

**Conférences d'Ergonomie**

**La Charge Physique du Travail**  
**Pr. S. CHAIB**  
**Maître de conférences A**

**Plan**

- I. Introduction
- II. Analyse des facteurs de la charge de travail
- III. Rappels physiologiques
- IV. Charge de travail local
- V. Charge de travail général
- A. Evolution des fonctions cardio-respiratoires au cours du temps
  - 1. Au repos.
  - 2. Passage du repos au travail.
  - 3. Au cours du travail.
  - 4. A l'arrêt du travail.
- B. Méthodes d'évaluation de la charge physique d'un poste de travail
  - B.1. Ventilation pulmonaire
    - 1.1. Volume d'air ventilé V
    - 1.2. Consommation D'O<sub>2</sub>: V O<sub>2</sub>.
  - B.2. Dépense énergétique
  - B.3. Fréquence cardiaque : Fc
    - 3.1. FC au repos.
    - 3.2. Fc et travail musculaire.
    - 3.3. Autres facteurs de variation de Fc.
    - 3.4. Techniques de mesure de Fc.
    - 3.5. Utilisation du critère cardiaque

## I. Introduction

La charge de travail dépend du type de travail effectué. Il peut s'agir d'une charge physique, d'une charge mentale ou visuelle, d'une charge partielle ou globale du travail, de la charge pour un type d'emploi ou pour un individu. Une approche de définition a été proposée par Monod H, et Lille.F :

« Le terme poste de travail pourrait être réservé pour désigner l'ensemble des contraintes, qui s'exercent sur le travailleur à un poste. Le poste de travail peut être décrit avec un maximum de détails, indépendamment de l'homme. Il comporte des éléments de complexité variée qui constituent autant de facteurs de charge de travail.

Le terme charge de travail pourrait être réservé pour désigner l'ensemble des contraintes auxquelles le travailleur est soumis en tant qu'homme ».

L'activité physique à un poste de travail peut être dynamique (mouvements, déplacements, manutentions) ou statique (maintien de postures dans le temps).

Cette activité est influencée par de nombreux facteurs tels que : les ambiances sonores et thermique, l'éclairage des lieux de travail, l'exposition à des vibrations, les conditions d'hygiène,...

Lors d'une activité dynamique, l'organisme utilise principalement les muscles d'action ou muscles blancs qui sont constitués de fibres musculaires blanche et rouge.

Le travail statique fait intervenir les muscles de station ou muscles rouges qui sont les muscles posturaux. Ils sont impliqués dans les contractions prolongées. Ils sont composés uniquement de fibres musculaires rouges très riches en capillaires inter-cellulaires.

Le tissu musculaire est adapté à la contraction qui peut être :

- Statique ou contraction isométrique ;
- Dynamique ou contraction anisométrique.

## II. Analyse des facteurs de la charge de travail

Elle comporte l'analyse du poste de travail lui-même ainsi que l'analyse des contraintes secondaires liées aux conditions de vie.

L'analyse du poste de travail comprend :

- **L'analyse de l'activité** du point de vue quantitatif (fréquence des opérations, durée, horaire, rythme de travail), mais aussi qualitatif (déplacements, mouvements, prise d'informations visuelles et auditives, prise de décisions.
- **De l'ambiance de travail**
  - Surtout sonore ;
  - psychologique.

- **La situation du travailleur dans l'entreprise** : rapports entre collègues, avec les partenaires sociaux et patronaux de l'entreprise.
- **Les contraintes secondaires** :
  - Les transports : distances parcourues entre le domicile et le lieu de travail peuvent durer plusieurs heures.
  - La récupération après le travail : l'accumulation de la fatigue favorise la survenue d'accident de trajet à la sortie du travail.
  - Les contraintes familiales surtout pour les femmes mariées avec des enfants.
  - Les activités extraprofessionnelles : loisirs, jeux, deuxième emploi qui peuvent accroître la fatigue.

### III. Rappels physiologiques

#### 1. Définition du métabolisme de base

Le métabolisme de base est la dépense d'énergie minimale permettant à l'organisme de survivre. Ce sont des besoins énergétiques incompressibles.

