

**P. 12 798.B**

**UNIVERSITE DE LIEGE**

---

# **Ouverture Solennelle des Cours**

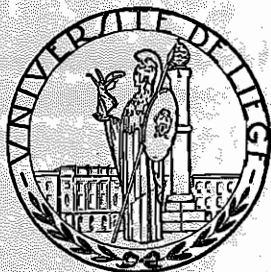
**le 8 Octobre 1938**

---

**Discours de M. le Recteur J. DUESBERG :  
L'ETUDE BIOLOGIQUE DU TRAVAIL**

---

**Rapport sur la Situation de l'Université  
pendant l'Année Académique 1937-1938**



**LIEGE**

**Etablissements PROTIN & VUIDAR, s. a.,**

**519, Rue Saint-Léonard, 519.**

**1938**

UNIVERSITE DE LIEGE

---

**Ouverture Solennelle des Cours**

**8 Octobre 1938**

---

UNIVERSITE DE LIEGE

---

# Ouverture Solennelle des Cours

le 8 Octobre 1938

---

Discours de M. le Recteur J. DUESBERG :  
**L'ETUDE BIOLOGIQUE DU TRAVAIL**

---

Rapport sur la Situation de l'Université  
pendant l'Année Académique 1937-1938



LIEGE

Etablissements PROTIN & VUIDAR, s. a.,  
519, Rue Saint-Léonard, 519.

1938

# L'Etude Biologique du Travail

Il en est sans doute parmi vous, Mesdames et Messieurs, qui ont assisté à la projection de ce film remarquable, intitulé « Les Dieux du Stade » et consacré aux compétitions athlétiques des Jeux Olympiques de Berlin. Ce spectacle a certainement provoqué chez eux des émotions diverses. Impression incontestablement fâcheuse, voire même pénible, que celle produite par les épreuves athlétiques féminines et la course de grand fond, dite de Marathon, 42 kilomètres qui représentent un véritable calvaire. Par contre, même le moins sportif ne peut, je pense, se défendre d'un sentiment d'admiration devant la grâce des discoboles renouvelant un geste vieux de deux mille ans, la prodigieuse envolée des coureurs de vitesse, la détente extraordinaire des sauteurs. De toutes les épreuves, c'est vraisemblablement celle du saut en hauteur qui est pour les non-initiés la plus sensationnelle. On peut en effet légitimement ignorer que couvrir 100 mètres en 10 secondes et une fraction constitue un exploit athlétique remarquable. Par contre, passer la barre placée à 2 mètres 05 au-dessus du sol par la seule détente des muscles est un tour de force que le plus profane peut apprécier, comme il appréciera l'aisance sans pareille déployée par les deux premiers classés de la compétition. Franchir 1 m. 90 n'est pour eux qu'un jeu. Ce n'est qu'à partir de 1 m. 95 qu'ils prennent l'affaire au sérieux et jugent utile de se débarrasser d'un lourd vêtement qu'ils avaient conservé jusque là. Et la projection au ralenti fait mieux ressortir encore l'élégance féline de leurs mouvements.

L'épreuve de vitesse, le 100 mètres, le 200 mètres, c'est comme le saut, le triomphe de la force et de la souplesse, unies dans un beau corps d'athlète. Dans les épreuves plus longues d'autres qualités interviennent : non seulement la résistance physique, mais aussi une véritable science de la course, qui permet de doser l'effort suivant les circonstances. Ici, la compétition prend parfois l'aspect d'un véritable drame. Voyez le 10.000 mètres. Un minuscule Japonais, sur qui reposent tous les espoirs de l'Extrême-Orient, mène la plus grande partie de la course, talonné par trois géants finlandais. Ceux-ci se rapprochent, échangent quelques mots pour préciser la tactique qu'ils vont employer afin de se débarrasser de leur tenace adversaire, puis, se relayant, finissent par l'écoeurer et assurer le triomphe de la race blanche.

Vous vous demandez sans doute, Mesdames et Messieurs, où je veux en venir et si mon intention est d'amener ceux qui ne connaissent pas ce film à le voir à la première occasion. Ce résultat ne me mécontenterait nullement, mais mon but est cependant tout autre. Ce que je voudrais aujourd'hui, c'est examiner sommairement devant vous quelles sont, dans l'état actuel de nos connaissances, les conditions physiologiques requises pour l'accomplissement de pareils exploits : puis, passant de l'étude de ces efforts exceptionnels à celle du travail manuel journalier, tel qu'il est pratiqué dans nos usines et nos chantiers, vous montrer comment l'étude scientifique de l'effort physique peut être utilisée avec profit dans l'industrie.

