 10.000 and 15.000 feet.** (*Les effets de l'oxyde de carbone sur trois types de performance à des altitudes artificielles de 3.000 et 4.500 mètres.*) J. Ex. Ps., XXXVI, 1946, 3, pp. 244-251.

Cette étude fait suite à celle parue dans ce même journal à propos des effets de l'anoxémie sur des performances à plusieurs altitudes simulées (vol. XXXVI, 1946, 1, pp. 35-49). Elle est conduite avec le même matériel et semble montrer qu'un accroissement de carboxyhémoglobine de 9 à 19 % n'influence pas d'une manière défavorable les résultats obtenus dans trois épreuves comportant un travail sans fatigue.

M. L.

H. BECKER-FREYSENG, H. LOESCHCKE, U. LUFT, E. OPITZ. **Höhenanpassung am Jungfrauoch. I.** (*Adaptation à l'altitude au Jungfrauoch. I.*) Luftfahrtmed., VII, 1942, 2-3, pp. 160-179.

Étude des variations du pH sanguin, du volume respiratoire, de la pression gazeuse alvéolaire, du pouvoir de rétention de CO₂ par le sang et son taux d'oxygénation au cours d'un séjour de 5 semaines à 3.500 m.; les sujets n'effectuent aucun effort physique.

B. A.

H. BECKER-FREYSENG, H. LOESCHCKE, U. LUFT, E. OPITZ. **Höhenanpassung am Jungfrauoch. II.** (*Adaptation à l'altitude au Jungfrauoch. II.*) Luftfahrtmed., VII, 1942, 2-3, pp. 180-204.

Mesure du volume respiratoire et des éléments intervenant dans l'équilibre acide-base de l'organisme, au cours des épreuves d'asphyxie supportées avant, pendant et après une période d'adaptation à une altitude de 3.500 m.

B. A.

U. LUFT, E. OPITZ. **Höhenanpassung am Jungfrauoch. III.** (*Adaptation à l'altitude au Jungfrauoch. III.*) Luftfahrtmed., VII, 1942, 2-3, pp. 205-217.

Un séjour de 6 semaines à 3.500 m. améliore la tolérance à l'altitude d'environ 800 m.; cette tolérance persiste 2 à 3 semaines après le retour à la plaine. Le temps de réserve, dans l'épreuve du caisson, se trouve considérablement amélioré, mais il existe des cas de comportement paradoxal; leur discussion.

B. A.

H. H. LOESCHCKE, U. LUFT, E. OPITZ. **Höhenanpassung am Jungfrauoch. IV.** (*Adaptation à l'altitude au Jungfrauoch. IV.*) Luftfahrtmed., VII, 1942, 2-3, pp. 218-227.

Étude de la ventilation pulmonaire en rapport avec le pH sanguin. L'hyperpnée des sujets adaptés ne disparaît pas par l'administration de O₂. L'acidose expérimentale par administration de chlorure d'ammonium

augmente la p. de O₂ alvéolaire, sans atteindre les valeurs obtenues par l'adaptation. Le rapport entre la p. de O₂ et le taux du bicarbonate sanguin n'explique pas l'hyperpnée des sujets adaptés. B. A.

W. HORNBERGER. **Die Druckfallkrankheit, ein medizinisches Problem des Höhenfluges.** (*La maladie de la décompression, problème médical du vol d'altitude.*) Luftwissen, IX, 1942, pp. 339-341.

La décompression, cause du mal des caissons et d'accidents en vols d'altitude ; ses effets sur les cavités de l'organisme et les gaz inclus. Théorie de Paul Bert ; dégagement d'azote des lipoides ; théorie de Haldane des p partielles. Expériences en chambre de décompression ; symptôme de douleurs articulaires ; différences avec le mal des hauteurs dû au manque d'O₂. Remède du retour à 7.000 m. Rôle préventif de la préréspiration d'O₂. Nécessité de la cabine étanche pour vols au-dessus de 12.000 m.

B. A.

EFFORT. FATIGUE

E. A. MULLER. **Der Pulsquotient als Mass der Muskelermüdung.** (*Utilisation du rapport entre la consommation d'oxygène et la fréquence des pulsations comme mesure de la fatigue musculaire.*) Arb. Ph., XII, 1943, pp. 320-331.

Si l'on établit au cours de différentes sortes de travail musculaire le quotient : nombre de pulsations / $25 \times \log O_2$ absorbé (en cm³) par min., on obtient des valeurs oscillant entre 1 et 2, et d'autant plus élevées que le travail est plus fatigant. Ce quotient permet de comparer facilement la fatigue et le rendement pour des travaux variés. B. A.

O. GRAF. **Zur Frage der Arbeit und Pausengestaltung bei Fliessarbeit V. Fliessarbeit und physiologische Leistungsbereitschaft.** (*L'agencement du travail et du repos dans le travail à la chaîne. V. Travail à la chaîne et conditions physiologiques du rendement.*) Arb. Ph., XII, 1943, 4, pp. 332-347.

Étude du phénomène de déplacement vers la droite du champ de préhension en tant qu'indice de fatigue. Variations physiologiques du rendement au cours de la journée. Intérêt que présentent les variations de la vitesse de la chaîne. B. A.

O. GRAF. **Zur Frage der Arbeit und Pausengestaltung bei Fliessarbeit. VI. Individuelle und generelle Belastung durch Fliessarbeit und die Frage der Tempoübersteigerung.** (*L'agencement du travail et du repos dans le travail à la chaîne. VI. Surcharge individuelle et générale par le travail à la chaîne et problème de l'excès de vitesse.*) Arb. Ph., XII, 1943, 4, pp. 348-376.

Influence d'un ralentissement et d'une accélération de 8,3 % de la vitesse de la chaîne sur le processus du travail. Influence insignifiante sur la durée des éléments rythmés du travail. Variations étendues de la « réserve de vitesse » chez les différents sujets. B. A.

E. A. MULLER. **Die Pulszahl als Kennzeichen für Stoffaustausch und Ermüdbarkeit des arbeitenden Muskels.** (*La fréquence du pouls en tant que mesure du métabolisme et de la fatigabilité du muscle au cours du travail.*) Arb. physiol., ang. Ent., XII, 1942, 1, pp. 92-104.

La diminution relative de la fréquence du pouls au cours de l'entraîne-

ment serait une conséquence de la vascularisation améliorée du muscle et de la meilleure utilisation de l'oxygène, et non d'une consommation accrue de ce corps. Évolution parallèle du vol.-min., qui diminuerait par l'entraînement.

B. A.

ICHERT. **Der Blutdruck bei Ermüdung und bei Infekten.** (*La pression sanguine au cours de la fatigue et des infections.*) Dtsch. Med. Woch., LXIX, 1943, pp. 7-10.

Étude des états de fatigue aigus ou chroniques, consécutifs ou non à des infections, par la technique d'examen de Schellong (emploi combiné du stéthoscope et du sphygmomanomètre, le sujet étant debout, puis couché, avant et après un effort physique). Signification de la courbe diastolique en S.

B. A.

A. C. HOFFMAN. **Eye-movements during prolonged reading.** (*Les mouvements de l'œil durant une lecture prolongée.*) J. Ex. Ps., XXXVI, 1946, 2, pp. 95-118.

L'A. fait lire, dans des conditions relativement normales, 30 sujets durant 4 heures. Pendant ce temps, des appareils électriques enregistrent les mouvements des yeux de chaque sujet. De cet enregistrement il tire 9 échantillons de 5' pris toutes les demi-heures en commençant par les 5 premières minutes. De chaque échantillon il retient 7 mesures : le nombre de clignements d'yeux, le nombre de fixations pour tout l'échantillon et par ligne, etc. L'A. soumet ces mesures à une élaboration statistique et indique ensuite les résultats principaux qui s'en dégagent. Il termine par une discussion du problème posé par la fatigue des yeux, en relation avec les résultats de son épreuve.

M. L.

BIOMÉTRIE HUMAINE

V. PIACENTINI. **Ricerche sulla fisiologia dell' esercizio muscolare delle donna. Il metabolismo respiratorio durante la marcia su terreno piano ed inclinato.** (*Etude physiologique de l'exercice musculaire chez la femme. Le métabolisme respiratoire pendant la marche sur le terrain plat ou incliné.*) Arb. Ph., XII, 1943, 4, pp. 287-297.

Dépense calorique calculée en fonction de la vitesse et de l'inclinaison du terrain. Vitesse optima en fonction de l'inclinaison. Rapport entre la dépense calorique et la ventilation pulmonaire. Comparaison avec les mêmes données chez l'Homme.

B. A.

V. PIACENTINI, A. BOLETTINO. **Il metabolismo respiratorio dei bambini durante l'esercizio muscolare.** (*Le métabolisme respiratoire des enfants au cours de l'exercice musculaire.*) Arb. physiol. ang. Ent., XII, 1942, 3, pp. 272-286.

Étude de la dépense énergétique chez trois enfants âgés de 7 à 9 ans au cours de la marche et de la course sur terrain plat, ou incliné à — 20 % et à + 30 %. Comparaison avec les données obtenues chez l'adulte. Étude de la ventilation pulmonaire en fonction de la dépense calorique et de la vitesse.

B. A.

R. BIZE. **Etude de quelques normes anthropométriques et biométriques comparativement entre Européens et Nord-Africains et suivant l'âge, le sexe et la profession.** Ar. mal. prof., VII, 1946, 6, pp. 465-474.

L'A. étudie les différences entre les normes anthropométriques du travail-

leur nord-africain et du travailleur européen, de l'homme et de la femme, de l'ouvrier et de l'employé, de l'ouvrière et de l'employée, afin de pouvoir, lors des examens anthropométriques d'embauche, interpréter ces normes avec le maximum de sécurité et leur faire subir, le cas échéant, les correctifs nécessaires. Dans ce but, il a examiné, d'une part 700 ouvriers dont les âges s'échelonnaient de 20 à 50 ans ; d'autre part, 200 ouvriers et 200 employés de tous âges, 200 ouvrières et 200 employées de tous âges également, et enfin 200 Nord-Africains.

L'étude comparative suivant l'âge montre une augmentation progressive avec l'âge du poids, du périmètre thoracique et du périmètre du bras, le biceps étant contracté ; la force, appréciée par l'épreuve de résistance aux poids, présente son maximum entre 25 et 40 ans. Les autres études comparatives de l'A. permettent les conclusions suivantes : l'employé se montre plus grand, moins développé au point de vue poitrine, plus gros et moins fort que l'ouvrier ; l'employée apparaît plus grande, moins développée de tour de poitrine, plus maigre et moins forte que l'ouvrière ; l'homme est nettement plus grand, plus développé de tour de poitrine, plus lourd, plus musclé et plus fort que la femme ; le Nord-Africain apparaît un peu moins grand, un peu moins large de tour de poitrine, nettement moins lourd, plus musclé et plus fort que l'Européen. O. M.

G. LACRONIQUE. **Hygiène scolaire et biotypologie.** Ar. med. soc., III, 1947, 1, pp. 42-57, et III, 1947, 2, pp. 88-108.