Le métabolisme de base dépend du genre, de l'âge, de la taille, du poids, de l'activité thyroïdienne. La température extérieure et les conditions climatiques influent beaucoup sur le métabolisme de base.

#### 2. Sources d'énergie musculaire

L'organisme pour assurer son fonctionnement physique et intellectuel, et être en bonne santé, a besoin d'énergie qu'il trouve dans sa ration alimentaire (glucides, protéides, lipides). Si elle est insuffisante, il aura recours à ses réserves énergétiques, notamment glucidiques. Au niveau musculaire la couverture énergétique se fera :

**Soit directement** à partir :

- de la glycolyse dans le muscle blanc, qui est la principale source d'énergie pour la rephosphorilation de l'ADP.
- ou du catabolisme des acides gras dans le muscle rouge, dont les cellules sont particulièrement riches en mitochondries, siège des chaînes respiratoires de présynthèse de l'ATP (cycle de Krebs) par phosphorylation oxydative.

L'ATP est la source d'énergie de toutes les activités cellulaires de l'organisme.

**Soit indirectement** à partir de phospho-créatine qui se décompose en présence d'ADP, en créatine et ATP.

**Les réserves glucidiques** comprennent :

- Le glycogène hépatique et musculaire.
- Le glucose circulatoire.

Le glycogène musculaire (300g) n'est utilisable que par le muscle lui-même.

Le glycogène hépatique (100g) rapidement mobilisable, contribue au maintien de la glycémie, auquel le tissu nerveux est très sensible.

Les glucides constituent une réserve de 6500 kj, presque entièrement mobilisable, et correspond à la dépense énergétique basale quotidienne.

### **Réserves lipidiques**

Elles sont constituée des triglycérides intramusculaires (250 g), mais surtout des graisses sous cutanées : 9 kg pour un homme de 70 kg soit environ 335000kj lui permettant de subsister pendant 01 mois.

### **Les réactions biochimiques dans le muscle**

#### **Métabolisme anaérobie alactique**

Dans le muscle, l'énergie immédiatement disponible provient de la dégradation de l'ATP en ADP (adénosine diphosphate) et en AMP (monophosphate), à raison de 50 kj par molécule d'ATP.

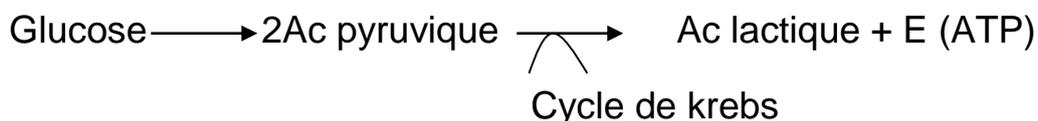


L'ATP est rapidement reconstitué après son utilisation pour conserver le stock énergétique du muscle, à partir de la phosphocréatine (créatine phosphate) ou non :

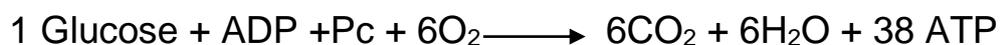


La CP est une substance de réserve, qui doit être à son tour, reconstituée à partir de l'ATP métabolique. En cas d'activité modérée et prolongée, les besoins du muscle en O<sub>2</sub> sont assurés par la vitesse satisfaisante de la circulation sanguine et l'ATP métabolique sera fournit par le cycle de Krebs.

#### **Métabolisme anaérobie lactique**



#### **Le métabolisme aérobie**



## Niveau de la dépense énergétique (DE)

En fonction du degré d'activité de l'organisme, on distingue 03 niveaux énergétiques (ou métaboliques) particuliers :

- **La dépense de fond (DF)** : énergie dégagée par l'organisme dans les conditions basales et correspond à la chaleur non réglable ; dépense énergétique minimale de l'organisme.

DF : 7000 Kj / jour pour un homme de 70kg.

- **La dépense de repos** : énergie dégagée par l'organisme placé dans des conditions non basale en absence de travail musculaire ;

- **La dépense de travail brute** : énergie dégagée au cours d'une activité musculaire ;

**La dépense de travail nette** = dépense de travail brute – dépense de repos.

**Le métabolisme de base (MB)** est la dépense de fond rapportée à la surface corporelle.

Le MB s'exprime en kilocalorie par mètre carré de surface corporelle et par heure.