La première condition que doit remplir l'organisme qui veut se livrer à un travail musculaire intense, c'est un état de parfaite santé. Et ne croyez pas qu'il soit inutile d'y insister. La pratique des exercices violents est parfaitement compatible pendant un certain temps, surtout chez les sujets jeunes, avec l'existence d'une affection organique ou d'une malformation, qui devraient constituer une cause d'interdiction

complète ou partielle. L'examen médical, tel qu'il est maintenant pratiqué par un certain nombre de nos sociétés sportives, a permis de constater que des jeunes gens s'adonnant au sport de compétition, devraient y renoncer parce que porteurs de lésions qui ne peuvent manquer de s'aggraver. Il nous est arrivé à nous-mêmes, au cours de l'examen médical préalable à l'admission à la licence en éducation physique, de trouver chez un jeune homme présentant toutes les apparences de la santé et faisant de la gymnastique depuis de longues années, les symptômes d'une sérieuse altération des reins. Il faut donc souhaiter que la pratique de ces examens se généralise. L'examen médical pré-sportif est un examen clinique général, au cours duquel l'attention doit être spécialement portée sur l'état du cœur, de l'appareil respiratoire sans négliger l'examen de la perméabilité nasale, du rein et sur le dépistage de malformations comme les diverses espèces de hernies. Le rôle du médecin doit être d'éloigner du sport ceux dont la santé peut en souffrir, mais d'y amener au contraire ceux qui pourraient en tirer bénéfice. Ce rôle n'est d'ailleurs pas terminé avec l'examen préalable. Pendant toute sa carrière sportive, et notamment à la suite d'un effort violent, l'athlète doit être l'objet d'une étroite surveillance médicale. Tout récemment, à la suite d'une course de fond organisée en Belgique, il a été procédé, pour la première fois à ma connaissance, à un examen systématique des compétiteurs après la course : la plupart d'entre eux, même les mieux entraînés, ceux qui ont l'habitude de ces efforts, présentaient de l'albuminurie. Sans doute, cette albuminurie n'était que de courte durée. Il n'en reste pas moins certain que cette constatation présente un intérêt capital, et que des examens répétés s'imposent, car jusqu'à preuve du contraire on peut légitimement supposer qu'à la longue une altération définitive de la fonction rénale pourrait s'installer. Ce domaine, encore peu exploré, offre ample matière à recherches ultérieures. Ajoutons que l'effort violent que comporte la compétition sportive devrait être rigoureusement interdit à tout sujet

n'ayant pas atteint l'âge de 18 ans. Pendant la période de croissance, qui est aussi pour beaucoup la période de ce surmenage scolaire contre lequel je me suis déjà élevé à cette tribune, l'activité physique de l'organisme doit être modérée. On ne dira jamais assez de mal de ces compétitions cyclistes qui étaient organisées dans nos villages à l'occasion de la kermesse et ouvertes à tous sans distinction d'âge, sans examen médical préalable. Elles viennent heureusement d'être réglementées : espérons que l'application du nouveau règlement sera rigoureuse.

L'école française, et surtout l'école italienne, attachent une importance considérable au type morphologique de l'individu, établi par des méthodes anthropologiques, et notamment par celle de Viola. Cette méthode, par un nombre peu élevé de mesures fondamentales, permet de déterminer les particularités morphologiques du corps humain et les rapports entre ses parties les plus importantes et les plus significatives. On aboutit ainsi à un classement des individus, qui varie quelque peu suivant les auteurs. D'une manière générale, on s'accorde à distinguer un type allongé, ou longitype, un type trapu ou brachytype et un type mixte ou moyen. Les représentants du premier sont en général les meilleurs coureurs de vitesse et les meilleurs sauteurs ; ceux du second, les leviers de poids et les lutteurs ; les derniers enfin fourniront des athlètes qui excellent dans des sports moins spécialisés. Cette étude permet donc d'orienter un individu vers une activité sportive déterminée. Mais il faut immédiatement faire remarquer que d'autres facteurs interviennent, plus difficiles à mesurer, et notamment l'état neuro-psychique du sujet. La détermination anthropométrique du type fournit donc des indications qui, pour être utiles, n'ont pas cependant une valeur absolue. Elle doit être combinée avec des tests fonctionnels.

Enfin, il ne suffit pas d'être en bonne santé, d'avoir été guidé dans le choix d'un sport : pour pratiquer la compétition sportive, il faut aussi s'y être minutieusement préparé. L'utilité de l'entraînement est un fait évident, démontré par la

pratique journalière. De plus, tout le monde admet, comme une chose toute naturelle, que la répétition d'un exercice rend son exécution plus facile. En réalité, ce phénomène est encore bien mystérieux et son analyse, qui n'est qu'à ses débuts, doit au préalable établir une distinction entre deux catégories d'exercices.