Ayant eu à examiner 1.200 enfants des écoles de tous âges et des deux sexes, particulièrement des jeunes gens de 14 à 18 ans, l'A. a utilisé un examen biotypologique qui comporte en premier lieu la prise de 8 mesures biométriques capitales : taille, poids, périmètre thoracique, périmètre pelvien, hauteur du thorax, hauteur de l'abdomen, longueur des membres inférieurs, circonférence de la cuisse. De ces mesures (dont dérivent par calcul la hauteur du buste, la hauteur du tronc et le périmètre moyen du tronc) peuvent être déduits quatre caractères morphologiques :

a) Le caractère « ligne ou forme du tronc » qu'expriment le rapport

$$\frac{\text{Hauteur du buste}}{\text{Périmètre moyen du tronc}} \text{ et le rapport } \frac{\text{Hauteur du tronc}}{\text{Périmètre moyen du tronc} \times \frac{2}{3}}$$

b) L'indice skélique qu'exprime le rapport

$$\frac{\text{Hauteur du buste}}{\text{Hauteur des membres inférieurs}} ;$$

c) Le rapport $\frac{\text{Hauteur du segment Tête-Cou}}{\text{Hauteur du tronc}} ;$

d) Les rapports $\frac{\text{Hauteur abdomen}}{\text{Hauteur thorax}}$ et $\frac{\text{Périmètre pelvien}}{\text{Périmètre thoracique}}$

qui permettent de reconnaître les sujets à prédominance abdominale ou thoracique. G. L. a établi les courbes de fréquence des 8 mesures biométriques fondamentales pour 400 jeunes gens âgés de 15 ans et demi à 17 ans. Il a calculé les écarts-étalons et a établi la fiche type qui permet de tracer le profil graphique de chaque individu dans un temps minimum.

Les temps suivants de l'examen biotypologique comprennent : l'examen du visage et de la tête ; l'examen général qui se divise en morphologie clinique et examen des principaux appareils ; les examens de spécialistes (stomatologiste, oto-rhino-laryngologiste).

Pour apprécier l'état de nutrition général du sujet, l'A. propose l'indice de nutrition suivant : $(\text{Hauteur du tronc} + \frac{2}{3} \text{ Périmètre moyen}) - (\text{Circ. cuisse} + \text{Poids})$. Cet indice varie de + 30 à - 30, la moyenne étant de + 13 à 13 ans, de 0 à 16 ans, de - 6 à 18 ans.

L'A. classe les adolescents au moyen des catégories suivantes :

- a) type plat moyen : macro ou microskèle,
brévi ou longiligne,
respiratoire, digestif, musculaire ou cérébral ;
- b) type asthénique, I, II ou III ;
- c) type athlétique ;
- d) type rond.

P. M.

M. MASSLER. **Calculation of normal weight.** (*Calcul du poids normal.*) Child Dev., XVI, 1945, 1-2, pp. 111-118.

Après avoir montré l'inconvénient des formules actuelles, l'A. rappelle le fait que l'homme est un « objet » à trois dimensions et arrive ainsi à élaborer une formule donnant le poids normal d'un sujet à partir de son périmètre thoracique et de sa taille. Suit une table permettant de trouver directement le poids normal d'un sujet à partir de ces deux mesures.

M. L.

H. V. MEREDITH. **Physical growth from birth to two years : II. Head circumference. Part I. A review and synthesis of north american research on groups of infants.** (*Développement physique de l'enfant de la naissance à deux ans : II. Périmètre de la tête. Partie I. Revue et synthèse des recherches nord-américaines sur des groupes d'enfants.*) Child Dev., XVII, 1946, 1-2, pp. 1-61.

C'est la première partie d'une étude sur le périmètre de la tête durant les deux premières années de la vie postnatale de l'enfant. Elle présente une revue et une synthèse des travaux nord-américains portant sur des groupes d'enfants. Les résultats proviennent de 35 investigations dont 29 ont déjà été publiées (de 1853 à 1945) et sont groupés suivant les renseignements qu'ils fournissent sur les relations existant entre le tour de tête et l'âge, le sexe, la lignée, la situation socio-économique, le régime alimentaire, la précocité, la maladie, les naissances difficiles et l'ordre des naissances. Cette étude, très substantielle, est suivie d'une importante bibliographie concernant la question.

M. L.

E. L. REYNOLDS. **Sexual maturation and the growth of fat, muscle and bone in girls.** (*Maturation sexuelle et développement de la graisse, des os et des muscles chez les filles.*) Child Dev., XVII, 1946, 3, pp. 121-144.

L'A. aborde le problème en étudiant la relation qui existe entre un aspect de la maturation sexuelle (le développement de la poitrine) et le développement respectif de la graisse, des muscles et des os dans une partie bien déterminée du corps, la jambe. Il y a inclus également des observations sur des garçons dont le développement pilaire de la région pubienne a servi de critère de maturation sexuelle. L'étude a porté en tout sur 48 filles et 30 garçons dont on a fait respectivement deux groupes : les sujets précoces et les sujets en retard quant à la maturation sexuelle. L'A. arrive à un certain nombre de conclusions intéressantes, montrant notamment la relation directe entre la précocité et le développement du poids, de la taille, des os, des muscles et de la graisse.

M. L.

APPRENTISSAGE ET ÉDUCABILITÉ

O. GRAF. **Zur Frage der Arbeits- und Pausengestaltung bei Fliessarbeit.**

(*Le problème de la durée relative du travail et des pauses, au cours du travail à la chaîne.*) Arb. physiol. ang. Ent., XII, 1942, 1, pp. 19-30.

Étude sur le temps de l'adaptation dans une épreuve modèle (perforations) et sur l'acquisition de l'automatisme sensitivo-moteur ; variations individuelles. B. A.

M. D. VERNON. **Learning from graphical material.** (*L'apprentissage au moyen de graphiques.*) Br. J. Ps., XXXVI, 1946, 3, pp. 145-158.

Une enquête a été faite auprès de 231 adultes afin de déterminer leur aptitude à comprendre certains problèmes sociaux au moyen de graphiques. Il y avait trois catégories de sujets : 52 étudiants de l'enseignement secondaire, 89 hommes de la R. A. F. de formation technique très poussée, mais de culture générale variable, et 90 soldats de valeur intellectuelle moindre. Au moyen de graphiques linéaires, on leur a présenté une série de statistiques relatives à la population (naissances et mortalité) et une série d'autres relatives à l'effort de guerre, puis on leur a demandé, après observation, de les expliquer oralement ou de mettre par écrit leurs constatations. Ensuite, et toujours sur le même objet, on leur a montré des figures dessinées à propos desquelles ils devaient, après observation répondre à une série de questions. Les conclusions les plus intéressantes sont les suivantes :

1) Quand il manque de formation préalable, le sujet a tendance à s'arrêter à l'aspect extérieur des données graphiques plutôt qu'à la compréhension des rapports qu'elles ont entre elles. D'autre part, il n'est pas du tout prouvé que le type visuel interprète plus facilement les données graphiques que le type auditif ;

2) Lorsqu'il est question de l'explication des quantités absolues, les résultats sont de beaucoup inférieurs à ceux que donne l'explication des relations entre les différentes données ;

3) Une grande difficulté d'interprétation provient du fait que des réalités non spatiales sont représentées dans l'espace sous forme de données que l'on peut mesurer ;

4) Une confusion dans la compréhension des données graphiques entraîne évidemment une confusion dans l'énoncé des réponses ;

5) Les sujets de l'expérience passent difficilement des données particulières suggérées par les graphiques à des arguments d'ordre général ;

6) Il y a une relation intime entre, d'une part, la connaissance d'un problème et des statistiques qui le représentent, et, d'autre part, entre les idées et les principes qui sont à la base de ce problème. Les difficultés d'interprétation d'un graphique proviennent donc d'un manque de formation générale. Elles proviennent aussi des idées fausses et des préjugés.

Cette enquête montre bien qu'on doit en rabattre quant à l'efficacité du graphique conçu comme instrument didactique. De la part du sujet, il faut un minimum de formation générale et une initiation préalable. Il serait intéressant d'étudier ce problème dans le cadre de l'école, mais, cette fois, d'une façon expérimentale. R.-F. P.

C. E. OSGOOD. **Meaningful similarity and interference in learning.** (*Similitude et interférence significatives dans l'apprentissage.*) J. Ex. Ps., XXXVI, 1946, 4, pp. 277-301.

L'A. rappelle d'abord la contradiction qui existe entre d'une part, les

résultats de Skaggs-Robinson, selon lesquels l'interférence rétroactive décroît lorsque la similarité augmente, et, d'autre part, les travaux de Mac Geogh qui semblent montrer que cette interférence est directement fonction de la similarité. Il se propose ensuite de fournir une résolution de ce paradoxe en démontrant que cette rétroaction peut être une fonction croissante ou décroissante de la similarité suivant le mode d'apprentissage employé.

M. L.

M. R. DENNY. **The role of secondary reinforcement in a partial reinforcement learning situation.** (*Le rôle du renforcement secondaire dans une situation d'apprentissage à renforcement partiel.*) J. Ex. Ps., XXXVI, 1946, 5, pp. 373-389.

Si les psychologues admettent généralement que la probabilité d'une réponse dans une situation est fonction, parmi d'autres variables, du nombre n d'occasions dans lesquelles la réponse a été associée dans le passé, à cette situation, les théoriciens de l'apprentissage ne sont pas d'accord sur la spécification de cette variable. Les uns font intervenir le principe du renforcement ou de l'effet, un des plus importants selon eux de l'apprentissage ; les autres adoptent une attitude opposée et pensent que la condition suffisante de l'apprentissage est que la réponse soit en contiguïté avec la situation. L'étude présente essaie de comparer l'apprentissage avec le renforcement partiel et total dans des conditions différentes de renforcement secondaire afin de mettre en relief l'importance de ce dernier.

M. L.

C. B. FRISBY. **Field research in flying training.** (*Recherches sur piste concernant l'entraînement au vol.*) Occ. Psy., XXI, 1947, 1, pp. 24-33.

L'A. présente des études poursuivies au cours de la guerre dans des écoles de pilotage ; il s'agissait de déterminer la valeur de certains procédés d'entraînement, substitués aux méthodes normales d'instruction à différents stades de la formation. F. relate les difficultés qui vinrent compliquer la tâche ; tout d'abord il fut extrêmement difficile d'établir des critères valables de la réussite à l'entraînement, toutes les épreuves, même les plus objectives, ayant une fidélité assez faible ; puis de trop nombreux facteurs influencent la rapidité de la formation : aptitude des sujets, conditions atmosphériques, valeur des instructeurs, qualités des avions. Tous ces facteurs ne peuvent guère être rendus constants. Des expériences faites avec un appareil d'entraînement à l'atterrissage, utilisé au sol, sont décrites en détail ; le groupe soumis à cet entraînement spécial obtint des résultats légèrement supérieurs à ceux du groupe témoin en fin d'instruction, ce qui permit de retenir l'appareil étudié.

N. X.

ÉCOLE ET TRAVAIL SCOLAIRE

M. SCHACHTER et S. COTTE. **Le niveau mental des enfants et la profession de leurs parents.** Ar. méd. soc., III, 1947, 3, pp. 165-170.

M. S. et Mlle S. C. ont étudié la corrélation existant entre l'intelligence des enfants et la profession des parents, se basant sur l'interprétation statistique de 1.589 dossiers concernant des enfants (garçons et filles) entre 7 et 18 ans, tous examinés au Binet-Simon. Les parents ont été classés selon 7 groupes professionnels : professions libérales ; employés ; commerçants ; ouvriers qualifiés ; agriculteurs ; ouvriers non qualifiés ; métiers dits « de la rue ». Quatre tableaux statistiques successifs mettent en évidence

le rôle net joué par la profession parentale. Les proportions d'enfants bien doués psychiquement et de débiles se classent suivant l'ordre indiqué ci-dessus pour les professions parentales. Cependant, les enfants d'ouvriers qualifiés, d'agriculteurs et d'ouvriers non qualifiés sont à peu près comparables, tandis que ceux de la dernière catégorie sont d'un niveau nettement inférieur. A la suite de ces observations, les A. concluent que c'est du relèvement du standing social que dépend, en grande partie, l'amélioration du niveau intellectuel.

O. M.

W. S. GUILER. Difficulties encountered by college freshmen in decimals.

(*Difficultés rencontrées dans les calculs sur les nombres décimaux par des étudiants entrant au collège.*) J. Ed. Res., XL, 1946, 1, pp. 1-13.