La dépense de fond est mesurée dans les conditions basales : sujet au repos, couché, relaxé, sans activité musculaire précédant la mesure, mesure faite de préférence le matin, au lever, au lit du sujet à jeun, et dans une pièce dont la température est la neutralité thermique.

- Le métabolisme de base (MB) de l'adulte jeune est 37 kcal/m<sup>2</sup>.h
- Pour un homme de 70kg, le MB de 1,1 K cal/mn.
- Chez la femme, les valeurs sont inférieures de 5%.

Le MB varie avec l'âge, l'état du sujet (fièvre, dyspnée).

## Intérêt en physiologie du travail

- Etablissement de la ration alimentaire.
- Classer les travaux physiques auxquels le sujet est soumis.

En fonction de la masse musculaire mise en jeu, on distingue :

### IV. La charge de travail local

Le travail local met en jeu un nombre restreint de muscles, moins d'un tiers de la masse musculaire est impliqué dans l'activité (exp : travail en position assise : montage, assemblage de petites pièces...). La limitation de l'activité est liée à une souffrance musculaire locale.

Le travail régional implique entre un et deux tiers de la masse musculaire, exp : travail debout avec mouvements répétitifs et amples d'un bras.

L'observation d'un salarié lors d'une activité physique permet de distinguer deux modalités de travail :

- Le travail statique.
- Le travail dynamique.

### **Le travail local statique**

- Maintien de postures (debout ou assise.).
- On le rencontre aussi dans la description des gestes professionnels (tenue d'un tournevis dans la main,..).
- Toute contraction musculaire est définie par son intensité et sa durée de maintien.

L'étude des intensités par observation directe a permis de décrire :

- **Le régime de crête** : activité maximale réalisable seulement pendant un temps assez bref ;
- **Le régime critique** : activité maximale sans fatigue ;
- **Le régime de croisière** : activité d'un niveau inférieur à celui du régime critique ;
- **Le régime exhaustif** : activité située entre le régime critique et le régime de crête et aboutissant à un arrêt de l'activité entreprise en un temps variable.

L'observation instrumentale a permis d'identifier les muscles les plus actifs grâce à l'enregistrement du mouvement par photographie, film, magnétoscope ou par EMG. Ce dernier est considéré comme un critère d'étude des contraintes posturales et de la contraction statique.

## **V. La charge de travail général**

### **A. Evolution des fonctions cardio-respiratoires au cours du temps**

#### **a) Au repos :**

On note de nombreuses variations intra et inter-individuelles :

- Fréquence respiratoire : 10-16/mn ;  $F_c = 60-70$  p/ mn.
- Volume d'air ventilé  $V$  : 6-8 l/mn ; volume systolique  $V_s = 70-80$  ml.
- Consommation d' $O_2$   $VO_2$  : 250ml /mn ; débit cardiaque  $Q$  : 5l/mn.

#### **b) Passage du repos au travail**

Au début du travail, le muscle puise l'énergie dont il a besoin de ses réserves. En effet, il fait appel aux réactions anaérobies ( $O_2$  fixé sur la myoglobine et de l' $O_2$  contenu dans le

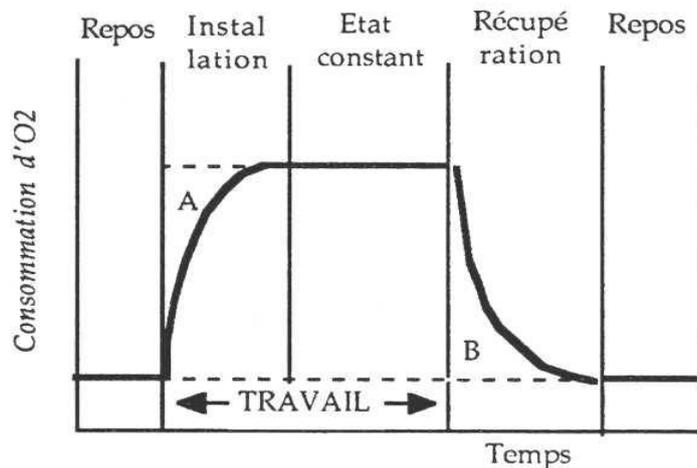
sang) et donc contraction musculaire anaérobie d'où une dette en O<sub>2</sub>. Ce qui entraîne une augmentation de l'acidité (acide lactique) du sang et l'augmentation de la pression partielle en CO<sub>2</sub>.