Il y a tout d'abord les exercices qui, pour être exécutés correctement, exigent une succession de mouvements complexes et rigoureusement coordonnés qui sont devenus de véritables réflexes, c'est-à-dire qui sont passés du conscient dans l'inconscient. Ce n'est qu'après un long et patient apprentissage que le coureur de 110 mètres haies s'assimile la cadence alternée du saut et de la course qu'exige cette compétition, au point qu'elle lui devient toute naturelle même au moment de l'effort le plus violent, ou que le nageur de crawl exécute dans le rythme approprié les mouvements des bras et des jambes qui caractérisent cette nage, sans plus devoir y réfléchir. Des phénomènes analogues s'observent dans d'autres exercices, en dehors de la compétition sportive, par exemple chez le pianiste virtuose : après de longues années de travail, sa technique s'est développée au point que les mouvements si rapides et extraordinairement précis qu'elle comporte (nous ne tolérons au concert qu'un nombre infime de fausses notes), sont devenus des réflexes, et ce n'est que parvenu à cet état de perfection que le virtuose peut se concentrer tout entier dans l'interprétation. Nous pouvons donc conclure que par la répétition d'un exercice, les voies nerveuses mises en jeu dans son exécution deviennent en quelque sorte plus perméables. Par contre, de ce phénomène d'observation si habituel qu'il nous paraît tout naturel, il faut avouer que nous ne connaissons aucune explication et que les modifications engendrées dans le système nerveux par la répétition de mouvements nous échappent encore complètement.

Il y a ensuite les exercices violents, qui peuvent, comme dans certains exemples que je viens de citer, se superposer



aux précédents. Ici le problème se pose d'une manière différente. L'entraînement à l'effort violent a pour résultat des modifications de l'organisme, qui lui permettent non seulement de produire plus facilement cet effort, mais encore de reculer la limite de ses capacités, d'augmenter son endurance. Dans ce domaine, quelques faits sont connus. Avant d'en parler, énumérons les phénomènes que l'on observe chez tous ceux, entraînés ou non, qui viennent de se livrer à un exercice violent.

Deux de ces phénomènes sont d'observation facile : l'accélération du rythme respiratoire et celle du rythme cardiaque. Le rythme respiratoire, qui est au repos chez l'homme normal de 16 à 20 mouvements par minute, passe au double, ou même davantage et cette accélération a pour résultat d'amener dans le poumon, au contact de la circulation, une plus grande quantité d'air et par conséquent d'oxygène, qui est le gaz vital. Le cœur, lui, chez l'homme normal et au repos, bat à raison de 72 à 80 pulsations par minute et peut atteindre, après un effort très violent, plus de 200 pulsations.

A côté de ces modifications faciles à constater, il en est d'autres, plus difficiles à saisir et qui nécessitent souvent des analyses délicates. La consommation de l'oxygène par les tissus, le phénomène interne de la respiration, subit une augmentation considérable. La composition du sang s'altère. Le sucre sanguin peut diminuer de moitié dans un effort prolongé et cette diminution entraîne une sensation de faim et d'épuisement, du tremblement, parfois des troubles visuels, que l'ingestion de la substance peut dissiper rapidement. Par contre, l'acide lactique, qui est un produit de déchet, subit une augmentation, qui varie avec la nature et la durée de l'effort. J'ai déjà signalé tout à l'heure l'altération des fonctions rénales, se traduisant par la présence d'albumine. La température du corps, qui normalement varie dans de faibles limites, peut subir une forte élévation, surtout si l'air est chaud et humide, au point de produire l'accident, parfois

fatal, connu sous le nom de coup de chaleur. Enfin la sécrétion des glandes endocrines est également influencée.