Difficulties encountered in percentage by college freshmen. (*Difficultés rencontrées dans les calculs de pourcentage par les étudiants arrivant au collège.*) J. Ed. Res., XL, 1946, 2, pp. 81-95.

L'A. étudie les 925 résultats d'un test de calcul arithmétique (the Analytical Survey Test in Computational Arithmetic) donné trois années de suite à de jeunes étudiants entrant dans un collège de Miami. Il indique les nombreuses difficultés présentées par les calculs comportant l'emploi de décimales. Il conclut en affirmant qu'il serait bon d'instituer un programme systématique permettant aux étudiants handicapés de surmonter leurs difficultés. Ce programme répondrait naturellement aux besoins individuels.

M. L.

W. E. ANDERSON. An attempt through the use of experimental techniques to determine the effect of home assignments upon scholastic success.

(*Un essai afin de déterminer, au moyen de la méthode expérimentale, l'effet des devoirs exécutés à la maison sur le succès scolaire.*) J. Ed. Res., XL, 1946, 2, pp. 141-143.

Étudiant la question sur deux groupes de 29 sujets chacun, l'A. montre que les études faites à la maison aident aux progrès scolaires, et qu'à niveau intellectuel égal, les élèves qui ne travaillent pas chez eux ne réussissent pas aussi bien à l'école que les autres enfants.

M. L.

F. J. GAUDET et A. H. MARTIN. Some factors contributing to the relative success of day and evening law school students. (*Quelques facteurs contribuant au succès relatif des étudiants en droit aux cours du jour et aux cours du soir.*) J. Ed. Res., XL, 1946, 3, pp. 187-195.

Le développement des cours du soir a porté l'attention sur le niveau relatif atteint par les étudiants aux cours du soir et aux cours du jour. Les A. examinent la question en comparant les résultats obtenus par des étudiants en Droit.

M. L.

H. G. MORGAN. Social relationships of children in a war-boom community. (*Relations sociales d'enfants dans un groupe constitué tout à coup pendant la guerre.*) J. Ed. Res., XL, 1946, 4, pp. 271-286.

Cherchant à décrire les facteurs qui influencent les relations sociales entre enfants, l'auteur étudie la question dans une communauté en formation à la faveur de la guerre, qui provoqua l'afflux de populations dans certaines régions industrielles. Il montre notamment : 1° que lorsque les enfants vont en classe ensemble, ils gagnent leur réputation et leur position

sociale presque immédiatement ; 2° que les facteurs spécifiques établissant les divers niveaux sociaux chez les adultes influencent aussi la hiérarchie sociale qui existe dans les groupes d'enfants. Les deux facteurs les plus importants sont le niveau des revenus du père et le niveau scolaire de l'enfant.

M. L.

O. C. IRWIN et H. P. CHEN. **Development of Speech during Infancy : Curve of Phonomic Types.** (*Développement du langage durant l'enfance : courbe de types de phonèmes.*) J. Ex. Ps., XXXVI, 1946, 5, pp. 431-436.

On a noté au moyen de l'alphabet phonétique international, les sons émis spontanément par 95 enfants de 0 à 30 mois. Cet article rend compte des nombres moyens de sons émis, et présente sous cet aspect le développement du langage de l'enfant. L'A. déduit de ces données une équation et présente une courbe se rapprochant d'un arc parabolique. Il déduit également une seconde courbe à partir des résultats des enfants suivis de plus près, ainsi qu'une troisième pour les filles et une autre pour les garçons, sans toutefois aboutir à des conclusions totalement significatives du point de vue statistique.

M. L.

M. E. ALBERS et M. V. SEAGOE. **Enrichment for superior students in algebra classes.** (*Enrichissement pour les étudiants supérieurs dans les classes d'algèbre.*) J. Ed. Res., XL, 1947, 7, pp. 481-495.

Les A. ont expérimenté une méthode d'enseignement de l'algèbre sur 32 élèves des classes supérieures dont 17 garçons et 15 filles. Un groupe de contrôle du même âge, égal en nombre et en composition au précédent et d'un niveau comparable (le Q. I. du groupe expérimental étant de 116,28 et celui du groupe contrôle de 117,66), a été soumis à l'enseignement classique de l'algèbre. Les étudiants du groupe expérimental disposèrent d'un certain temps en dehors des cours pour compléter la matière de ceux-ci et pour enrichir individuellement leur culture dans le domaine de l'algèbre. Les résultats, d'un indéniable intérêt pédagogique, montrent, entre autres, que le coefficient d'accroissement d'intérêt pour les sciences mathématiques est de .68 pour le groupe contrôle et de 3.72 pour le groupe expérimental. Grâce à cette méthode, la durée des cours d'algèbre dans les classes supérieures pourrait être réduite de 15 % sans porter préjudice à l'enseignement du programme, au contraire, en stimulant l'intérêt des élèves et en allégeant la tâche des professeurs.

J. P.

L. J. BRUECKNER. **The development and validation of an arithmetic readiness test.** (*Le développement et la validation d'un test de rapidité arithmétique.*) J. Ed. Res., XL, 1947, 7, pp. 496-502.

L'A. expose toutes les étapes qui l'ont conduit à l'établissement d'un test de rapidité dans le calcul arithmétique. Ce test a été appliqué à 1.134 élèves de 1^{re} année dans 28 écoles de Duluth (Minnesota), en octobre 1945. Le test présente une validité de .92 et une corrélation de .71 avec les tests d'intelligence.

En mai-juin 1946, les élèves de 1^{re} et 2^e années d'une école du Minnesota, qui avaient subi en septembre 1945 le test de rapidité arithmétique, ont été soumis à un « test d'achèvement ». Pour les élèves de 1^{re} année on a trouvé entre les deux tests une corrélation de $.73 \pm .065$ et de $.87 \pm .320$ pour les élèves de 2^e année. Ces coefficients assez élevés semblent prouver la valeur prédictive du test de rapidité.

J. P.

- B. E. BLANCHARD. **Social acceptance studies of pupils in public schools.** (*Etudes d'acceptation sociale des élèves dans les écoles publiques.*) J. Ed. Res., XL, 1947, 7, pp. 503-512.

L'A. convaincu de l'intérêt qu'il y aurait à établir des relations entre la jeunesse des écoles publiques, passe en revue quelques ouvrages étudiant la structure sociale des classes scolaires. Mais il trouve que la majorité de ces études est consacrée au niveau élémentaire des écoles. Cependant on y voit l'influence prépondérante pour la détermination de différents facteurs du choix de leurs compagnons par les enfants. En général, ces études, d'après l'A., intéressent surtout l'instituteur et le directeur en leur permettant de remarquer certains individus qui peuvent avoir besoin d'aide, d'orientation ou de réadaptation. J. P.

- J. DE. V. HEESE. **The handwriting performance of south african pupils.** (*Les progrès réalisés en écriture par les élèves sud-africains.*) J. Ed. Res., XL, 1947, 7, pp. 522-527.

Trois études d'écriture. La première compare en « qualité », d'après une certaine échelle, et en « rapidité », d'après le nombre de lettres écrites à la seconde, l'écriture des garçons et celle des filles. Ces dernières se révèlent nettement supérieures. La deuxième étude compare les écritures des élèves de langue anglaise et ceux de langue africaine. Les premiers affirment une nette supériorité. Enfin on soumet à une épreuve semblable des élèves africains d'une école supérieure, atteints de gaucherie. En combinant qualité et rapidité selon une certaine formule (performance d'écriture = qualité \times rapidité) on constate que les gauchers ne sont ni meilleurs ni pires que les élèves du même niveau qui écrivent normalement de la main droite. J. P.

- A. S. LUCHINS et E. H. LUCHINS. **A structural approach to the teaching of the concept of area in intuitive geometry.** (*Une méthode structurale pour l'enseignement de la notion de surface dans la géométrie intuitive.*) J. Ed. Res., XL, 1947, 7, pp. 528-533.

S'inspirant de la *Gestalt Psychology* de Wertheimer dont ils sont deux des collaborateurs, les A. présentent dans cet attrayant exposé une méthode intuitive pour donner aux élèves de classes d'école primaire un procédé permettant de trouver la surface de différentes figures géométriques. Ils l'ont appliquée, en graduant les difficultés aux 36 élèves d'une classe de 6^e B et à 9 petites filles âgées de 5 à 9 ans, dans une école publique élémentaire de New-York City. Puis ils ont utilisé la même méthode avec 32 étudiants de la classe supérieure de géométrie d'une école supérieure de la même ville, et avec des étudiants en mathématiques d'un collège. Employée conjointement avec la géométrie déductive classique, mais sans s'y substituer, cette méthode intuitive paraît supporter une clarté nouvelle et une meilleure rétention dans ce domaine où régnaient jusqu'alors les formules abstraites, souvent vides de sens pour les élèves. J. P.

- J. T. JOHNSON. **Decimal usage in the occupational world.** (*L'usage décimal dans le monde.*) J. Ed. Res., XL, 1947, 7, pp. 534-538.

Dans cet article qui intéresse surtout les pédagogues anglais, l'A. montre par des exemples choisis dans la pratique quotidienne, que l'enseignement classique, tel qu'il est pratiqué dans les écoles anglaises, est trop complexe

pour être compris par les élèves et ne répond pas aux besoins de leur vie d'adulte. Il compare au système anglais le système décimal. Le maintien du premier ne serait dû qu'à la routine.

J. P.

ORIENTATION ET SÉLECTION PROFESSIONNELLES

A. GEMELLI. **L'orientamento professionale dei giovani nelle scuole.** (*L'orientation professionnelle des jeunes gens dans les écoles.*) Milano, Ed. « Vita E Pensiero », 1947, 185 pages.

L'A. commence par souligner quelques notions qui lui semblent fondamentales : intérêt social de l'O. P., nécessité de distinguer l'Orientation Professionnelle de l'Orientation scolaire (l'Orientation Professionnelle plus spécifique que l'Orientation scolaire lui fait suite) ; rôle de la famille. Il condamne les conceptions qui ramènent l'Orientation Professionnelle à une sélection à l'entrée des écoles professionnelles : on oriente vers un mode de vie plutôt que vers un métier. L'aspect médical du problème d'orientation est très important. Le psychologue devra prendre quelques précautions pour introduire ses techniques à l'école. Quant à l'éducateur, il a de précieuses occasions d'observer ses élèves, qu'il saura mettre à profit, surtout s'il a reçu une formation psychologique. G. examine ensuite longuement le problème des aptitudes, et conclut à l'utilité des profils psychologiques. Mais il est difficile de disposer de bonnes analyses de métiers. L'analyse factorielle ne lui paraît pas adaptée à des travaux devant se dérouler dans le cadre de l'école. Il en arrive à la détermination des intérêts, des inclinations, des préférences, qui, d'après lui, doivent être placés au centre du problème de l'O. P. Il examine également des méthodes proprement scolaires d'appréciation d'un élève en vue de son orientation (examen, activité scolaire, entretien). Il pense qu'une continuité doit s'établir entre l'école et le métier. Intéressante note bibliographique.

