

Application, dans les chantiers chauds, des résultats de l'étude scientifique du travail humain

par J. SAUCEZ,

Attaché au Centre de Formation postuniversitaire
pour Ingénieurs de charbonnages près la Faculté Polytechnique de Mons.

SAMENVATTING

Het artikel handelt over de invloed van temperatuur en vochtigheid op de houding van de arbeider en maakt gewag van een praktische methode, die gebaseerd is op algemeen aanvaarde wetenschappelijke feiten, en een dubbel resultaat oplevert :

1. de veiligheid van de arbeider, blootgesteld aan hoge temperaturen, wordt gewaarborgd ;
2. de verdelende rechtvaardigheid wordt in acht genomen, zodanig dat een arbeider, tewerkgesteld in een warme werkplaats, op dezelfde wijze als een andere, die in meer gematigde omstandigheden werkt, beveiligd wordt tegen oververmoeidheid.

De moeilijkheden die het organisme ondervindt hangen niet allen af van de thermische belasting maar hebben ook andere oorzaken. De beschreven methode maakt het mogelijk deze globale belasting naar waarde te schatten met behulp van eenvoudige criteria, zodat de hoeveelheid van het gevraagde werk kan beperkt worden in functie van de klimatologische omstandigheden en de min of meer afmattende aard van het werk zelf.

De vermindering van activiteit waartoe op deze wijze wordt besloten, en die voor doezl heeft het thermisch evenwicht van het lichaam te behouden, moet bekomen worden door middel van een aantal rustperiodes verdeeld over gans de dienst, en niet door middel van een gezamenlijk toegestane rustperiode op het einde van de dienst, vermits deze dikwijls te laat komt.

De nota wordt vervolledigd met enkele volledig uitgewerkte cijfervoorbeelden van deze methode, die thans in de meeste grote Belgische mijnen ingang heeft gevonden, dank zij het Centrum voor Postuniversitaire Vorming voor Ingenieurs van Kolenmijnen.

RESUME

L'exposé précise l'influence de la température et de l'humidité sur le comportement du travailleur et fait part d'une méthode pratique, basée sur des données scientifiquement établies, répondant à un double objectif :

1. assurer la sécurité du travailleur exposé aux hautes températures ;

2. assurer la justice distributive de telle sorte que le travailleur occupé dans un chantier chaud soit à l'abri de surmenage dans la même mesure qu'un autre bénéficiant de conditions d'ambiance plus favorables.

La charge subie par l'organisme dépend de la contrainte thermique mais aussi des autres causes de fatigue. La méthode décrite permet d'évaluer cette charge globale à partir de critères simples et de réduire en conséquence la quantité de travail réalisé en fonction des conditions climatiques et du caractère plus ou moins pénible du travail.

Pour maintenir l'équilibre thermique du corps, la réduction d'activité ainsi déterminée se traduit par des repos répartis sur tout le poste, et non par un repos accordé globalement après le travail car il surviendrait trop tard.

La note est complétée par quelques exemples chiffrés complets d'application de la méthode, qui est maintenant implantée dans la plupart des mines belges importantes, à l'initiative du Centre de Formation Postuniversitaire pour Ingénieurs de Charbonnages.

INHALTSANGABE

Der Aufsatz legt den Einfluss von Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf das körperliche Befinden des Arbeiters dar und entwickelt dann eine auf wissenschaftliche Erkenntnisse gestützte praktische Methode, die ein doppeltes Ziel verfolgt :

1. Sicherheit des Arbeiters unter hohen Temperaturen ;

2. Lohnbestimmung, so dass ein an heißen Betriebspunkten eingesetzter Arbeiter ebenso gegen Ueberanstrengung geschützt ist wie ein anderer, der an einem klimatisch günstigeren Arbeitsplatz tätig ist.