D'une manière générale, on peut dire que toutes ces modifications de l'organisme se présentent sous un aspect différent suivant que l'on a affaire à des sujets entraînés ou non entraînés. Je ne passerai pas en revue chacun des facteurs que je viens d'énumérer, car cet exposé serait très long et exigerait des explications techniques compliquées. Qu'il me suffise de prendre un exemple, le plus simple, celui du comportement du cœur suivant le degré d'entraînement. L'accélération du cœur se fait chez tous les sujets dès le début du travail. Chez certains, on l'observe même avant l'exercice, sous l'influence de facteurs émotionnels. Éliminant cette influence et examinant au repos des athlètes et des sujets non entraînés, on constate une différence très marquée : les derniers ont le rythme de 72 à 80 pulsations, considéré comme normal, chez les premiers, le pouls est beaucoup moins fréquent et bat à 60 pulsations et moins. Voyons maintenant ce qui se passe pendant l'effort. Pour un exercice standard d'intensité moyenne, le rythme cardiaque chez le sujet non entraîné s'accélère constamment, jusqu'à une limite qui ne peut être dépassée, et qui une fois atteinte, impose bientôt la cessation de l'effort. Le pouls de l'athlète au contraire atteint pour le même exercice un niveau constant. De plus, l'accélération est chez le sujet non entraîné plus grande d'une manière absolue, mais plus petite relativement au nombre des pulsations au repos. En d'autres termes, lorsque ce sujet, de 80 passe à 200 pulsations, il n'a pas augmenté son activité cardiaque dans la même proportion que l'athlète, qui partant de 60 contractions et atteignant 180, l'a triplée. Enfin le retour à la normale est beaucoup plus rapide chez l'homme entraîné. Voici une observation qui illustre bien ce que je viens de dire. Elle a été faite aux États-Unis sur deux groupes de jeunes gens, les uns non entraînés, les autres, au nombre de cinq, spécialistes de distances de 1 à 2 milles anglais, soit 1.600 et 3.200 mètres, deux recordmen du monde et trois champions olympiques, tous

en bonne forme. On procéda à trois épreuves sur le tapis roulant.

1. — Une marche de 15 minutes à l'allure de 5 kilomètres 600 à l'heure, sur une pente de 9 % : le pouls des athlètes ne dépassa pas 110 pulsations, tandis que le cœur des sujets non entraînés battait à 134 et la décélération était chez les premiers de 34 pulsations dans les 30 premières secondes après l'arrêt, tandis que les autres ne diminuaient que de 19 pulsations.

2. — Une course de 5 minutes à l'allure de 11 kilomètres 300 sur la même pente, et cette seconde épreuve était assez dure pour que le cœur des hommes non entraînés dût battre au maximum, à près de 200 contre 171 chez les athlètes.

Enfin, une dernière épreuve, très dure et que seuls les athlètes purent entreprendre, une course de 5 minutes à l'allure de 18 kilomètres 700 sur une pente de 4 % : la moyenne du nombre des pulsations était de 189, mais la décélération se fit rapidement malgré l'effort considérable qui avait été fourni, puisque après une minute, une diminution de 60 battements était enregistrée.

Il résulte de ces expériences que le rythme cardiaque subit chez les sujets entraînés des modifications très nettes, moindre fréquence au repos, accélération moindre dans l'effort, niveau constant pour un travail déterminé, retour plus rapide à l'état normal. De plus, le débit du cœur peut passer de 4 à 30 litres de sang par minute, et l'organe subit une hypertrophie qui n'a rien de pathologique : car le cœur est un muscle et, comme tous les muscles, il se développe par l'exercice. L'entraînement produit donc des modifications physiologiques importantes dans l'appareil circulatoire. Il en détermine aussi, et je me borne à le signaler, dans d'autres appareils. En ce qui concerne le mécanisme exact de ces modifications, bien des points sont encore mystérieux et demandent de nouvelles recherches. Le point de départ, si je puis

ainsi m'exprimer, c'est-à-dire la constitution individuelle, présente d'ailleurs d'importantes variations. Parmi les athlètes observés au cours de l'expérience que je viens de relater, il en est un, Lash, recordman du monde des deux milles, qui apparaît comme un organisme d'une plasticité extraordinaire et doué d'une manière exceptionnelle pour ce genre d'effort. A l'état normal, son pouls bat à 54. Une course très dure le porte à 180, alors que celui des autres athlètes est passé à 190. Sa décélération est extraordinairement rapide : après deux minutes, il est tombé à la moitié. Enfin le régime d'oxygénation de ses tissus est très supérieur à celui des autres athlètes examinés en même temps que lui : le sang de Lash, à l'issue de la course de 5 minutes à 18 kilomètres 700 à l'heure sur une pente de 4 % ne contenait par litre que 47,5 mmgr d'acide lactique, ce déchet dont nous avons parlé, contre 73 mmgr chez ses camarades aussi bien entraînés que lui. Dans l'état actuel de nos connaissances, on ne peut que constater ces faits, sans pouvoir les expliquer.

Toujours à propos des effets de l'entraînement, d'autres expériences ont permis des constatations intéressantes.

Des observations de Christensen il résulte que, pour un travail standard, l'accélération cardiaque est moins forte si l'entraînement a été fait à un niveau supérieur au standard. Un sujet exécutant chaque jour un travail de 1.200 kg/minute présente après 12 jours une réduction du pouls maximum qui tombe de 192 à 171 pulsations. Dans une période d'entraînement ultérieure, le même sujet est soumis à un effort plus dur : 1.440 et 1.680 kg/minute. Si on revient alors au travail initial, 1.200 kg/minute, le rythme cardiaque ne dépasse plus 142, soit une réduction de 50 pulsations sur le pouls du début et de 29 pulsations sur le résultat obtenu à la suite de la première période d'entraînement. Cette constatation permet la conclusion suivante : pour entraîner un sujet à un effort déterminé, il faut lui faire fournir un effort supérieur, ce qui est contraire aux idées généralement acceptées.