M. R.

J. DOUEL. **L'auxiliaire de la vocation musicale.** Ar. mal. prof., VIII, 1947, 1, pp. 17-21.

L'A. montre la nécessité d'un filtrage à l'entrée des établissements d'enseignement musical, de manière à ne retenir que les sujets possédant au moins ce qu'on a la coutume de nommer des « dispositions ». Dans ce but, il a conçu une fiche pédagogique musicale dont la destination est l'établissement du profil pédagogique de l'élève musicien, en tenant compte de tous les éléments sociaux, psychologiques, physiologiques et tendanciels du sujet. Cette fiche comprend quatre grands chapitres distincts : renseignements psychologiques généraux, sensibilité musicale particulière, renseignements physiques particuliers, technique musicale. Mise en application à partir de 1946 au Conservatoire National de Musique de Saint-Étienne, cette fiche a permis le dépistage rationnel de dons embryonnaires, et d'inaptitudes évidentes. Les résultats pratiques sont les suivants : en octobre 1945, 250 candidats acceptés ; de novembre à décembre 1945, 5 à 6 démissions par jour. La sélection approximative se fait dans le courant du deuxième trimestre. En octobre 1946, sur 199 candidats, 80 élèves seulement ont été retenus ; d'octobre à décembre 1946, aucune démission ; d'où enseignement dans de bien meilleures conditions.

O. M.

R. DONNAY. **Les humanités techniques et l'orientation professionnelle.** Cah. Pédag. Univ. Liège, VII, 1947, 1, pp. 22-23.

La province de Liège vient de créer les « humanités techniques », forme

d'enseignement secondaire préparant directement aux carrières de l'industrie. Dès lors se pose un problème d'orientation et de sélection. Que faudrait-il exiger des élèves de ces « humanités techniques » ? Une étude personnelle du problème a permis à l'A. de le résoudre comme suit. L'orientation professionnelle pourra conseiller les « humanités techniques » à tout sujet bien doué intellectuellement et présentant pour le travail manuel des dispositions moyennes. Pour ceux qui feront preuve d'aptitudes manuelles seulement, il existera toujours un enseignement professionnel comportant peu de cours théoriques.

R. P.

- J. B. PARRY. **The selection and classification of R. A. F. Air Crew.** (*La sélection et la classification du personnel navigant de la R. A. F.*) Occ. Psy., XXI, 1947, 4, pp. 158-169.

L'A. décrit comment l'emploi des procédés psychologiques dans la sélection du personnel navigant de la R. A. F. s'est développé depuis 1939. En 1939 cette sélection se faisait d'après un entretien non standardisé. Dès 1940 on introduisait l'emploi des tests pour arriver en 1944 à un programme d'examen, durant deux jours, de tests d'aptitudes. En 1945, on a tenté de standardiser la technique de l'entretien. Aujourd'hui, l'entretien standardisé et l'examen de tests ne sont plus menés séparément et on s'efforce de trouver la meilleure façon pour combiner les résultats de ces deux procédés d'examen. On peut regretter que l'article soit sommaire et ne nous fasse connaître que les lignes générales de la méthode.

M. L.

- J. M. FRASER. **New-Type selection boards in industry.** (*Nouveau type de comité de sélection dans l'industrie.*) Occ. Psy., XXI, 1947, 4, pp. 170-178.

L'A. avait rendu compte dans ce même journal (vol. XX, 1946, 2) de méthodes employées maintenant par le National Institute of Industrial Psychology (N. I. I. P.) pour la sélection de la maîtrise de firmes industrielles. Il fait ici un exposé détaillé du développement de ces méthodes. Après avoir montré les difficultés rencontrées par ces nouveaux procédés, il en expose les différentes phases. La première concerne le psychologue et vise à donner de chaque candidat une évaluation aussi complète que possible à partir notamment de tests psychologiques appropriés et d'un entretien d'une durée de trente minutes. La deuxième phase constitue une véritable innovation. Y intervient non seulement le psychologue, mais également les autres membres du Comité de sélection parmi lesquels doit se trouver le chef du candidat à admettre. Candidats et membres du Comité se rencontrent d'abord à un repas sans cérémonie. Après le repas ils se réunissent dans une pièce appropriée : les membres du Comité s'assoient dans les coins et suivent la discussion des candidats sur un sujet introduit par le psychologue. Après la discussion les candidats peuvent poser des questions sur les conditions du service. Le lendemain matin on expose dans les mêmes conditions que la veille un problème à résoudre qui pourrait se poser à propos du travail de l'usine. Lorsqu'il est résolu on demande aux candidats de donner leur avis sur les procédés employés. A la troisième phase prennent part tous les membres du Comité de sélection. Il s'agit de prendre une décision en réalisant la synthèse des résultats obtenus par le psychologue d'une part, et les autres membres du Comité d'autre part. On y parvient au cours de deux conférences, l'une tenue après la discussion entre les candidats, l'autre après la résolution du problème. L'A. conclut en exprimant sa conviction que ces procédés doivent donner de bons résultats.

M. L.

- F. M. EARLE. **The significance of ability differences at eleven-plus.** (*La signification des différences d'aptitude dès l'âge de onze ans.*) Occ. Psy., XXI, 1947, 4, pp. 193-202.

Article intéressant où l'A. s'attaque au problème tant discuté : « Est-il possible de classer les enfants par degré ou par type d'aptitude dès l'âge de onze ans ? » Cette question est particulièrement importante pour l'orientation scolaire. L'enquête sommaire, menée d'un point de vue purement psychologique à l'aide des tests d'aptitude de Duplex, publiés par Harrap, donne des résultats assez encourageants pour justifier une investigation systématique sur une plus vaste échelle. L'A. pense que c'est beaucoup plus par une étude attentive des processus mentaux employés par les enfants dans les travaux scolaires que par une analyse statistique de batteries importantes de tests que l'on trouvera une solution au problème de la classification des sujets dès l'âge de onze ans.

M. L.

- A. RODGER. **Selection for Management.** (*Sélection de la maîtrise.*) Occ. Psy., XXI, 1947, 4, pp. 203-206.

On trouvera dans ce court article quelques conseils pratiques destinés aux petites firmes industrielles aux prises avec le problème de la sélection de la maîtrise.

M. L.

HYGIÈNE DU TRAVAIL

- D. PARVIS. **Sul contenuto batterico dell'aria negli ambienti condizionati.** (*Teneur de l'air en bactéries dans les milieux conditionnés.*) Ann. Igiene, LI, 1941, 7, pp. 457-465.

Recherches entreprises afin de contrôler le fonctionnement d'une cabine à air conditionnée pour les travaux bactériologiques en atmosphère stérile : l'air ne devient réellement stérile qu'après avoir été renouvelé plusieurs fois. Application aux questions d'hygiène générale.

B. A.

- P. AMBROSIONI. **Penne e lapis nella diffusione delle malattie infettive scolastiche.** (*Plumes et crayons dans la diffusion des maladies infectieuses scolaires.*) Ann. Igiene, LII, 1942, pp. 452-458.

Importance, pour la diffusion des maladies infectieuses, des objets que les écoliers portent à leur bouche. L'auteur propose de revêtir l'extrémité de ces objets de métaux oligodynamiques.

B. A.

- L. SCHWARZ. **Beobachtungen an Gefolgschaftsmitgliedern einer Braunsteinmühle.** (*Observations effectuées sur une série de travailleurs d'une usine de manganèse.*) Ar. f. Hyg., CXXIX, 1943, pp. 265-276.

Depuis 1936, le personnel d'une usine est soumis deux fois par an à une visite médicale. Compte rendu des observations concernant les variations de poids, la pression artérielle, l'état du cœur, du sang, des poumons.

B. A.

- La Journée Continue — Séances médico-sociales de la Société de Médecine du Travail de Lyon du 18 mai 1945, 16 novembre 1945, 15 février 1946.** Ar. mal. prof., VII, 1946, 4, pp. 255-279.

Les différents problèmes que soulève l'application de la journée continue sont étudiés devant la Société de Médecine du Travail de Lyon, par H. Her-

mann, V. Dhers, Mme Grivois, M. Bacri et M. Mouchnino qui exposent tour à tour les points de vue du physiologiste, du médecin du travail, de l'assistante sociale et de l'inspecteur du travail. Rappelons que par journée continue on entend une journée de travail caractérisée par la brièveté du repos intercalaire (30 à 45 minutes au maximum) consacré à la prise d'un repas léger sur le lieu de travail. Les considérations physiologiques sont favorables à l'établissement d'un tel horaire. Mais il nécessite une modification des habitudes alimentaires de tradition en France qui comportent un petit déjeuner insuffisant et un repas de midi trop abondant. Du point de vue social, la journée continue a de multiples conséquences telles que l'impossibilité du repas de midi en famille et l'apparition de plusieurs heures de loisir à la fin de la journée. A condition que la journée continue s'intègre dans une organisation générale et que (comme cela a été fait au Chili) les horaires des écoles, des administrations et des magasins soient établis en corrélation avec ceux des établissements industriels, la journée continue paraît tout à fait à recommander. Du point de vue économique, elle diminuerait la fatigue de l'ouvrier et augmenterait le rendement.

O. M.

H. DESOILLE et V. DHERS. Enquête sur les conditions de travail des ouvriers calorifugeurs employant la fibre de verre. Ar. mal. prof., VII, 1946, 5, pp. 332-345.

Les principaux matériaux employés pour le calorifugeage sont la fibre de verre, l'amiante, le coton minéral, le kieselguhr, la diatomite, la magnésie, le liège, la bourre de soie ou de jute. Les ouvriers manipulant la fibre de verre sont soumis à un saupoudrage par le produit qui, non seulement se fixe sur les parties découvertes, mais pénètre à travers les vêtements et les sous-vêtements. Cette imprégnation des vêtements explique que l'ouvrier transporte la fibre de verre à son domicile et puisse contaminer son entourage. Mais, si la verro fibre provoque un prurit intense et tenace, elle ne semble pas donner de poussières fines, susceptibles de pénétrer dans les poumons et de déclencher des accidents pneumoconiotiques. Au prurit s'ajoutent des troubles cutanés variables caractérisés en général par des éléments érythémateux ponctués. Des mesures d'hygiène individuelles (vêtements et sous-vêtements de travail, douches, vestiaires) doivent permettre de pallier en grande partie aux inconvénients du travail de la fibre de verre, mais il ne s'agit que de désagréments et il n'y a nul intérêt, du point de vue médical, à remplacer ce produit par d'autres matériaux tels que l'amiante, dont les dangers sont bien connus, ou le coton minéral, le kieselguhr et la diatomite dont l'action éventuelle sur l'appareil pulmonaire n'a pas encore été suffisamment étudiée.

O. M.

J. MASSE. Rôle et action des organismes de Sécurité Sociale dans la récupération professionnelle et sociale des tuberculeux guéris ou consolidés. Ar. méd. soc., III, 1947, 4, pp. 208-234.

Il est inconséquent de traiter des malades pendant des mois ou des années et de les amener au seuil de la guérison, pour les abandonner à eux-mêmes à un moment où ils ne sont que des convalescents fragiles exposés à tous les dangers de rechute. Mais les tentatives de reclassement professionnel des tuberculeux guéris ou consolidés se sont heurtées souvent à l'indifférence des Pouvoirs publics et à l'incompréhension des employeurs. Cependant des progrès considérables ont été faits grâce d'abord à diverses œuvres de post-cure et de reclassement professionnel des tuberculeux, ensuite à

l'ordonnance du 19 octobre 1945 qui doit permettre d'une part à des œuvres de prendre plus d'ampleur, d'autre part aux organismes de Sécurité Sociale de donner une aide efficace aux tuberculeux consolidés pour leur reclassement professionnel. Dès le début de la maladie, la préparation du malade à sa récupération professionnelle doit faire partie intégrante du traitement sanatorial. Un stade de réentraînement à l'effort constituera la dernière phase de la cure sanatoriale, dont seront évidemment exclus les malades passés à la chronicité et sans espoir désormais de guérison, qui n'ont plus leur place au sanatorium de soins. A la sortie du sanatorium, et après intervention de l'orienteur professionnel, les tuberculeux consolidés se diviseront en deux catégories. Certains sujets sont susceptibles d'être reclassés assez rapidement dans leur métier antérieur, ou dans un métier très voisin, ne nécessitant pour eux aucun apprentissage. A ces sujets convient particulièrement la méthode qui a été adoptée dans certaines industries : travail repris d'abord à temps partiel, plus tard à temps complet. Les allocations mensuelles de longue maladie seront maintenues pendant la première période. L'état d'autres sujets nécessitera un apprentissage, soit qu'ils soient stabilisés avec un déficit physique important, soit que leur métier antérieur soit trop fatigant ou insalubre, soit qu'il s'agisse de sujets jeunes n'ayant encore exercé aucun métier. Tous ces malades relèveront d'établissements de post-cure que l'ordonnance d'octobre 1945 doit permettre de développer et de multiplier. Les travailleurs reclassés normalement resteront soumis à une surveillance médicale étroite. Pour ceux qui gardent des séquelles plus ou moins importantes, on peut envisager d'une part des ateliers spéciaux, d'autre part l'organisation de travail à domicile.