Die Beanspruchung des Organismus hängt von der Wärmeeinwirkung und anderen Ermüdungsursachen ab. Nach der beschriebenen Methode ist es möglich, die Gesamtbelastung des Organismus aufgrund einfacher Kriterien festzustellen und das Ausmass der zu verrichtenden Arbeit dementsprechend, abhängig von den klimatischen Bedingungen und dem Schwierigkeitsgrad der Arbeit, einzuschränken.

Zur Aufrechterhaltung des thermischen Gleichgewichts im Körper muss die so bestimmte Einschränkung der Arbeitstätigkeit in Form kurzer, über die ganze Schicht verteilter Pausen erfolgen und nicht durch eine längere Ruhezeit nach der Arbeit, die zu spät käme.

Der Aufsatz wird ergänzt durch einige vollständige Zahlenbeispiele der Anwendung der Methode, die neuerdings auf Anregung der Zentralstelle für die berufliche Fortbildung von Bergingenieuren in den meisten grösseren belgischen Gruben eingeführt worden ist.

Le problème du travail humain dans les chantiers chauds a reçu en Belgique une solution qui nous paraît satisfaisante à la fois sur le plan pratique et par sa rigueur scientifique.

La méthode, appliquée par le Centre de Formation Postuniversitaire pour Ingénieurs de charbonnages, fonctionnant sous la direction scientifique de M. R. Vanhaesendonck, tient compte en effet d'impératifs d'ordre physiologique qu'elle prétend satisfaire. Le cas du travail dans les milieux à haute température s'intègre d'ailleurs dans le cadre plus général de l'étude du travail humain.

Cette méthode a été introduite en charbonnages en 1956 et, à l'heure actuelle, elle est implantée dans la plupart des mines belges.

RAPPEL DE QUELQUES NOTIONS DE L'ETUDE QUANTITATIVE DU TRAVAIL HUMAIN

L'activité d'un ouvrier au travail, indépendamment de sa qualification, c'est-à-dire du niveau des

SUMMARY

The report gives details of the effect of temperature and humidity upon the workman's behaviour and explains a practical method, based on scientifically obtained data, satisfying a twofold purpose :

1. To ensure the safety of the workmen exposed to high temperatures ;

2. To ensure distributive justice so that the workman employed in a hot working place is protected against strain to the same extent as another workman who enjoys more favourable working conditions.

The strain supported by the organism depends on the thermic stress but also on other causes of fatigue. The method described makes it possible to assess this global strain on the basis of simple criteria and consequently to reduce the amount of work achieved in function of the climatic conditions and the more or less arduous nature of the work.

To maintain the thermic balance of the body, the reduction of activity thus determined is accomplished by rest periods at intervals throughout the shift, and not by rest time granted globally after the work, as it would then be too late.

The report is completed by some examples with figures of the application of the method, which is now in current use in most of the important Belgian mines, through the initiative of the Centre of Post-Graduate Courses for Coal-Mining Engineers.

qualités professionnelles requises par sa fonction, est caractérisée par trois critères principaux :

- le caractère plus ou moins pénible des travaux exécutés ;
- le rythme ou l'allure de l'opérateur, c'est-à-dire sa vitesse d'exécution et l'efficacité du mode opératoire ;
- la fréquence et l'importance des repos qu'il s'accorde.

Le premier de ces facteurs est une caractéristique du poste de travail et, à ce titre, indépendant du travailleur. En revanche, l'opérateur peut, dans une majorité de cas, régler à son gré son allure et l'importance de ses moments de restauration physique et physiologique.

Le travail doit donc être organisé de telle sorte que la combinaison des trois facteurs susmentionnés ne conduise en aucun cas à une fatigue excessive du travailleur.