**c) Au cours du travail**

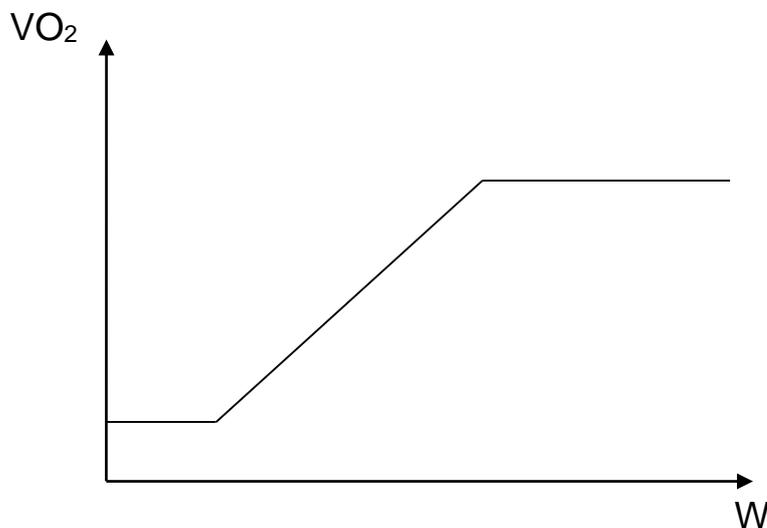
La totalité de l'énergie dépensée provient de réactions aérobies du fait de l'augmentation du débit d'O<sub>2</sub> puisé dans le milieu extérieur, grâce aux mécanismes régulateurs nerveux et hormonal, les fonctions respiratoires et circulatoires prennent leur nouveau régime. Il ya stabilité de la respiration et de la circulation. Et donc, un équilibre entre le besoin et les apports, progressivement l'organisme retrouve un état constant.

Dans les travaux de niveau élevé, l'augmentation de la respiration et de la circulation se poursuivent jusqu'à l'apparition d'un déséquilibre entre les apports et les besoins puis épuisement.

**Variation de la consommation d'O<sub>2</sub> avec le travail**



**Travail d'intensité croissante**



La consommation d'O<sub>2</sub> VO<sub>2</sub> augmente linéairement avec le travail jusqu'à un maximum, à ce stade même si la charge (ou l'effort) augmente (puissance aérobie max). Les exigences du muscle ne peuvent plus être satisfaites étant donné que la VO<sub>2</sub> est à son maximum.

#### **d) . A l'arrêt du travail**

On assiste à une diminution rapide puis progressive de la respiration et de la circulation, autorisant ainsi une reconstitution des réserves (paiement de la dette d'O<sub>2</sub>).

### **B. Méthodes d'évaluation de la charge physique d'un poste de travail**

De nombreuses études ont montré une certaine relation entre la puissance de l'exercice réalisé et le niveau atteint par la dépense énergétique, les régulations respiratoires et circulatoires.

#### **1. La ventilation pulmonaire**

##### **1.1 .Le volume d'air ventilé V :**

On mesure le volume d'air passant dans les poumons en un temps donné puis on mesure les gaz expirés dans le système ATPS, c'est-à-dire à T° ambiante et à saturation complète en vapeur d'eau. Il est ramené ensuite dans les conditions BTPS, celles du corps (B: body, c'est-à-dire 37°, pression atmosphérique et saturation de vapeur d'eau).

Le volume d'air ventilé V est mesuré par :

1. le sac de douglas;
2. le respiromètre de Müller ;
3. le pneumotachographe de Wolff ;
4. l'anémomètre de Wright ;
5. le respiromètre miniaturisé avec télémétrie (mesure automatique).

**Inconvénients** pour :

1. augmentation progressive du volume du sac.
2. et 3. résistance du circuit expiratoire.
4. ne permet pas de recueillir d'échantillons d'air expiré.
5. perturbe le déroulement normal du travail.