Cette œuvre de réadaptation et de reclassement est, on le voit, fort complexe, d'où l'utilité què présenterait l'institution, dans le cadre régional, d'offices de placement des tuberculeux consolidés. A cette œuvre de reclassement professionnel est lié le sort de la nouvelle loi de Sécurité Sociale et, en particulier, le succès ou l'échec de l'assurance longue maladie.

O. M.

M. E. A. BAKER. **L'Institut National Canadien pour les aveugles**. Ar. méd. soc., III, 1947, 5, pp. 288-293.

L'Institut National Canadien pour les aveugles (I. N. C. A.) s'est fixé un double objectif : l'assistance aux aveugles et la prévention de la cécité. L'I. N. C. A. est une institution privée dont les ressources sont fournies pour 45/100 par des subventions officielles, et pour 55/100 par les dons privés. Les services de l'Institut sont ouverts à toute personne enregistrée comme aveugle sur la présentation d'un certificat médical. Un enseignement spécial et gratuit est assuré à domicile par des professeurs qui sont eux-mêmes des aveugles ou d'anciens aveugles. Une bibliothèque à Toronto et une autre à Winnipeg réunissent 23.000 volumes imprimés dans le système Braille et éditent une revue suivant le système Braille également. La bibliothèque de Toronto fournit en outre des livres parlants. A Winnipeg, Vancouver et Toronto, des ateliers destinés à l'emploi des aveugles ont été créés. L'I. N. C. A. procure en outre aux aveugles un certain nombre d'emplois à l'extérieur ou à domicile. Les services de l'I. N. C. A. sont utilisés par l'État pour l'assistance aux soldats aveugles. Les aveugles incapables de travailler bénéficient soit du service social, soit des asiles pour aveugles créés par l'Institut. L'I. N. C. A. a mis sur pied un vaste programme pour la conservation de la vue qui comprend l'éducation du public, l'amélioration de l'hygiène de la vue, l'organisation de la médecine préventive de la vue.

O. M.

- J. BRYEHTA. **Rückwirkung der Klimatischen Veränderungen auf die menschliche Gesundheit. Punktwertungsentwurf.** (*La réaction des variations climatiques sur la santé de l'homme. Un système d'estimation par points.*) Biokl. Beibl., X, 1943, 1, pp. 11-13.

Proposition d'une méthode pour étudier la relation de l'état de la santé avec les facteurs climatiques ; la radiation, le degré frigorifique, l'humidité physiologique, l'état du sol, la variation diurne de T. équivalente, la situation du temps sont caractérisés par un des quatre chiffres 0, 1, 2, 3.

B. A.

- R. FABRE, M. PERDREAU. **Du risque d'imprégnation par la nicotine dans les locaux enfumés.** B. Ac. Méd., CXXVI, 1942, pp. 627-628.

Deux expériences prouvant nettement cette imprégnation (dosage de la nicotine dans les viscères de la Souris, et dans l'urine d'un non-fumeur).

B. A.

- H. WITTE. **Luftanalyse und Vegetationsbeobachtungen in der Rauchscha-denpraxis.** (*Analyse de l'air et observations sur la végétation dans l'étude pratique des dommages dus aux fumées.*) Chem. Ztg., LXVII, 1943, pp. 119-121.

Résumé de la documentation concernant l'analyse de l'air dans les lieux mêmes où sont constatés les dommages (recherche des produits nocifs, spécialement SO_2), et les altérations observées sur les végétaux, spécialement sur les pins.

B. A.

- J. PROST. **Table pour l'évaluation de l'insalubrité de travaux industriels. (Son principe et son utilisation.)** Med. Us., IX, 1947, 1-2, pp. 5-15.

L'A. relate une étude effectuée pour apporter une solution pratique aux problèmes posés par les groupements ouvriers et patronaux d'une région industrielle. Il s'agissait d'évaluer d'une façon simple les divers risques de toxicité des différents emplois afin d'intensifier la lutte contre les postes insalubres et d'indemniser les travailleurs en fonction des risques encourus. Le risque est déterminé par le rapport entre la toxicité et la protection. Ces deux dernières sont étudiées pour les divers postes d'un ensemble d'usines. Les risques et les indemnités peuvent être ainsi établis au moyen de formules empiriques simples. Des exemples de détermination sont rapportés. Cette étude peut être considérée comme la première partie d'un plan susceptible, malgré ses imperfections, d'assurer les meilleures conditions de travail au personnel. Elle montre le rôle important que peut jouer pratiquement dans l'industrie le médecin d'usine ayant une connaissance suffisante des conditions réelles de la vie des ateliers.

R. B.

- E. C. VIGLIANI. **Nuovi strumenti per il controllo della polverosità atmosferica nelle industrie silicotigene.** (*Nouveaux instruments pour le contrôle de la « poussiosité » atmosphérique dans les industries susceptibles de provoquer la silicose.*) Rass. Med. ind., XV, 1946, 1, pp. 1-26.

Description minutieuse du précipitateur thermique, de son fonctionnement, et des résultats qu'il permet d'obtenir. Expériences de comptage des poussières recueillies, à divers agrandissements et sous divers éclairages. Est également décrit l'appareil à filtres d'acide salicylique.

M. R.

- H. A. DE BOER. **La réadaptation médicale des infirmes et des invalides.** R. I. T., LIV, 1946, 1-2, pp. 33-42.

L'A. envisage la réadaptation au travail de toute personne atteinte d'une

déficience physique permanente. Les procédés de la réadaptation doivent être autant matériels que moraux : application de spécialités les plus récentes ; encouragements prodigués au patient ; physiothérapie tant générale que particulière à la fonction lésée ; traitement par le travail, ce dernier étant choisi de manière à englober les mouvements indispensables soit pour assouplir des articulations raidies, soit pour permettre au patient d'acquérir des facultés nouvelles. L'A. prévoit également la création d'institutions spéciales, parfaitement équipées, pour que, à la sortie de l'hôpital, les patients soient assurés de soins systématiques pendant leur convalescence.

J. P.

ÉDUCATION PHYSIQUE ET SPORTS

- S. ROBINSON. **Metabolic adaptations to exhausting work as affected by training.** (*Adaptations du métabolisme au travail épuisant en fonction de l'entraînement.*) Am. J. Ph., CXXXIII, 1941, pp. 428-429.

Chez des étudiants à l'entraînement on mesure le Q. R., le taux du sucre sanguin, de l'acide lactique sanguin, de la réserve alcaline, de la tension alvéolaire en CO_2 .

B. A.

- S. ROBINSON, P. M. HARMON, E. S. TURRELL, F. O. MACKEL. **The lactic acid mechanism and certain properties of the blood in relation to training.** (*La balance de l'acide lactique et certaines propriétés du sang dans leurs rapports avec l'entraînement.*) Am. J. Ph., CXXXII, 1941, pp. 757-769.

L'entraînement athlétique poursuivi pendant 6 mois ne modifie ni la capacité de base de l'oxyhémoglobine, ni les protides du plasma, ni l'acide lactique, ni le sucre sanguin, ni la réserve alcaline, ni la tension alvéolaire de CO_2 . Action du travail en atmosphère raréfiée, de certains exercices de gymnastique sur ces données physiologiques.

B. A.

- Training for childbirth.** (*Education physique avant l'accouchement.*) Lancet, CCXLIII, 1942, pp. 309-310.

Résumé d'un rapport publié dans *Med. Wom. Fed. quart. Rev.* de juil. 1942. Statistique faisant état de 759 femmes s'adonnant à la culture physique avant leur mariage, et de 423 femmes non sportives, les conditions obstétricales de l'accouchement ne diffèrent pas dans ces deux groupes. Mais le nombre de mort-nés et de fausses couches est plus grand chez les femmes ayant fait de la culture physique. On recherchera si le fait est réellement dû à la gymnastique ou à d'autres conditions (sociales, etc.).

B. A.

- A. JUNG. **Sport und Ermüdung.** (*Sport et fatigue.*) Schw. Med. Woch., LXXII, 1942, 33, pp. 890-895.

Mise au point concernant les variations de la glycémie, au cours de l'effort, les réactions circulatoires (volume-minute, utilisation de O_2), l'importance du système neuro-végétatif.

B. A.

MALADIES PROFESSIONNELLES

- M. GAULTIER. **Les intoxications benzoliques**, pp. 142-154, in *Les maladies actuelles*, par Noël Fiessinger, Paris, Masson, 1942.

Étude des accidents classiques du benzolisme, caractérisés par la gravité des atteintes sanguines (anémie, hypoleucie hémorragique ; altération des

éléments producteurs de globules rouges). L'intoxication est tantôt aiguë, tantôt et le plus souvent chronique. Aucun traitement, opothérapique ou vitaminique, ne semble avoir d'action réellement efficace ; cependant les transfusions répétées sont utiles ; l'hyposulfite de soude a donné quelques résultats intéressants. B. A.

H. GRIFFON, L. DEROBERT. **Neuf cas d'intoxication aiguë professionnelle par le zinc, dont un mortel.** Ann. Méd. lég., 1942, pp. 198-202.

Intoxication par défaut de ventilation. Dosages de Zn dans les organes selon Mousseron. B. A.

K. W. JOTTEN. **Pneumonien nach der Einatmung von Manganstaub beim Siemens-Martin-Verfahren.** (*Pneumonies après respiration de poussières de manganèse au cours du procédé Siemens-Martin.*) Ar. f. Hyg., CXXVIII, 1942, pp. 301-309.

De diverses observations d'ouvriers travaillant à des fours Martin et de ses expériences sur l'animal, l'A. conclut que des pneumonies peuvent parfaitement être causées par des poussières de manganèse. B. A.

ROSING. **Häufigkeit und Ursache von Magenbeschwerden bei Elektro- und Auto-genschweiszern.** (*Fréquence et causes des troubles gastriques dus aux soudures électrique et autogène.*) Ar. gewerbepath., XI, 1941, 1, pp. 77-88.

Exposé des causes diverses, physiques et chimiques, capables de provoquer des lésions gastriques chez les ouvriers travaillant à la soudure autogène et à la soudure à l'arc électrique ; cette dernière est plus néfaste. B. A.

S. TSCHAUDER. **Erhebungen ueber die Morbidität der Metallschweisser in Prag.** (*La morbidité des soudeurs à Prague.*) Ar. gewerbepath., XI, 1942, 5, pp. 619-631.

Étude comparative de la morbidité des métallurgistes et des soudeurs (soudure électrique, soudure autogène). C'est dans le deuxième groupe qu'elle est la plus élevée ; l'ulcère gastrique est particulièrement fréquent dans le troisième groupe. B. A.