En bonne logique, la fréquence et l'importance des repos doivent être d'autant plus grandes que

les travaux sont plus pénibles. C'est la raison pour laquelle les spécialistes de l'étude du travail se sont attachés depuis plusieurs dizaines d'années à déterminer judicieusement l'importance des repos en fonction de la nature des opérations effectuées. Nous possédons maintenant le recul nécessaire et un champ d'expérience suffisamment vaste pour pouvoir attribuer les coefficients de repos adéquats pour tous les travaux du fond de la mine, quelles que soient les conditions particulières du travail.

Comme nous le montrerons plus loin, ces coefficients de repos (dit alloué) ne correspondent pas à la situation que l'on trouverait à la limite de fatigue de l'ouvrier.

On définit en effet, comme activité normale, celle d'un opérateur moyen, parfaitement entraîné au mode opératoire exigé, travaillant à l'allure normale et prenant les repos alloués.

Cette activité normale se situe bien en dessous de l'activité optimum.

Un travailleur moyen est capable de maintenir une activité de 40 % supérieure à l'activité normale, sans qu'il en résulte de surmenage. Ainsi, si l'activité normale est évaluée 1, l'activité optimum atteint 1,4.

Toutes les données dont nous ferons état se rapportent à l'activité normale. Elles ne sont donc pas relatives à ce qu'un travailleur est capable de fournir en régime sans dommage pour sa santé, mais tiennent compte d'une marge de sécurité de 40 %.

En fait, les ouvriers peuvent dépasser l'activité normale, soit en travaillant à une allure plus élevée que la moyenne, soit en ne prenant pas tous les repos alloués.

COEFFICIENTS DE REPOS DANS DES CONDITIONS NORMALES DE TEMPERATURE

Ces coefficients s'expriment sous la forme $1 + k$, le terme k représentant le rapport, en %, entre le temps de repos alloué et le temps de travail proprement dit, si celui-ci est effectué à l'allure normale.

Pour des conditions normales de climat, ces coefficients prennent des valeurs s'échelonnant à partir de 1,08 jusqu'à 1,50 et même plus pour les travaux anormalement lourds.

On en trouvera ci-dessous quelques exemples d'application au fond :

- 1,08 marche libre en palier sur sol uni ;
- 1,10 marche libre en bouveau horizontal à cadres, d'une hauteur de 1,80 m ;
- 1,10 travaux légers effectués assis ;
- 1,14 travaux d'ajustage mi-lourds et légers (coefficient moyen) ;
- 1,14 à 1,16 marche libre en bouveau horizontal à cadres d'une hauteur de 1,60 m ;
- 1,20 conduire une chargeuse à godet de type moyen ;
- 1,24 poser un étauçon à friction pesant 40 kg dans

un chantier de 1,40 m d'ouverture et d'une inclinaison de 15° ;

- 1,32 travail au marteau-piqueur. Ouverture de la veine : 90 cm ; inclinaison : 25° ; poids du marteau équipé : 9,5 kg ; pression d'air comprimé = $5 \pm 0,5$ atm.

Dans la pratique, nous disposons de tables donnant les coefficients de repos afférents à chaque travail pour les différentes conditions qui peuvent être rencontrées : ouverture de la veine, inclinaison, nature de l'engin, son poids, la dureté des terrains, etc...

Sur le plan physiologique, les spécialistes médicaux ont montré par des exemples vécus que l'utilité des repos est d'autant mieux assurée qu'ils sont judicieusement répartis. En fait, le réconfort qu'un travailleur retire de ses périodes d'inactivité devient optimum si, à aucun moment, ce travailleur ne dépasse un certain seuil de fatigue. Les repos courts et fréquents ou les ralentissements dans l'allure du travail sont donc plus efficaces que des repos prolongés survenant trop tard. Ceci confirme bien l'expérience personnelle que nous avons eue dans une mine particulièrement difficile et chaude où l'exploitation était pratiquée à 1415 m de profondeur.

La méthode appliquée en Belgique, basée sur la détermination de l'activité normale du travailleur, laisse à celui-ci toute latitude pour régler son rythme de la façon la mieux équilibrée.