## 1.2 . La consommation d'O<sub>2</sub> Vo<sub>2</sub>

- **La Vo<sub>2</sub>** = « volume d'air ventilé x fraction d'O<sub>2</sub> utilisée dans l'air inspiré ».
- Connaissant le volume d'air et la concentration en oxygène, on en déduit le volume d'oxygène.
- **La capacité aérobie maximale (c.a.m)** est la quantité d'O<sub>2</sub> consommée maximale qui permet un travail maximal en état constant. Elle est prise comme référence pour déterminer la pénibilité d'un travail en tenant compte des variations individuelles (âge, genre, degré d'entraînement).

Soula et coll. (1960) ont divisé les activités physique en 5 classes :

- **travail épuisant** : si dépense > c.a.m., l'épuisement survient en quelques minutes.
- **travail maximal** met en jeu 75 à 100% c.a.m, poursuivi sans interruption pendant 30 mn à 3h environ. Ce type de travail a été observé dans les fonderies exceptionnellement.
- **travail sous maximal** : dépense 50 à 75 % de c.a.m. exp : travaux dans l'industrie lourde, les mines et au cours de certaines activités sportives.
- **travail intense** : dépense 25 à 50% de la c.a.m. exp : travaux professionnels dits de force.
- **travail léger** : dépense < 25 % de la c.a.m. Cette classe englobe la majeure partie des tâches professionnelles.

**2. La dépense énergétique** : le niveau de la dépense énergétique reflète directement l'intensité de la tâche. L'énergie résultante de l'activité se traduit par une augmentation de la combustion des aliments, de l'apport en O<sub>2</sub> et de l'élimination du CO<sub>2</sub>.

Donc, la dépense énergétique peut s'apprécier par :

- **La calorimétrie directe** : mesure l'énergie libérée que l'on transforme en chaleur.
- **La calorimétrie indirecte alimentaire** (ou thermochimie alimentaire) : mesure l'énergie libérée par l'oxydation des substances organiques composant la ration alimentaire. Seul l'établissement du bilan alimentaire complet permet de préciser les échanges énergétiques dont l'organisme est le siège. Ce bilan comporte l'étude de la valeur énergétique des aliments ingérés (ingesta) et des déchets (excréta).
- **La calorimétrie indirecte respiratoire** : mesure de l'énergie correspondant à la quantité d'O<sub>2</sub> utilisée. La calorimétrie respiratoire est la seule utilisée en milieu industriel en raison

de la complexité des 2 premières méthodes. Pour chaque catégorie d'aliment, l'oxydation nécessite un volume d'O<sub>2</sub> précis que l'on rapporte à la chaleur de combustion de ces aliments, ainsi : un litre d'O<sub>2</sub> fournit :

- 5.1 Kcal s'il brûle une mole gramme d'amidon,
- 4.7 Kcal s'il brûle une mole gramme de tricoléine,
- 4.6 Kcal s'il brûle un gramme de protides.

En pratique, on retient un coefficient moyen de 4.82 Kcal/ l d'O<sub>2</sub>, pour éviter le calcul de la ration alimentaire.

## Tables de Spitzer

Ce sont des tables de dépense énergétique, utilisés quand les mesures de VO<sub>2</sub> ne sont pas réalisables sur 8h de travail consécutive. Elles donnent une dépense de travail associée à une dépense de posture (DE=DW+D posture). L'observation du poste de travail doit être continue avec relevé des gestes.

**Tableau :** Classification des travaux locaux, généraux (d'après SPITZER et HETTINGER, 1959)

<i>Localisation des muscles actifs</i>	<i>Intensité</i>	<i>Dépense énergétique (W)</i>
<i>Main</i>	<i>Léger</i>	20-40
	<i>Moyen</i>	40-60
	<i>Lourd</i>	60-80
<i>Un membre supérieur</i>	<i>Léger</i>	50-85
	<i>Moyen</i>	85-120
	<i>Lourd</i>	120-150
<i>Les deux membres supérieurs</i>	<i>Léger</i>	105-140
	<i>Moyen</i>	140-175
	<i>Lourd</i>	175-210
<i>Ensemble du corps</i>	<i>Léger</i>	175-280
	<i>Moyen</i>	280-420
	<i>Lourd</i>	420-600
	<i>Très lourd</i>	600-800

### 3. La fréquence cardiaque (FC)

La fréquence cardiaque est un critère de charge de plus en plus employé.