B. DESPLAS et P. BERNARD. **La maladie des vibrations.** Ar. mal. prof., VII, 1946, 6, pp. 453-465.

Les A. présentent une étude d'ensemble de la maladie des vibrations qui groupe tous les troubles produits par les trépidations, principalement chez les ouvriers se servant d'outils pneumatiques. Ceux-ci, sous l'influence de l'air comprimé sous 3 à 5 atmosphères, sont animés de mouvements de va-et-vient à une vitesse qui varie de 250 à 1.500 coups par minute parfois 4.000. Le poids de l'appareil est le plus souvent de 10 à 15 kg. et il est manipulé sans support. Les troubles produits par l'usage de tels outils comprennent des troubles locaux, des lésions à distance et des troubles généraux. Les troubles locaux les plus fréquents sont des troubles vasculaires et vaso-moteurs tels que phénomènes de doigt mort, crises d'ischémie ; on rencontre également des lésions de l'aponévrose palmaire (maladie de Dupuytren), des lésions musculaires et nerveuses (atrophies, parésies), des lésions osseuses (nécrose du semi-lunaire). Les lésions à distance sont des lésions trophiques et vasculaires de l'avant-bras et surtout des lésions ostéo-articulaires du coude à types de nécroses, de chondromatoses et

d'arthrites déformantes ; les lésions ostéo-articulaires de l'épaule et d'autres articulations sont moins fréquentes. La maladie des vibrations peut, en outre, donner lieu à des manifestations générales très variées telles que : troubles de l'ouïe, troubles neurologiques et psychiques. La prophylaxie comprend la réduction et le fractionnement de la durée quotidienne du travail et des mesures techniques concernant l'outil lui-même.

O. M.

Kohlenoxydvergiftungen. (*Intoxications par l'oxyde de carbone.*) Braunkohle, IX, 1943, p. 108.

Intoxications par le gaz, par les foyers ouverts (braseres à coke). Symptômes et remèdes. Interdiction de foyers dégageant des gaz toxiques dans l'enceinte. Dangers des poêles en certains cas.

B. A.

A. N. CESARO. **Sulla patologia dei lavoratori dei molini.** (*Sur la pathologie des travailleurs dans les meuneries.*) Rass. Med. ind., XVI, 1947, 2, pp. 49-70.

Les données bibliographiques existant dans la littérature sur la pathologie des travailleurs exposés aux poussières de grain et de farine sont rapportées par l'A. Il décrit les opérations diverses de la mouture du grain, mettant en relief les conditions hygiéniques des locaux des travailleurs. On trouve, après examen clinique de 176 ouvriers, que 48 % d'entre eux ont été atteints d'une maladie respiratoire, et que 78 % souffrent de toux et d'expectoration le matin. Les plus atteints sont les préposés au lavage du grain. L'examen radiologique des ouvriers, choisis parmi ceux qui présentaient les signes les plus marqués de souffrance respiratoire, a mis en évidence une accentuation du dessin pulmonaire, des traces d'emphysème et la présence de nodules pneumoconiotiques dans les champs pulmonaires. La tuberculose ne s'est trouvée associée à la pneumoconiose qu'une seule fois. L'examen chimique des poussières a mis en évidence la présence de silice libre, à laquelle, d'après l'A., on peut attribuer les lésions pneumoconiotiques rencontrées.

M. R.

W. SCHULZE. **Verhütung beruflicher Hauterkrankungen.** (*La prévention des maladies de peau professionnelles.*) V. D. I., LXXXVII, 1943, pp. 151-154.

Causes de l'eczéma professionnel : produits attaquant la peau et produits provoquant une susceptibilité particulière. Allergie. L'acné chloré professionnel des huiles minérales. Épreuves de sensibilité. Méthodes de protection. Eczéma provoqué par des détersifs et solvants. Traitements : immunisation, désensibilisation. Sujets à écarter de la profession.

B. A.

ACCIDENTS DU TRAVAIL ET PRÉVENTION

P. ROSSING. **Roentgenschädigungen in der Metallindustrie.** (*Lésions par rayons X observées dans l'industrie métallurgique.*) Ar. gewerbepath., XII, 1943, 1, pp. 24-34.

Statistique des années 1931-1942 (Allemagne). Un cas personnel ayant abouti à l'amputation de la main. Valeur des moyens de protection.

B. A.

- F. HAUN. **Tödliche Unglücksfälle beim Reiningeneines Futtersilos.** (*Accidents mortels lors du nettoyage d'un silo à fourrage.*) Chem. Ztg., LXVII, 1943, p. 119.

Quatre personnes ont été asphyxiées en pénétrant pour le nettoyer, dans un silo vidé de son fourrage. On a reconnu que l'atmosphère y était très appauvrie en oxygène, et irrespirable, même avec un masque à gaz.

B. A.

- G. PANCHERI. **La distribuzione degli infortuni nei giorni della settimana nelle ore di lavoro e nei mesi.** (*La répartition des accidents selon les jours de la semaine, les heures de travail et les mois.*) Sec., XXXII, 1947, 2, pp. 25-32 et XXXII, 1947, 3, pp. 55-57.

L'enquête a porté sur les accidents advenus à 1.000 ouvriers d'un important établissement de constructions aéronautiques, pendant la période 1937-1940. C'est le lundi et le samedi que les accidents sont les plus fréquents. Le milieu de la dernière journée est l'heure la plus dangereuse. Le nombre des accidents augmente les mois à température la plus basse et la plus élevée. L'A. interprète ainsi ces résultats : les excès du dimanche seraient la cause des accidents nombreux du lundi, la distraction jouerait le samedi ; le changement de rythme de travail et la fatigue influeraient au milieu de la demi-journée ; les saisons à températures extrêmes agiraient non seulement par l'intermédiaire du niveau de T°, mais encore par la pression atmosphérique, l'humidité, la luminosité, la charge électrique, etc.

M. R.

- C. MAURELLI. **L'obbligo agli operai di osservare le norme di sicurezza.** (*L'obligation pour les ouvriers d'observer les prescriptions de sécurité.*) Sec., XXXII, 1947, 3, pp. 51-54.

L'A. présente en quelques pages un bon résumé des dispositions législatives en vigueur, dans ce domaine, en Angleterre, aux U. S. A., en Allemagne, en Suisse, au Danemark, en Hollande et en France.

M. R.

ORGANISATION RATIONNELLE DU TRAVAIL

- C. R. DOOLEY. **La formation professionnelle dans le cadre de l'entreprise aux Etats-Unis.** R. I. T., LIV, 1946, 3-4, pp. 186-211.

Durant la guerre, la formule d'éducation professionnelle consistant à former systématiquement l'ouvrier sur le lieu même de son travail a été appliquée sur une grande échelle aux États-Unis. On envisage actuellement d'y recourir plus largement encore que par le passé. L'A. présente un programme détaillé de formation professionnelle qui pourra être ensuite adapté au sein de chaque entreprise. Suit l'exposé des idées directrices du Service des États-Unis sur la formation professionnelle dans le cadre de l'entreprise et les résultats des travaux effectués par ce service. Leur importance a contribué à faire adopter le programme d'enseignement du travail non seulement aux États-Unis, mais encore dans plusieurs pays étrangers, notamment au Canada et en Grande-Bretagne.

J. P.

- P. F. FORNALLAZ. **Arbeitsstudien in der Eisenindustrie.** (*L'étude du travail dans la métallurgie.*) Rev. techn. Suisse 1947, 33-34, pp. 547-560.

Exposé des méthodes d'analyse du travail utilisées dans une grande entreprise industrielle suisse. L'A. insiste sur la nécessité de bien faire

comprendre à l'ouvrier les procédés d'analyse si l'on veut efficacement resserrer les liens qui l'unissent à l'entreprise. Les échelons subalternes de la maîtrise ont un rôle important dans ce but. R. B.

SOCIOLOGIE DU TRAVAIL

B. SAPIRA. **Sur l'organisation des loisirs de l'ouvrier.** Ar. med. soc., III, 1947, 6, pp. 355-363.

B. S., de Bucarest, expose que les travailleurs des deux sexes, les jeunes aussi bien que les adultes et les gens âgés, ne savent pas, pour la plupart, utiliser les loisirs dont ils disposent. L'alcoolisme, qui provoque, les lendemains de fêtes, une augmentation du nombre des accidents du travail et une diminution du rendement, la morbidité vénérienne, la prostitution précoce, sont redevables pour une part à l'absence d'organisation des loisirs. La conférence internationale du Travail de 1924 a recommandé le développement des jardins ouvriers, des sports, de l'enseignement professionnel, ménager et général. B. S. donne les conseils suivants : organiser les loisirs de sorte qu'ils correspondent aux lois physiologiques et apportent une compensation au surmenage, à la monotonie et à la spécialisation excessive du travail industriel ; adapter les loisirs aux nécessités des diverses catégories de travailleurs d'après le sexe, l'âge, le genre de travail professionnel, le milieu ; donner leurs justes parts à la culture physique, à l'éducation intellectuelle, morale et artistique, à l'éducation d'hygiène et de médecine préventive ; favoriser la vie de famille. Un organe officiel central doit coordonner les initiatives officielles et privées. L'application pratique doit être l'œuvre d'organisations régionales comprenant plusieurs sections : section de la culture physique, section de l'enseignement hygiénico-préventif, section de l'éducation intellectuelle, artistique et morale (l'organisation des excursions et des voyages se rattache à cette section), section des loisirs de l'ouvrière et de l'éducation ménagère, section de la vie familiale favorisant notamment la colonisation ouvrière suburbaine. O. M.

R. J. HAVIGHURST, M. Z. ROBINSON et M. DORR. **The development of the ideal self in childhood and adolescence.** (*Le développement du « moi » idéal durant l'enfance et l'adolescence.*) J. Ed. Res., XL, 1946, 4, pp. 241-257.

Partant du point de vue de Freud, de la psycho-sociologie et de la philosophie des valeurs, les A. s'attachent surtout à étudier l'évolution du « moi » idéal (ideal self) chez des sujets de 8 à 18 ans, auxquels ils proposent comme thème : « la personne que j'aimerais être ». Les réponses, soigneusement analysées, classées, montrent à la fois l'évolution de cet idéal avec l'âge et le rôle important joué par l'influence du milieu. M. L.

H. E. JONES. **Physical ability as a factor in social adjustment in adolescence.** (*L'aptitude physique comme facteur d'adaptation sociale durant l'adolescence.*) J. Ed. Res., XL, 1946, 4, pp. 287-301.

Au moyen des méthodes statistique, graphique et clinique, l'A. démontre que le développement physique et la position sociale de l'enfant sont intimement liés. M. L.

Le plan du salaire annuel aux Etats-Unis. R. I. T., LIII, 1946, 1-2, pp. 56-67.

Brefs exposés d'un système de salaire annuel dans lequel on voit le moyen d'assurer aux travailleurs la sécurité financière et, par ailleurs, de

favoriser la stabilisation de la production et de l'emploi. Ce serait, en même temps, contribuer à résoudre le problème du chômage intermittent. Mais l'application de ce système soulève de nombreuses objections chez les employeurs, en particulier dans les entreprises dont la production est à base saisonnière, et chez les travailleurs qui craignent que sous prétexte de garantie d'un salaire annuel, les employeurs ne leur imposent des taux plus bas. Cependant quelques applications de ce système ont donné satisfaction aux deux parties.

J. P.

MÉTHODES ET TECHNIQUES PSYCHOLOGIQUES ET PHYSIOLOGIQUES

L. L. THURSTONE. **Multiple-Factor Analysis.** The University of Chicago Press, 1947, 536 pages.

L'A. expose l'ensemble de ses conceptions sur l'analyse factorielle. Il reprend le plan général de son précédent ouvrage *The Vectors of Mind* en y incorporant différentes techniques publiées dans la revue *Psychometrika*. De nombreuses figures et des exemples numériques rendent facilement accessibles les procédés préconisés par l'A. On lira avec fruit la préface dans laquelle il relate l'évolution des méthodes d'analyse factorielle, précise sa position personnelle et discute diverses objections. Cet ouvrage constitue un livre de travail indispensable pour tous ceux qui cherchent à utiliser d'une façon rationnelle les données expérimentales dans les divers domaines d'application de la psychotechnique.