CAS DES MILIEUX A TEMPERATURE ELEVÉE

Le problème du travail dans les ambiances chaudes n'est pas intrinsèquement différent de ceux que l'on rencontre dans les conditions normales de température. Du point de vue de la sécurité, il faut se prémunir contre tout risque de rupture de l'équilibre physiologique du travailleur.

Dans les milieux chauds, la contrainte thermique s'ajoute aux autres causes de fatigue.

Dans une communication de l'Institut d'Hygiène des Mines du 19 juin 1956, le Professeur Lavenne a clairement exprimé l'équation du bilan thermique du corps humain en y faisant apparaître tous les termes :

- métabolisme de base
- métabolisme de travail
- chaleur dégagée par le mécanisme de la sudation
- chaleur échangée avec l'ambiance par convection et rayonnement.

L'équilibre sera réalisé si le métabolisme total reste inférieur à la somme algébrique des deux autres termes, ce qui revient à limiter le métabolisme de travail. Il est en effet indispensable de tenir compte à la fois des conditions de températures et de l'intensité du travail fourni.

C'est ce que nous réalisons en Belgique, à l'initiative du Centre postuniversitaire, en majorant, en

fonction des conditions d'ambiance, les coefficients de repos dont il a été question au chapitre précédent.

Nous multiplions le pourcentage de repos par un coefficient approprié. Si $1 + k$ représente le coefficient de repos pour une température normale (k étant le pourcentage de repos), nous affectons le terme k d'un coefficient de correction C dépendant de la température effective américaine (basic scale).

Le coefficient de repos corrigé devient ainsi $1 + kC$.

Les valeurs des coefficients correcteurs sont renseignées sur le tableau I et peuvent être transposées sous forme de diagramme, comme sur la figure 1.

TABLEAU I.

Température effective américaine	Coefficient de correction C du pourcentage de repos k
24	1,00
25	1,05
26	1,15
27	1,30
28	1,50
29	1,75
30	2,10
31	2,75
32	4,00

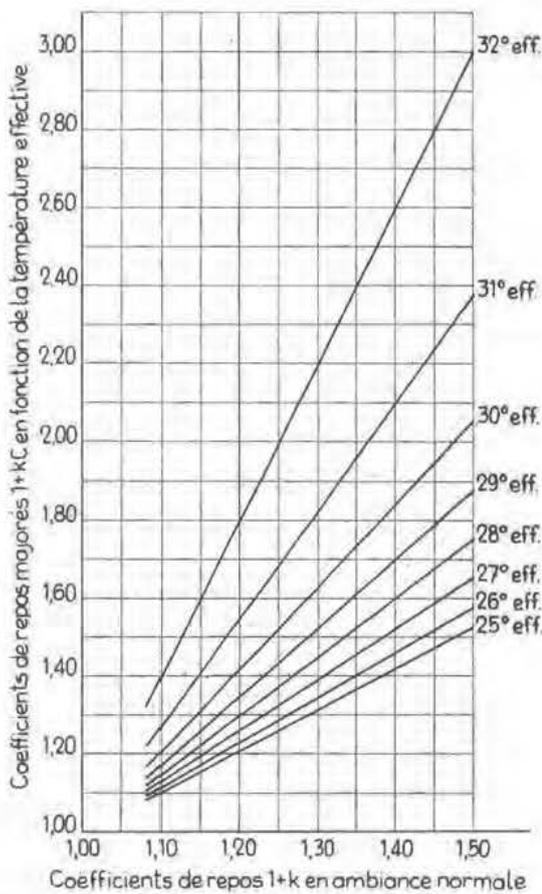


Fig. 1. — Coefficients de repos dans les milieux chauds.

qui donne alors directement la correspondance des coefficients de repos en milieu normal ($1 + k$) et en milieu chaud ($1 + kC$) en fonction de la température effective.