#### 3.1. FC au repos :

- Fc de l'adulte sain dans les conditions basales (dépenses énergétiques minimales) : 65 p/mn.
- Fc au repos (conditions de repos non basales) 70 p/mn.

#### Variations intra et interindividuelles

La fréquence cardiaque varie :

- Au cours du sommeil :
  - Entre 23h et 3h du matin : diminution de 10-15 p/mn se corrigeant vers 6h.
- Avec les saisons : valeurs plus basses pendant les jours froids.
- Avec l'âge : plus élevée chez le nourrisson.
- Avec le degré d'entraînement physique qui entraîne un ralentissement de la FC.
- Avec le genre :
  - la fc est plus élevée chez la femme (78 c/min),
  - la gestation fait augmenter progressivement la FC (30% par rapport à la femme non gestante).
- Avec le tabagisme et l'état émotif.

#### 3.2. FC et travail musculaire

##### Variation avec la puissance

- Au cours d'un travail musculaire, de puissance faible ou moyenne, la FC augmente jusqu'à un plateau caractérisant l'état constant.
- En cas de travail musculaire de puissance élevée, l'augmentation de la FC est régulière liée aux besoins de thermolyse.
- La FC augmente de façon linéaire avec la puissance jusque vers 160 W où elle atteint 160 ou 170 p/mn.
- Généralement, on considère le chiffre de 170 p/mn comme une limite physiologique à ne pas dépasser.
- La poursuite d'un travail musculaire général ou local, est liée à un débit sanguin minimal dans les muscles actifs.
- Les travaux de forte intensité nécessite un débit de plus de 150 voire 200 ml/mn/100 g de muscle.

### **Au cours d'un travail statique**

- La FC et la  $T^{\circ}$  augmentent de façon linéaire avec le temps.
- Si la force mise en jeu > 20% de la force maximale du muscle, le débit sanguin se trouve contrarié d'où l'épuisement musculaire en un temps plus ou moins long.

### **3.3. Autres facteurs de variations de la FC**

- Lors du passage de l'état de repos à l'état d'activité, et lors du changement de position.
- Le bruit continu (80-105 dB) augmente la FC de 7 p/mn à la 4<sup>ème</sup> heure.
- La digestion augmente la FC de 15 à 20 p/mn après les principaux repas.
- L'activité mentale augmente la FC.
- La FC augmente linéairement avec la température effective de l'ambiance (température sèche et degré d'humidité).

La mesure simultanée de la FC et de la  $T^{\circ}$  reste un critère intéressant dans l'étude du poste de travail et l'adaptation de l'individu à celui-ci. Les valeurs limites de la FC au cours de travaux à la chaleur varient selon les auteurs :

- Si travaux prolongés : FC ne doit pas dépasser 110 à 140 p/mn.
- Dans le cas des travaux lourds, une FC de 160 p/mn doit imposer l'arrêt immédiat du travail jusqu'à ce que la FC revienne à 110 p/mn.
- La FC varie en fonction du niveau de vigilance et de l'importance de la contrainte mentale.
- La FC diminue au cours de toute activité physique demandant un effort d'attention.

### **3.4. Les techniques de mesure de la FC**

- Détection de l'activité cardiaque par :
  - Palpation directe,
  - pouls capillaire,
  - l'activité électrique du cœur.

#### **3.4.1. La palpation directe**

- Valable que chez le sujet au repos.
- Utilisé dans les tests d'évaluation de la capacité de travail.
- FC mesurée pendant les 1<sup>ères</sup> minutes de récupération (méthode **Brouha**)

### 3.4.2. Le pouls capillaire

Mesure des variations du pouls capillaire grâce à la photopléthysmographie par transillumination.

**Critique** : application relativement délicate (déplacement, poussière ...).

### 3.4.3. L'activité électrique du cœur

- Mesure de la FC en comptant le nombre de complexes rapides d'un ECG sur un cardiofréquencemètre situé à faible distance ou sur un télé-cardiofréquencemètre (Transmission sans fil à distance) ou bien sur un appareil portable par l'opérateur (Holter).