Autre phénomène très curieux : l'influence de l'entraînement ne paraît valable que pour le genre d'exercice pour lequel le sujet est entraîné, elle est limitée aux groupes musculaires mis en jeu dans cet exercice. Un champion d'aviron est capable de terminer une course de cinq minutes à l'allure de 11 kilomètres 600, cote 9 %, sur le tapis roulant, mais l'épuisement est total et le rythme cardiaque atteint 210 pulsations. Ce résultat est de loin inférieur à celui des coureurs à pied. Par contre, notre rameur, placé sur la machine à ramer, termine aisément une épreuve de 5 minutes avec un pouls de 172, alors que les coureurs à pied, soumis au même test, sont complètement épuisés.

Enfin, il semble que les effets de l'entraînement persistent encore pendant de longues années. Dans des expériences faites sur des athlètes ayant depuis longtemps abandonné la compétition, on constate, après un effort modéré, une accélération beaucoup moins considérable et une décélération beaucoup plus rapide du pouls que chez un sujet qui ne s'est jamais livré à des exercices violents. L'adaptation de l'appareil circulatoire à l'effort s'est conservée.

A cette question de l'entraînement, c'est-à-dire de la préparation à l'exercice violent, se rattache celle du régime alimentaire. Comme les hydrates de carbone, c'est-à-dire les substances analogues au sucre, sont les principales sources de l'énergie musculaire, il semble indiqué d'augmenter leur proportion dans le régime de l'athlète. Mais la constitution d'une réserve suffisante demande plusieurs jours : absorber, comme on le voit souvent faire, une forte dose de sucre immédiatement avant un effort, est par conséquent inutile. Et s'il faut plusieurs jours pour constituer ces réserves, on conçoit que des compétitions répétées à de brefs intervalles diminuent le rendement du sujet.

★  
★★

S'il est d'une manière générale plus violent, l'effort fourni par l'athlète ne diffère pas essentiellement de celui du tra-

vailleux manuel, et ce que nous venons de dire du premier peut aussi s'appliquer au second.

Il est évident que l'ouvrier doit lui aussi être bien portant pour accomplir son travail. De nos jours, la création de nombreux hôpitaux et dispensaires, les organisations mutuellistes, ont considérablement relevé le niveau de la santé publique, et un examen médical préalable à l'embauchage est pratiqué dans nos usines.

D'autre part, la classification anthropométrique répartissant les hommes en types adaptés à certains efforts, peut aussi trouver son utilisation dans les industries, où s'accomplissent des efforts violents. On pourrait objecter qu'une sélection s'établit à l'usage et que tout naturellement l'homme trapu et bien musclé sera réservé aux travaux de force : je pense qu'une sélection préalable serait préférable et permettrait d'éviter des mécomptes et des accidents.

Enfin, les renseignements fournis par l'étude des modifications dues à l'entraînement et par celle du régime alimentaire peuvent aussi avoir leur application dans l'industrie. Si les hydrates de carbone sont indiqués pour l'athlète, ils le sont aussi pour l'ouvrier qui exécute des travaux durs et pénibles. Et si la reconstitution des réserves de combustible musculaire exige un temps assez long, il en résulte que pour cet ouvrier, un dosage adéquat des périodes de travail et de repos doit être étudié.

Indépendamment de ces problèmes d'ordre général, la physiologie industrielle pose des problèmes spéciaux, qui varient suivant les industries et les conditions locales, et dont la solution peut rendre les plus grands services. Parmi les laboratoires qui se sont créés à l'étranger pour étudier ces questions, l'un des plus féconds est le Fatigue Laboratory de l'Université de Harvard, ainsi dénommé parce que ses fondateurs envisageaient d'étudier tout spécialement le phénomène de la fatigue. Longtemps on a cru que cette sensation pénible