Rappelons que la température effective américaine (basic scale), valable pour des sujets nus jusqu'à la ceinture, dépend de la température sèche, de la température humide et de la vitesse de l'air. On la détermine à partir de l'abaque de la figure 2.

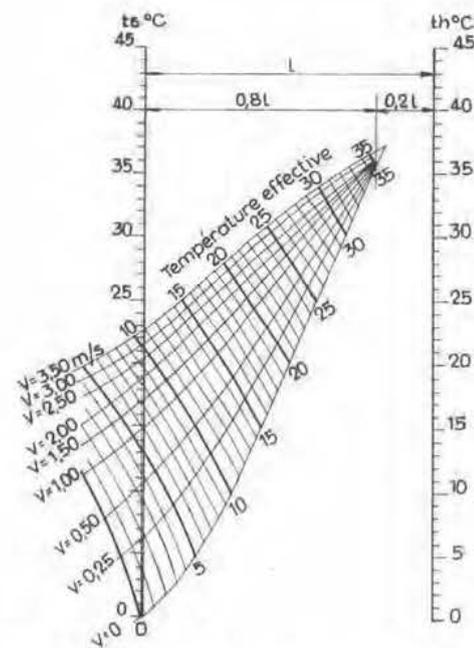


Fig. 2. — Température effective américaine (basic scale). Abaque de l'A.S.H.A.E. (sujets au repos, nus jusqu'à la ceinture).

Considérée comme critère pour la mesure du climat, c'est une notion pratique largement expérimentée à l'heure présente.

L'application de la méthode qui vient d'être exposée donne tous les apaisements en ce qui concerne la sécurité des travailleurs.

Comparons-en les résultats à ceux que donne l'étude faite du point de vue médical.

Pour la zone des températures effectives comprises entre 29° et 30° C par exemple, le Professeur Lavenne préconise les mesures suivantes :

« Augmenter les pauses de manière que la dépense énergétique, pauses comprises, soit de 1500 kcal pour 7 heures de travail en taille, trajets exclus ; ce qui donne environ 1 h 10 de repos réparti et 5 h 30

de travail normal au cas où le métabolisme de travail est de 250 kcal/h. »

L'application des coefficients de repos, dans la même zone de températures, conduit aux résultats suivants :

Le coefficient de repos $1 + k$ pour un métabolisme de 250 kcal/h est environ de 1,50. Le facteur de correction C pour une température comprise entre 29 et 30° est égal à 1,00. Le coefficient de repos corrigé est ainsi de $1 + (1,00 \times 50/100) = 1,57$, c'est-à-dire que pour 7 heures de travail en taille par exemple, trajets exclus, le temps de repos réparti est de $0,57/1,57 \times 7 \text{ h} = 2 \text{ h } 55 \text{ min}$ et le temps de travail normal de $1,00/1,57 \times 7 \text{ h} = 4 \text{ h } 27 \text{ min}$.

Ces chiffres font apparaître la marge de sécurité que notre méthode implique.

Il est d'autre part intéressant d'évaluer la durée supplémentaire de repos résultant de l'application du coefficient correctif de température.

Dans l'exemple précédent, qui se rapporte à une température comprise entre 29 et 30°, ce supplément de repos est égal à $(0,57 - 0,50)/1,57 = 1 \text{ h } 12 \text{ min}$, ce qui revient à réduire à 5 h 48 min au lieu de 7 h, la durée du travail exécuté avec des repos normaux.

DUREE DU POSTE

Nous croyons avoir montré — et nous donnerons plus loin des exemples chiffrés d'application — dans quel esprit le problème du travail humain dans les chantiers chauds a été résolu en Belgique (1). L'instauration de repos répartis dont l'importance est fonction à la fois de la fatigue que le travail occasionne et de la surcharge climatique, permet de se maintenir en permanence largement en dessous du niveau limite d'équilibre thermique du corps.