### Les pistes d'utilisation sont variées

- L'élévation de la charge cardiaque au poste de travail.
- L'établissement d'un profil cardiaque sur l'ensemble des huit heures de poste.
- L'étude de l'évolution du critère cardiaque.
- Dépistage d'anomalies cardiaques, de troubles du rythme au poste de travail.
- Surveillance des cardiaques et coronariens au travail et à la reprise d'une activité professionnelle.

### Choix d'une méthode de mesure de la FC

- En absence d'appareillage nécessaire, il faut opter pour la méthode de Brouha (FC de récupération).
- Evaluer l'activité dans le poste : par enregistrement continu de la FC (Holter).  
La courbe de variation au cours du temps, nous donne un profil cardiaque du poste de travail.

## 5. Utilisation du critère cardiaque pour l'évaluation de la charge

- 1- FC brute prise au repos ou pendant le travail.
- 2- L'augmentation de la FC ( $\Delta FC$ ) :

$$\Delta FC = Fc(\text{de travail}) - Fc(\text{de repos})$$

### 3. La FC de récupération

- Mesure de FC dans les 3 premières minutes qui suivent l'arrêt de travail chez le sujet assis.

- On compte les pulsations dans les 30 dernières secondes de la 1<sup>ère</sup> ; 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> mn → P1, P2, P3.
- P1= nombre obtenu × 2
- P2 = nombre obtenu × 2
- P3= nombre obtenu × 2

Les points obtenus permettent de tracer une courbe de récupération cardiaque.

$$- \text{Fc moyenne } P = \frac{P1+P2+P3}{3}$$

- Selon Brouha, P<sub>1</sub>>110 p/mn est jugé comme excessif.
- La récupération est satisfaisante si :
  - P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub> , P<sub>3</sub> < 90 p/mn.
  - La 3<sup>ème</sup> valeur établie suivant le protocole de Brouha est inférieure de 10 pulsations à la première.

La fréquence cardiaque de récupération est aussi évaluée par le calcul des extra-pulsations cardiaques thermiques et métaboliques selon Vogt avec l'enregistrement continu de l'ECG.

#### 4. Fréquence cardiaque moyenne (F<sub>b</sub>)

$$- F_b = \frac{\text{nombre total des systoles}}{\text{durée de l'enregistrement}}$$

F<sub>b</sub> permet de calculer la Fc moyenne de poste de travail sur 8 heures.

- Critère d'accélération du rythme cardiaque par rapport à la fréquence de base du poste :

$$\Delta F_b = F_{\text{crête}} - F_b$$

La  $\Delta F_b$  ne devrait pas dépasser 40 P/mn.

#### 5. Le coût cardiaque

Il correspond à la somme des pulsations comptées pendant le travail, pendant la récupération ou encore pendant le travail et la récupération.

- **Coût cardiaque net (CCN) = F<sub>b</sub> - F<sub>r</sub> (fréquence de récupération).**
- Un CCN de travail >30 p/mn à long terme signe un poste pénible (INRS).
- **Le coût cardiaque relatif (CCR) =  $\frac{F_b - F_r}{F_{\text{maxi.théo}} - F_r}$**

F. maxi.théo = 220 - âge.

Il ne faut pas dépasser 1 CCR de 30% pour une journée de travail.

## Références

1. SCHERRER J. Les sources d'énergie musculaire in : Précis de physiologie du travail. Notions d'ergonomie. Editions Masson, Paris, 1981 ; 585p.
2. FRIMAT P, FURON D. La charge physique de travail. EMC pathologie professionnelle et de l'environnement, 16-790 -A-10, 1986 : 15 p.
3. MONOD H. Dépense énergétique chez l'homme. In : SCHERRER J. Précis de physiologie du travail. Notions d'ergonomie. Editions Masson, Paris, 1981 ; 585p.
4. MONOD H, POTTIER M. adaptations respiratoires et circulatoires du travail musculaire. In : SCHERRER J. Précis de physiologie du travail. Notions d'ergonomie. Editions Masson, Paris, 1981 ; 585p.