était due à la formation d'une toxine spéciale s'accumulant dans le sang. Des études plus poussées ont montré que le mot fatigue désigne des phénomènes divers, conséquences d'états physiologiques très différents, qui n'ont de commun que ceci : la sensation de fatigue traduit une tendance à la rupture de l'équilibre de l'organisme en un point quelconque. On savait déjà que la fatigue mentale de l'intellectuel est différente de la fatigue du travailleur manuel. Il y a une fatigue qui résulte d'un manque d'intérêt au travail, qui n'est qu'une forme de l'ennui. En ce qui concerne la fatigue physique; ses causes varient suivant la nature de l'effort produit. Après un effort de courte durée, mais extrêmement violent, une course de vitesse, par exemple, elle est due au manque d'oxygène dans les tissus. Dans un travail prolongé, ce n'est pas ce facteur qu'il faut incriminer, mais l'épuisement des réserves du combustible musculaire. La fatigue ressentie dans la station debout prolongée a pour cause l'accumulation de lymphes dans les membres inférieurs et l'obstacle apporté à la circulation de retour. Dans le travail accompli à une température élevée, on a pu démontrer, comme nous allons le voir dans un instant, que c'est l'accumulation de sang dans la peau et éventuellement les pertes de l'organisme en chlorure de sodium qui sont la cause de phénomènes extrêmement pénibles et parfois très graves.

Je suis ainsi conduit à vous décrire quelques expériences que le laboratoire de Harvard fut amené à faire et à vous montrer par la même occasion l'intérêt pratique de ces recherches.

On sait que l'homme a une température qui ne varie que dans de faibles limites et qu'il maintient ce niveau constant dans une atmosphère chaude par l'évaporation de la sueur qu'il produit. Si l'air est humide, l'évaporation est entravée, la température interne monte, le sujet ressent un malaise qui peut aboutir à la perte de connaissance et même à la mort.

Le laboratoire de Harvard fut amené à étudier ces phénomènes de plus près dans la région du Canal de Panama, région chaude et très humide, et le résultat le plus frappant de ces observations fut de montrer que dans ces conditions, le rythme cardiaque est accéléré dans une notable proportion. En d'autres termes, à travail égal, le cœur, dans ce milieu humide, doit fournir un effort beaucoup plus considérable que dans un milieu sec. Conclusion pratique : on ne peut attendre ni exiger de l'homme qui travaille sous les tropiques (ou, ce qui revient au même, dans une atmosphère chaude et humide) un effort égal à celui qu'il est capable de produire dans d'autres conditions. L'organisation du travail aux colonies ou dans des usines réalisant un milieu analogue doit tenir compte de cette constatation.

L'effet débilitant de la chaleur humide sur l'organisme humain peut encore être démontré dans d'autres conditions. Le Département des gaz de combat, aux Etats-Unis, cherchait un type de vêtement destiné à protéger le soldat contre l'ypérite et songeait à employer une toile huilée présentant ce double avantage d'être très légère et d'empêcher le gaz nocif d'entrer en contact avec la peau, mais complètement imperméable. Ce tissu s'oppose à l'évaporation de la sueur et place l'homme qui le porte dans une atmosphère saturée d'humidité. Des expériences comparatives furent faites. Un soldat en uniforme de laine et portant la charge normale, mais non revêtu du tissu huilé, peut accomplir sans difficulté une marche de 3 heures, à l'allure de 4 kilomètres; coupée de deux repos de dix minutes : à la fin de l'épreuve, il n'éprouve pas de fatigue et son pouls bat à 110. Par contre, celui qui accomplit le même effort avec le vêtement imperméable, termine très fatigué et son rythme cardiaque s'est fortement accéléré : il atteint 175 pulsations. Dans ces conditions, le système circulatoire est donc soumis à une dure épreuve. La température de la peau est à peine inférieure à la température interne par suite de la



dilatation des vaisseaux cutanés et, en conséquence, les muscles sont moins irrigués et reçoivent moins d'oxygène. Il importe donc, s'il est impossible de concevoir un vêtement qui protège contre le gaz et permette en même temps l'évaporation de l'eau, de tenir compte des conditions défavorables que ce vêtement crée pour l'organisme dans l'évaluation de l'effort que ce dernier peut fournir.

Le travail dans une atmosphère très chaude, mais sèche, a soulevé lui aussi des problèmes intéressants. La question s'est posée d'une manière impérieuse à l'occasion d'accidents survenant fréquemment dans certaines usines métallurgiques et dans les chantiers du barrage du Colorado : crampes extrêmement pénibles, phénomènes de prostration pouvant dans les cas graves entraîner la mort. Le Boulder Dam, établi sur le cours du fleuve Colorado dans le but d'irriguer une partie de la Californie, fut construit dans une région où l'air est extrêmement sec, mais où la température est très élevée : dans le fond de la vallée, elle peut atteindre le jour jusque 45 degrés et ne descend pas la nuit en dessous de 38. Les accidents mortels étaient nombreux. En étudiant attentivement ces phénomènes sur les ouvriers employés dans le chantier et sur eux-mêmes, les physiologistes américains arrivèrent aux conclusions suivantes. Grâce à la sécheresse de l'air, le corps est capable de maintenir sa température par une évaporation abondante de sueur. Mais la sueur contient du chlorure de sodium, qui est éliminé en quantité considérable si la transpiration est profuse. Dans ce cas, ce n'est pas, comme sous l'influence de la chaleur humide, l'appareil circulatoire qui est affecté, ce sont les réserves d'eau et de sel de l'organisme qui s'épuisent. En ce qui concerne les premières, la sensation de soif nous pousse à les renouveler par l'ingestion de plus grandes quantités liquides. Quant aux secondes, aucune sensation ne nous en avertit, contrairement à ce qui se passe chez les herbivores qui eux, éprouvent le besoin de manger du sel, et nous ne cherchons pas à les réparer. Ces pertes en eau et en