Nous pensons que cette méthode est bien préférable à celle qui préconiserait une limitation de la durée du poste et qui reporterait de la sorte le repos supplémentaire, globalement, après le travail, c'est-à-dire trop tard.

TRAVAIL A LA TACHE

De nombreuses entreprises appliquent un système de rémunération des salaires à la tâche.

Que faut-il en penser sous l'angle de la sécurité ?

Nous n'avons jamais rencontré, dans les mines chaudes, d'exemple de surenchère parmi les travailleurs, qui conduise à une productivité excessive, voire dangereuse, sous l'impulsion du stimulant que constitue le salaire marchandé.

(1) Il va sans dire que les charbonnages mettent tous leurs efforts à améliorer le climat de leurs travaux. Nous mentionnerons en particulier les installations de climatisation de l'air qui ont été érigées aux Charbonnages de Zwartberg et du Rieu-du-Cœur avec la collaboration scientifique de l'Institut d'Hygiène des Mines.

Les chiffres que nous avons donnés renferment, en outre, une marge de sécurité telle qu'aucun accident n'est à craindre, et nous croyons qu'une application saine de la méthode ne recèle aucun risque.

Bien entendu, lorsque l'on parle de travail à la tâche, nous songeons à des travailleurs accoutumés tant sur le plan professionnel qu'au point de vue des conditions climatiques. Il en est d'ailleurs ainsi en pratique puisqu'un système de rémunérations variables avec le rendement n'est, en tout état de cause, instauré qu'après une période de mise au point durant laquelle les salaires restent fixes.

En outre, tout système de rémunérations à la tâche possède deux éléments pondérateurs efficaces.

Dans le sens des rendements déficients, le salaire barémique minimum garantit à l'ouvrier le salaire qui lui serait octroyé si les primes n'existaient pas.

En ce qui concerne les performances fantaisistes que d'aucuns voudraient atteindre certains jours pour des raisons personnelles, elles sont, par la force des choses, inapplicables. En effet, la distribution du personnel dans un atelier de travail est réalisée par le chef de chantier qui fixe les différentes tâches en début de poste en fonction des capacités individuelles.

TRAVAIL LIE AU FONCTIONNEMENT D'UNE MACHINE

Le fait d'admettre une réduction de la productivité de la main-d'œuvre dans les endroits chauds pose le problème de l'harmonisation des travaux lorsque ceux-ci sont liés entre eux et spécialement lorsqu'ils sont tributaires du fonctionnement d'une machine dont le rendement, pour sa part, est indépendant des conditions de température.

La difficulté n'est que théorique. En fait, qu'il s'agisse par exemple du pelletage manuel des produits abattus par une machine d'abattage ou du nettoyage d'un convoyeur, etc..., on tient compte des repos réellement alloués et de la réduction de productivité qui en découle lors de la prévision de l'attelage.

Sur la connaissance des coefficients de repos s'appuie en effet le seul moyen objectif d'équilibrer les travaux et proportionner les difficultés auxquelles le personnel doit faire face.

EXEMPLES CHIFFRES

A. Températures normales.

1. Travail léger — Analyse du travail d'un ajusteur préposé à l'entretien d'un appareillage.

Durée du poste : 8 h

Durée du repas : 20 min (concedé)

Temps disponible total : 7 h 40 min

Temps des trajets aller-retour :

— en cage : 10 min (concedé)

— en galeries horizontales de grande section auxquelles correspond un coefficient de repos de 1,10 : 50 min. Le temps de parcours, repos compris, atteint donc 55 min

— en galeries de chantier de 1,60 m de hauteur : 50 min. Coefficient de repos : 1,16. Temps de parcours, repos compris : 55 min

Temps total des trajets, repos compris : 1 h 18 min
Temps disponible à front, non compris le repas : 6 h 22 min