R. B.

Y. GALIFRET. **La mesure du seuil de perception des profondeurs relatives.** Ann. Ps., XLI et XLII, 1940-41, pp. 168-201.

Les expériences ont été faites avec le stéréomètre de Michotte (vision libre), le stéréoscope de la Société d'Optique Militaire et le cliché de Pulfrich observé dans un stéréoscope ordinaire (dispositifs stéréoscopiques). Elles avaient surtout pour but de trancher les questions d'ordre pratique relatives à l'emploi de ces appareils. L'A. utilise tout d'abord l'appareil de Michotte selon diverses méthodes : méthodes de l'erreur moyenne, méthode des limites (le sujet ou l'expérimentateur faisant varier le stimulus) et méthode constante. Après une étude serrée des résultats il se prononce en faveur de la méthode constante avec présentation des écarts suivants : 0", 5", 15", 35" et 75", positifs ou négatifs, en désordre. Les dispositifs stéréoscopiques n'ont pas donné d'aussi bons résultats, en particulier à cause du nombre trop faible de présentations de chaque écart.

M. R.

P. RENNES. **Une méthode nouvelle d'olfactométrie.** Ann. Ps., XLI et XLII, 1940-41, pp. 243-247.

Description d'un nouvel olfactomètre.

Dans une chambre de mélange arrive, en proportion réglable, d'une part de l'air pur, d'autre part de l'air ayant passé successivement sur un filtre, puis sur du coton hydrophile supportant du camphre pulvérisé. (Le filtre est destiné à empêcher le reflux des vapeurs de camphre.)

M. R.

R. COCKETT. **The development of a new test of manual dexterity.** (*Le développement d'un nouveau test de dextérité manuelle.*) Occ. Psy., XXI, 1947, 4, pp. 179-187.

L'A. se propose un double but : 1) décrire et présenter un nouveau test

de dextérité manuelle ; 2) faire revivre les étapes de son travail afin de montrer les problèmes spéciaux et généraux que posent l'établissement et la standardisation d'un test de performance. La tentative est très louable et menée avec un grand souci d'objectivité. On peut cependant regretter que l'article ne soit pas plus détaillé ; on aurait ainsi suivi avec précision l'étude de la fidélité, question toujours délicate lorsqu'il s'agit d'un test de performance où généralement intervient l'apprentissage dans une forte mesure. L'étude de la validité de ce nouveau test est en cours et l'A. se propose de l'exposer ultérieurement.

M. L.

ABRÉVIATIONS DES PÉRIODIQUES

Act. med. scand.	Acta medica Scandinavica.
Act. Ps.	Acta Psychologica.
Alg. Ned. Tijd.	Algemeen Nederlands Tijdschrift voor Wijn- sbegeerte en Psychologie.
Am. J. Ph.	American Journal of Physiology.
Am. J. Psychiat.	American Journal of Psychiatry.
Am. J. Psychiat.	American Journal of Psychiatry.
Angew. Chem.	Angewandte Chemie.
Ann. Hyg. publ. ind. soc.	Annales d'Hygiène publique, industrielle et sociale.
Ann. Igiene	Annali d'Igiene.
Ann. int. Med.	Annals of internal Medicine.
Ann. Méd. lég.	Annales de Médecine légale.
Ann. Ps.	L'Année Psychologique.
Annu. Rev. Physiol.	Annual Review of Physiology.
Arb. Ph.	Arbeitsphysiologie.
Arb. physiol. ang. Ent.	Arbeiten über physiologische und angewandte Entomologie.
Ar. exp. Path. Pharmak.	Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie.
Ar. f. Hyg.	Archiv für Hygiene.
Ar. ges. Ps.	Archiv für die gesamte Psychologie.
Ar. gewerbepath.	Archiv für gewerbe Pathologie und gewer- behygiene.
Ar. int. Med.	Archives of internal Medicine.
Ar. mal. prof.	Archives des maladies professionnelles.
Ar. med. soc.	Archives de médecine sociale.
Ar. Ophtal. Chicago	Archives of Ophtalmology Chicago.
Ar. psic. neur. psychiat.	Archives di psicologia neurologia e psichiatria.
Br. J. ed. Ps.	British Journal of educational Psychology.
Br. J. Ps.	British Journal of Psychology.
Br. med. J.	British medical Journal.
B. Ac. Méd.	Bulletin de l'Académie de Médecine.
B. Biol. Méd. exp. U. R. S. S.	Bulletin de Biologie et de Médecine expéri- mentale de l'U. R. S. S.
B. I. N. E. T. O. P.	Bulletin de l'Institut National d'Étude du Travail et d'Orientation Professionnelle.
Biokl. Beibl.	Bioklimatische Beiblätter.
B. Soc. Hyg. aliment.	Bulletin de la Société d'Hygiène alimentaire.
B. techn. Suisse Romande	Bulletin technique de la Suisse Romande.
Cah. Pédag. Univ. Liège	Cahiers de Pédagogie de l'Université de Liège.
Can. Med. Ass. J.	Canadian Medical Association Journal.
Caoutch. et Gutta-p.	Le caoutchouc et la gutta-percha.
Chem. Ztg.	Chemisches Zeitung.

- | | |
|----------------------------|---|
| Child Dev. | Child Development. |
| C. R. Acad. Sc. | Comptes rendus de l'Académie des Sciences. |
| C. R. S. B. | Comptes rendus de la Société de Biologie. |
| Dtsch. Ar. Klin. Med. | Deutsche Archiv für Klinische Medizin. |
| Dtsch. Med. Woch. | Deutsche Medizinische Wochenschrift. |
| Ergebn. inner. Med. | Ergebnisse der inneren Medizin. |
| Ergebn. Ph. | Ergebnisse der Physiologie. |
| Forsch. u. Fortschr. | Forschungen und Fortschritte. |
| Glastech. Ber. | Glastechnische Berichte. |
| Helv. phys. Acta | Helvetica physica Acta. |
| I. H. R. B. | Industrial Health Research Board. |
| J. Am. Med. Ass. | Journal of the American Medical Association. |
| J. Ed. Res. | Journal of Educational Research. |
| J. Ex. Ps. | Journal of Experimental Psychology. |
| J. Ind. Hyg. Toxicol. | Journal of Industrial Hygiene and Toxicology. |
| J. Pediatrics | The Journal of Pediatrics. |
| J. Ph. | Journal of Physiology. |
| Klin. Woch. | Klinische Wochenschrift. |
| Luftfahrtmed. | Luftfahrtmedizin. |
| Med. Klin. | Medizinische Klinik. |
| Med. Us. | Le Médecin d'Usine. |
| Med. Welt | Medizinische Welt. |
| Min. Mag. London | Mining Magazine London. |
| Münch. med. Woch. | Münchener medizinische Wochenschrift. |
| Nat. | Nature. |
| Ned. Tijd. Ps. | Nederlandsch Tijdschrift voor Psychologie. |
| Occ. Psy. | Occupational Psychology. |
| Pf. A. | Pflüger's Archiv für die gesamte Physiologie. |
| P. M. | Presse Médicale. |
| Pol. Przegl. Med. | Polski Przegląd Medycyny. |
| Proc. Soc. exp. Biol. Med. | Proceedings of the Society for experimental Biology and Medicine. |
| Psychom. | Psychometrika. |
| Rass. Med. ind. | Rassegna di Medicina industriale. |
| Rev. Can. Biol. | Revue Canadienne de Biologie. |
| R. I. T. | Revue Internationale du Travail. |
| Rev. techn. Suisse | Revue technique Suisse. |
| Ric. sci. | Ricerca scientifica. |
| Riv. intern. sc. soc. | Rivista Internazionale di scienze sociali. |
| Schw. Med. Woch. | Schweizerische Medizinische Wochenschrift. |
| Séc. et Prév. du feu | Sécurité et Prévention du feu. |
| Skand. Ar. Ph. | Skandinavisches Archiv für Physiologie. |
| Vl. Opv. Tijd. | Vlaamsch Opvoedkundig Tijdschrift. |
| Wien. klin. Woch. | Wiener klinische Wochenschrift. |
| Wschr. Unf. | Wochenschrift für Unfallheilkunde. |
| Z. a. Ps. | Zeitschrift für angewandte Psychologie. |
| Z. ges. exp. Med. | Zeitschrift für die gesamte experimentelle Medizin. |
| Z. klin. Med. | Zeitschrift für klinischen Medizin. |

INDEX DES NOMS D'AUTEURS

ALBERS (D.), 128.
 ALBERS (M. E.), 286.
 ALLERODER (H.), 126, 128.
 AMBROSIONI (P.), 290.
 ANDERSON (W. E.), 285.
 ANTOINE (G.), 140.
 ASMUSSEN (E.), 127.
 BAKER (M. E. A.), 292.
 BARISON (F.), 132.
 BASLER (A.), 276.
 BASSAURI (C.), 1.
 BASSAURI (M.), 1.
 BAUMGARTEN (Fr.), 153.
 BECKER-FREYSENG (H.), 278.
 BEHNKE (A. R.), 126.
 BENZINGER (T.), 276.
 BERLUCCHI (C.), 121.
 BERNARD (P.), 295.
 BERNYER (G.), 272.
 BIRREN (J. E.), 277, 278.
 BIZE (R.), 280.
 BLANCHARD (B. E.), 287.
 BOER (H. A. DE), 293.
 BOLETTINO (A.), 280.
 BONNARDEL (G.), 1.
 BONNARDEL (R.), 1, 101, 109, 272.
 BORNEMANN (E.), 273.
 BRADFORD (E. J. G.), 133.
 BRAMSEL (H.), 277.
 BRODBECK (A. J.), 135.
 BROUHA (L.), 129.
 BRUECKNER (L. J.), 286.
 BRYEHTA (J.), 293.
 BULLEN (A. K.), 134.
 BURT (C.), 133.
 CANESTRELLI (L.), 133.
 CÉSARO (A. N.), 296.
 CHAUFFARD (C.), 175.
 CHEN (H. P.), 286.
 COCKETT (R.), 299.
 COERPER (C.), 123.
 COLEBROOK (D.), 138.
 COLOMBI (C.), 146.
 CONSOLAZIO (F. C.), 127.
 COTTE (S.), 284.
 CZETSCH-LINDENWALD (A.), 138.
 DAEVES (K.), 129.

DARLING (R. C.), 129.
 DENNY (M. R.), 284.
 DEROBERT (L.), 137, 140, 295.
 DESOILLE (H.), 141, 291.
 DESPLAS (B.), 295.
 DHERS (V.), 291.
 DIRINGSHOFEN (H. Von), 124.
 DONNAY (R.), 288.
 DOOLEY (C. R.), 297.
 DORING (H.), 276.
 DORR (M.), 298.
 DOUEL (J.), 288.
 DREW (L. J.), 275.
 DRURY (D. R.), 277.
 DUFFY (E.), 276.
 DUNCAN HOWIE, 122.
 DUVOIR (M.), 141.

EARLE (F. M.), 290.
 EDWARDS (A. S.), 277.
 ELFTMAN (H.), 124.
 ENGELS (J.), 128.
 ENZER (N.), 143.

FABRE (R.), 141, 293.
 FAVERGE (J.-H.), 164.
 FEIL (A.), 142, 143.
 FISHER (M. B.), 276, 277, 278.
 FORNALLAZ (P. F.), 143, 297.
 FRASER (J. M.), 289.
 FRISBY (C. B.), 284.