sel varient d'ailleurs avec les individus : l'élimination de la sueur et son contenu en chlorure de sodium présentent des différences notables et il va de soi que les sujets qui perdent le plus de sel sont aussi ceux qui sont les plus exposés aux accidents. On constate aussi chez certains une adaptation, qui a pour conséquence une réduction des pertes.

Le remède s'imposait. Jusque là, les travailleurs du chantier s'étaient bornés d'instinct à boire en abondance. Ils suppléaient ainsi à la perte de liquide, mais non à la perte de chlorure de sodium. On leur donna du sel, et les accidents ne se produisirent plus. Il fallut à la vérité quelques tâtonnements pour trouver la méthode la plus sûre d'imposer la ration nécessaire. On commença par distribuer des tablettes de sel, mais, soit négligence, répugnance ou préjugé, les travailleurs ne les ingéraient pas régulièrement. On fut ainsi amené à ajouter du sel à toutes les boissons. A partir de la seconde année de l'entreprise, un autre moyen fut également employé. Au début, les hommes dormaient au voisinage du chantier, dans le fond de la vallée, où règne jour et nuit, comme nous l'avons vu, une température très élevée. Dans ces conditions, l'organisme n'avait pas la moindre chance de retrouver son équilibre physiologique. On transporta les dortoirs sur le plateau, à 500 mètres au-dessus du chantier, où la température est de plusieurs degrés inférieure à celle du fond et ce simple changement, joint au traitement par le sel, fit merveille.

Des accidents analogues, crampes, collapsus parfois avec issue fatale, avaient été signalés dans les usines métallurgiques de Youngstown. Les conditions atmosphériques y étaient identiques à celles du chantier du Boulder Dam : air très chaud et très sec. Là aussi, l'usage de boissons salées rétablit la situation. Chose curieuse : le personnel de l'usine avait remarqué que dans un atelier les accidents étaient très rares et il mettait cette immunité sur le compte de l'emploi de l'eau d'une source voisine. Une analyse montra que l'observation était juste : l'eau de cette source contenait une proportion

notable de sel, et en la buvant, les travailleurs réparaient sans s'en rendre compte les pertes que leur organisme avait subies.

Ces quelques exemples suffisent pour faire comprendre ce que l'industrie peut attendre d'une collaboration avec un laboratoire de physiologie du travail. Je pourrais les multiplier. De nombreux mémoires ont en effet paru sur ces questions, non seulement aux Etats-Unis, mais encore dans d'autres pays. L'un des plus anciens laboratoires de ce genre est celui de Copenhague, dirigé par le professeur Krogh, dont les remarquables travaux lui ont valu le prix Nobel. En France, il faut citer les professeurs Merklen à Nancy, Hédon à Montpellier, Soula à Toulouse, Laugier au Conservatoire des Arts et Métiers de Paris. En Allemagne, le centre le plus important est celui du professeur Atzler à Dortmund. La Russie a créé le Laboratoire du Travail à Charkow et l'Institut de psychophysiologie du Travail à Moscou ; le Japon, l'Institut de la Science du Travail de Tokyo. Tous ces laboratoires travaillent en collaboration avec l'industrie et beaucoup d'entre eux sont subsidiés par celle-ci. Montrons encore par un exemple comment l'étude approfondie des conditions du travail manuel, envisageant jusqu'à la forme des outils employés, peut être profitable. Il y a quelques années, le professeur Laugier fut invité par les compagnies de chemins de fer français à étudier le type de fourche le mieux adapté à la manipulation du ballast des voies ferrées. Tenant compte de toute une série de facteurs, la forme et le poids de la fourche, la longueur du manche, le type standard de l'ouvrier français, Laugier établit que la consommation d'oxygène, mesure de l'effort accompli, peut présenter des variations atteignant jusque 25 % suivant le modèle employé pour un même poids de ballast transporté.