Coefficient de repos alloué pour le travail d'ajusteur envisagé : 1,14

Temps de travail à front à l'allure normale : $1,0/1,14 \times 6 \text{ h } 22 \text{ min} = 5 \text{ h } 55 \text{ min}$

Temps de repos réparti : $0,14/1,14 \times 6 \text{ h } 22 \text{ min} = 47 \text{ min}$

2. *Travail lourd — Analyse du travail d'un ouvrier à veine.*

Temps disponible à front, non compris le repas : comme ci-dessus soit 6 h 22 min

Coefficient de repos alloué :

— pour l'abattage (1/3 du temps) : 1,50	} moyenne : 1,50
— pour le pelletage dans des conditions difficiles (1/3 du temps) : 1,56	
— pour le soutènement (1/3 du temps) : 1,24	

Temps de travail à front à l'allure normale : $1,0/1,50 \times 6 \text{ h } 22 \text{ min} = 4 \text{ h } 54 \text{ min}$

Temps de repos réparti : $0,50/1,50 \times 6 \text{ h } 22 \text{ min} = 1 \text{ h } 28 \text{ min}$

B. *Température effective de 30° à l'endroit du travail et de 28° dans la galerie d'accès au chantier.*

1. *Travail léger — Analyse du travail d'un ajusteur.*

Durée du poste : 8 h

Durée du repas : 20 min (concedé)

Temps disponible total : 7 h 40 min

Temps des trajets aller-retour :

— en cage : 10 min (concedé)

— en galeries horizontales de grande section à température normale : 50 min. Coefficient de repos 1,10. Temps de parcours, repos compris : 55 min

— en galerie de chantier : 50 min

Coefficient de repos non corrigé : 1,16

Coefficient de correction pour t. eff. = 28° : 1,50

Coefficient de repos corrigé :

$$1 + (0,16 \times 1,5) = 1,24$$

Temps de parcours repos compris : 57 min

Temps total des trajets, repos compris : 1 h 20 min

Temps disponible à front, non compris le repas : 6 h 20 min

Coefficient de repos alloué pour le travail d'ajusteur

— à la température normale : 1,14 (comme sous A₁)

— coefficient de correction pour t. eff. = 30° : 2,10

— coefficient de repos pour t. eff. = 50°

$$1 + (0,14 \times 2,10) = 1,29$$

Temps de travail à front à l'allure normale :

$$1,0/1,29 \times 6 \text{ h } 20 \text{ min} = 4 \text{ h } 55 \text{ min}$$

Temps de repos réparti :

$$0,29/1,29 \times 6 \text{ h } 20 \text{ min} = 1 \text{ h } 25 \text{ min}$$

2. *Travail lourd — Analyse du travail d'un ouvrier à veine.*

Temps disponible à front, non compris le repas : comme ci-dessus (B₁) soit 6 h 20 min

Coefficient de repos alloué

— à la température normale : 1,50 (comme sous A₂)

— coefficient de correction pour t. eff. = 30° : 2,10

— coefficient de repos pour t. eff. = 50° :

$$1 + (0,50 \times 2,10) = 1,65$$

Temps de travail à front à l'allure normale :

$$1,0/1,65 \times 6 \text{ h } 20 \text{ min} = 5 \text{ h } 55 \text{ min}$$

Temps de repos réparti :

$$0,65/1,65 \times 6 \text{ h } 20 \text{ min} = 2 \text{ h } 27 \text{ min}$$

COMPARAISON DES RESULTATS DE CES EXEMPLES :

1. *pour l'ajusteur.*

Temps de travail à front à l'allure normale :

A. à la température normale : 5 h 55 min

B. avec t. eff. = 30° : 4 h 55 min, soit 40 min ou 12 % en moins.

2. *pour l'ouvrier à veine.*

Temps de travail à front à l'allure normale :

A. à la température normale : 4 h 54 min

B. avec t. eff. = 30° : 5 h 55 min, soit 1 h 01 min ou 21 % en moins.