GALIFRET (Y.), 299.
 GALLAGHER (J. R.), 129.
 GARCIA (H.), 1.
 GARNER (W. R.), 146.
 GAUDET (F. J.), 285.
 GAULTIER (M.), 141, 294.
 GEMELLI (A.), 120, 133, 136, 288.
 GRAF (O.), 126, 279, 283.
 GRAVITZ (P.), 1.
 GRIFFON (H.), 295.
 GRUEN (E. W.), 122.
 GUILER (W. S.), 285.
 GUKELBERGER (M.), 130.
 GUTSCHE (A.), 276.

HAGGARD (E. A.), 146.
 HAMMES JR (E. M.), 142.
 HANNSCHILD (H. G.), 276.

- HARMON (P. M.), 139, 294.
 HAUN (F.), 297.
 HAVIGHURST (R. J.), 135, 298.
 HEBESTREIT (H.), 137.
 HEESE (J. DE V.), 287.
 HIMMELWEIT (H. T.), 273.
 HOFFMAN (A. C.), 280.
 HOLT (R. R.), 274.
 HOLZINGER (K. J.), 147.
 HORNBERGER (W.), 279.
 HUGUENIN (R.), 140.

 ICHERT, 280.
 IRWIN (O. C.), 135, 286.

 JOHNSON (I. T.), 287.
 JOHNSON (R. E.), 129.
 JONES (H. E.), 298.
 JOTTEN (K. W.), 295.
 JUNG (A.), 130, 294.

 KAMMER (A. G.), 142.
 KARPOVICH (P.), 125.
 KASPER (W.), 141.
 KEHOE (R. A.), 142.
 KIENLE, 128.
 KING (B. G.), 277, 278.
 KISSEL (P.), 142.
 KLEITZ (M.), 140.
 KLOSTERKOTTER (W.), 127.
 KNIPPING (H. W.), 127.
 KNY (W.), 138.
 KRAFT (J.), 140.
 KRAUT (H.), 277.
 KUNZER (W.), 127.

 LACEY (O. L.), 276.
 LACRONIQUE (G.), 281.
 LAFFITE (Mme), 136.
 LANDEN (H.), 126.
 LEFETZ (M.), 200.
 LEHMANN (G.), 123, 126, 275.
 LESNE (E.), 139.
 LOESCHKE (H.), 278.
 LORMAND (Ch.), 141.
 LOTTIG (H.), 124.
 LUCHINS (A. S.), 287.
 LUCHINS (E. H.), 287.
 LUDEWIG (W.), 140.
 LUFT (U.), 123, 278.
 LUTHY (H.), 124.

 MACKEL (F. O.), 139, 294.
 MARTIN (A. H.), 285.
 MARTINEZ (S.), 1.
 MASSE (J.), 291.
 MASSLER (M.), 282.
 MAURELLI (C.), 297.
 MEGROTH (E. J.), 135.
 MEREDITH (H. V.), 282.
 MEYER (F. A.), 141.

 MICALE (R.), 146.
 MICHAELIS (H. F.), 275.
 MITCHELL (C.), 136.
 MIOTTO (A.), 145.
 MONJE (M.), 126.
 MONNIER, 1.
 MORGAN (H. G.), 285.
 MOTT (S. M.), 135.
 MOUROT (G.), 140.
 MULLER (E. A.), 279.
 MUSATTI (C. L.), 273.

 NAJERA (C.), 1.
 NIESKE (L.), 128.
 NIEUWENHUIZEN (C. L. C.), 127.

 OLEARIUS (K. A.), 276.
 OPITZ (E.), 278.
 OSGOOD (C. E.), 283.

 PANCHERI (G.), 297.
 PARRY (J. B.), 289.
 PARVIS (D.), 290.
 PAVLSEN (M.), 128.
 PECHER (Y.), 142.
 PEIN (V. H.), 141.
 PELARGUS (Z.), 138.
 PELLMONT (B.), 128.
 PERDREAU (M.), 293.
 PERRIN (M.), 142.
 PESTRECOC (K.), 125.
 PIACENTINI (V.), 280.
 PIERQUIN (L.), 142.
 PIÉRON (H.), 271, 276.
 PLUHART, 141.
 PONZO (M.), 273.
 PORTA (V.), 124.
 POSTMAN (L.), 131.
 POYNTZ (L.), 135.
 PROST (J.), 293.

 REED (H. B.), 131, 132.
 RENNES (P.), 299.
 REYNOLDS (E. L.), 282.
 RIESS (B. F.), 147.
 RIKER (B. L.), 274.
 ROBINSON (M. Z.), 298.
 ROBINSON (S.), 139, 294.
 RODGER (A.), 290.
 RONDERO, 1.
 ROSING, 295.
 ROSSING (P.), 296.
 RULFO (F.), 1.

 SAINTVITEUX (J.), 69.
 SAPIRA (B.), 298.
 SCHACHTER (M.), 284.
 SCHLICHTEGROLL (G.), 138.
 SCHMID (J.), 146.
 SCHREIDER (E.), 1.
 SCHULZE (W.), 296.

SCHUPFER (F.), 146.
 SCHWANDER (R.), 130.
 SCHWARZ (L.), 290.
 SEAGOE (M. V.), 286.
 SELTZER (C. C.), 130.
 SEYFARTH (W.), 138.
 SEIBERT (E. W.), 137.
 SENDERS (V. L.), 131.
 SHAGASS (C.), 123.
 SHANNON (J. R.), 274.
 SHAW (A. G.), 275.
 SHIRLEY (M. M.), 135.
 SHOCK (N. W.), 126.
 SIDLAUSKAITE (A.), 132.
 SIMONSON (E.), 143.
 SOLIS QUIROGA (R.), 1.
 SONNE (C.), 145.
 STONE (G. R.), 131.
 STORLIE (A.), 277.
 SZAKALL (A.), 277.
 TELFORD (C. W.), 277.
 THIRY (U.), 140, 141.
 THURSTONE (L. L.), 147, 299.
 TRABATTONI (C.), 146.

TSCHAUDER (S.), 295.
 TURRELL (E. S.), 139, 294.

VERNON (M. D.), 283.
 VIGLIANI (E. C.), 293.
 VIGLIANI (G. A.), 137.
 VOELKER (R.), 130.
 VOLLMER (E.), 277, 278.

WALL (W. D.), 121.
 WASHBURNE (V. Z.), 135.
 WESTON (H. C.), 125.
 WICK (A. N.), 277.
 WILLMON (T. L.), 126.
 WITTE (H.), 293.
 WITTENBORN (J. R.), 123.
 WOHLHUETER (G.), 140.

XYDIAS (N.), 94.

ZAEPER (G.), 127.
 ZIRKLE (G. A.), 132.
 ZUNIGA (M.), 1.
 ZUNINI (G.), 120.

INSTITUT NATIONAL
 D'ORIENTATION
 PROFESSIONNELLE

MANUEL DE PSYCHOLOGIE

TABLE DES MATIÈRES DU TOME XI

ARTICLES ORIGINAUX

	PAGES
R. BONNARDEL et R. SOLIS QUIROGA, avec la collaboration de C. et M. Bassauri, G. Bonnardel, H. Garcia, † P. Gravitz, S. Martinez, Monnier, C. Najera, Rondero, F. Rulfo, E. Schreider et M. Zuniga : <i>Etude biométrique d'un groupe d'Indiens du Mexique (Otomis). I. Recherches psychométriques</i>	1
J. SAINTVITEUX : <i>Contribution expérimentale à l'étude de la fatigue mentale et de l'économie du travail scolaire</i>	69
N. XYDIAS : <i>Un test de criblage de connaissances en mathématiques</i>	94
R. BONNARDEL : <i>Recherche expérimentale sur l'évaluation des « essais professionnels » (Etude statistique des notations d'une série d'épreuves d'ajustage mécanique)</i>	101
R. BONNARDEL : <i>Fiche pour le calcul du coefficient de corrélation de Pearson</i>	109
Fr. BAUMGARTEN : <i>Le caractère et la psychotechnique</i>	153
J.-M. FAVERGE : <i>Les techniques de l'expérimentation dans l'étude du travail</i>	164
C. CHAUFFARD : <i>Essai d'une étude objective du comportement au cours des tests</i>	175
R. BONNARDEL : <i>Intérêt relatif de divers tests de performance en vue du diagnostic de l'adaptabilité d'un groupe d'ouvrières dans les travaux d'usinage mécanique</i>	191
M. LEFETZ : <i>Etude du test de la « souricière » de Mæde</i>	200
R. BONNARDEL et S. JAGUES : <i>Etude des modifications de l'excitabilité musculaire sous l'influence de la fatigue</i>	226

Le gérant : P.-J. ANGOUVENT.



PRESSES UNIVERSITAIRES DE FRANCE

NOUVEAUTÉS :

Eugène DUPRÉEL

Professeur à l'Université de Bruxelles

SOCIOLOGIE GÉNÉRALE

In-8° carré 480 fr.

André WALTZ

ESSAI SUR LA VIE DE CHACUN

In-8° carré 290 fr.

Alexis MOYSE

BIOLOGIE ET PHYSICO-CHIMIE

In-8° carré 240 fr.

R. BOCHNER et Fl. HALPERN

L'APPLICATION CLINIQUE DU TEST DE RORSCHACH

In-8° carré 400 fr.

Pierre NAVILLE

LA FORMATION PROFESSIONNELLE ET L'ÉCOLE

In-8° couronne 150 fr.

RÉIMPRESSION :

Paul GUILLAUME

Professeur à la Faculté des Lettres de Paris

MANUEL DE PSYCHOLOGIE

Nouvelle édition revue et augmentée

In-8° raisin 360 fr.

CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

PUBLICATIONS NON PÉRIODIQUES

DESTOUCHES J.-L. — Principes fondamentaux de physique théorique	850 fr.
LE BOITEUX et BOUSSARD. — Élasticité et photoélasticimétrie.	360 fr.
Gallia : Tome I, épuisé; Tome II, 600 fr.; Tome III, 500 fr.; Tome IV	600 fr.
Manuel des fouilles archéologiques	100 fr.
SEZAMIESKI. — Essai sur les fiefs rentes	250 fr.
Le Magnétisme (3 parties) : I. Généralités et magnéto-optique; II. Ferromagnétisme; III. Paramagnétisme ..	900 fr.
NEUMANN. — Fondement mathématique de la mécanique quantique	500 fr.

VIENT DE PARAÎTRE

MATHIEU. — Sur les théories du pouvoir rotatoire naturel.	300 fr.
ROUSSET. — Diffusion de la lumière	200 fr.
SURUGUE. — Techniques générales du laboratoire de physique. Broché, 900 fr.; relié	1.000 fr.
EUSTACHE. — La province alpine	375 fr.
FREYMAN. — Spectre infra-rouge et structure moléculaire.	200 fr.
DESTOUCHES. — Principe de la mécanique Newtonienne ..	350 fr.
BERTHELOT. — Conférence-rapport : Les noyaux atomiques.	100 fr.

EN PRÉPARATION

CAUCHOIS. — Conférence-rapport : Les manifestations de l'état physico-chimique.	
DAUVILLIER. — Conférence : Variations et origine du rayonnement cosmique.	
FARRY. — Conférence : L'ozone atmosphérique.	
RICHARD (Abbé). — Répertoire des bibliothèques et de catalogues de manuscrits grecs (Collection de l'Institut de Recherche et d'Histoire des Textes.)	
HAGUENAUER. — Trois études sur la linguistique japonaise.	
VACHER. — Techniques physiques de microanalyse biochimique.	
Gallia : Tome V a, tome V b.	

RENSEIGNEMENTS ET VENTE

AU CENTRE DE DOCUMENTATION DU C. N. R. S.

18, rue Pierre-Curie, PARIS (5^e) — Tél. : Odéon 10-01