Enfin, toutes ces recherches ont souligné l'influence de l'âge sur l'appareil circulatoire et par conséquent sur le rendement de l'individu. Le cœur d'un homme de 50 ans ne peut plus dépasser 150 pulsations. Si l'on exige de lui un effort qui

porte le rythme cardiaque à 140, on est tout près du maximum, tandis que chez le jeune homme de 20 ans, qui peut atteindre et même dépasser 200 pulsations, il existe encore une marge considérable.

Aux questions de physiologie industrielle se rattachent celles de la sélection professionnelle, par exemple des candidats à l'emploi de conducteurs de véhicules, telle qu'elle est pratiquée en France pour les mécaniciens des trains et à Liège par la Compagnie des Tramways Unifiés. L'emploi de ces épreuves de sélection s'impose d'autant plus que la marche des véhicules est plus rapide. En France, les tests employés par Laugier permettent d'éliminer un certain nombre de candidats, de réserver à d'autres la conduite de trains de banlieue ou de marchandises et de choisir ceux qui présentent les qualités nécessaires pour être placés sur des rapides.

Nous avons à Liège un laboratoire, dépendant de notre Institut supérieur d'Éducation physique, où toutes les questions relatives aux diverses formes du travail humain peuvent être étudiées et qui est placé sous la compétente direction de notre collègue, le docteur Lucien Brouha. Ce laboratoire peut rendre de grands services à notre région industrielle et il intéresse tout spécialement notre Faculté des Sciences appliquées, où sont formés les hommes qui seront appelés à diriger le travail dans nos usines. Il importe d'insister sur un point : à côté des problèmes de physiologie générale du travail, il existe des problèmes spéciaux à chaque région. La première tâche à accomplir est de préciser les caractéristiques biologiques, les réactions, la résistance de l'ouvrier de notre bassin. Il s'agit, non plus d'étudier l'homme d'une manière générale, mais l'homme de notre région, en tenant compte de ses habitudes, de sa psychologie, de son régime alimentaire, des installations industrielles locales. C'est là une étude de longue haleine, mais combien féconde. Dans le domaine industriel, elle aboutira à améliorer les conditions du travail, à réduire la fatigue, sans nuire à la production. Du point de vue social,

elle aura pour résultat de faire du travailleur manuel le collaborateur de l'ingénieur et du physiologiste : résultat important, car il ne faut pas oublier que l'homme n'est pas une machine, et qu'il ne suffit pas de lui assurer des conditions matérielles idéales pour qu'il s'applique de tout cœur à son travail.

Je voudrais à ce propos, et pour terminer, relater brièvement une intéressante expérience qui fut conduite par le professeur Mayo et ses collaborateurs du Fatigue Laboratory de Harvard dans une des usines de la Western Electric Company, de 1927 à 1932. Cinq jeunes filles, ouvrières expérimentées dans le montage de relais, furent placées dans un atelier particulier. Assises l'une à côté de l'autre à une longue table et devant prêter à leur travail une attention soutenue, elles pouvaient difficilement engager une conversation générale : ce n'est qu'entre voisines immédiates que des relations suivies pouvaient s'établir. Pendant toute la durée de l'expérience, ces cinq jeunes filles furent en rapport constant avec les expérimentateurs : ceux-ci eurent avec elles de nombreuses conversations au cours desquelles une atmosphère de confiance réciproque s'établit. Ainsi put être recueillie une documentation complète sur les sentiments des ouvrières, leurs soucis, leurs déceptions, leurs espoirs, aussi bien à l'usine que dans la vie privée.

L'atelier en question avait été aménagé de telle sorte que l'on pût modifier la température ou le degré d'humidité de l'air. On fit également varier la durée et le rythme des périodes de travail et de repos. Toutes ces modifications furent sans influence sur le résultat. Bien que les jeunes filles ainsi mises en observation fussent invitées à ne pas se hâter, à ne pas chercher à augmenter leur production, celle-ci ne cessa de s'accroître pour atteindre une augmentation de 30 % en moyenne. La courbe n'est cependant pas régulièrement ascendante et, chose remarquable, les chutes ne coïncident pas avec les modifications intentionnellement apportées aux conditions

matérielles, qui nous l'avons dit, sont sans effet, mais avec des changements capables d'affecter les sentiments de ces jeunes filles, tant à l'usine que dans leur vie privée. Il suffisait par exemple, d'invertir les places à la table de travail, de rompre par conséquent des relations cordiales établies par un voisinage immédiat prolongé et d'en créer de nouvelles, pour voir s'affaiblir le rendement. Cette expérience montre qu'une ambiance sympathique a une influence considérable sur la qualité du travail et que dans l'organisation des usines, le facteur psychologique, la réaction de l'individu au milieu social doivent être sérieusement pris en considération.

---