



HAL
open science

Étude de l'astreinte cardiaque par cardiofréquencemétrie des salariés d'une usine de production de sodium métal

Hélène Druart

► **To cite this version:**

Hélène Druart. Étude de l'astreinte cardiaque par cardiofréquencemétrie des salariés d'une usine de production de sodium métal. Médecine humaine et pathologie. 2020. dumas-03036241

HAL Id: dumas-03036241

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03036241v1>

Submitted on 2 Dec 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance.

La propriété intellectuelle du document reste entièrement celle du ou des auteurs. Les utilisateurs doivent respecter le droit d'auteur selon la législation en vigueur, et sont soumis aux règles habituelles du bon usage, comme pour les publications sur papier : respect des travaux originaux, citation, interdiction du pillage intellectuel, etc.

Il est mis à disposition de toute personne intéressée par l'intermédiaire de [l'archive ouverte DUMAS](#) (Dépôt Universitaire de Mémoires Après Soutenance).

Si vous désirez contacter son ou ses auteurs, nous vous invitons à consulter la page de DUMAS présentant le document. Si l'auteur l'a autorisé, son adresse mail apparaîtra lorsque vous cliquerez sur le bouton « Détails » (à droite du nom).

Dans le cas contraire, vous pouvez consulter en ligne les annuaires de l'ordre des médecins, des pharmaciens et des sages-femmes.

Contact à la Bibliothèque universitaire de Médecine
Pharmacie de Grenoble :
bump-theses@univ-grenoble-alpes.fr

Année : 2020

ETUDE DE L'ASTREINTE CARDIAQUE PAR CARDIOFREQUENCEMETRIE DES
SALARIES D'UNE USINE DE PRODUCTION DE SODIUM METAL

THÈSE
PRÉSENTÉE POUR L'OBTENTION DU TITRE DE DOCTEUR EN MÉDECINE
DIPLOME D'ÉTAT

Hélène DRUART

[Données à caractère personnel]

THÈSE SOUTENUE PUBLIQUEMENT À LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE GRENOBLE

Le : 25/11/2020

DEVANT LE JURY COMPOSÉ DE

Président du jury :

M. BONNETERRE VINCENT

Membres :

Mme. MAITRE Anne (directrice de thèse)

M. BARONE ROCHETTE Gilles

Mme. FERRY Nathalie

L'UFR de Médecine de Grenoble n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans les thèses ; ces opinions sont considérées comme propres à leurs auteurs.

ETUDE DE L'ASTREINTE CARDIAQUE PAR CARDIOFREQUENCEMETRIE DES
SALARIES D'UNE USINE DE PRODUCTION DE SODIUM METAL

RÉSUMÉ :

Cette étude avait pour but d'évaluer la pénibilité globale des postes de préparateurs polyvalents et opérateurs électrolyses d'une usine de production de sodium métal, et d'identifier les activités les plus pénibles, par réalisation d'une cardiofréquencemétrie. Ces postes avaient préalablement été identifiés comme étant les plus difficiles, de par leurs contraintes physiques importantes et l'exposition à une forte chaleur.

Le lien direct, qui existe, entre la dépense physique et la fréquence cardiaque, faisait de la cardiofréquencemétrie, une technique simple et fiable pour mesurer cette pénibilité. L'impact de la température et de la durée des temps de pause étaient également examinés.

Au cours de l'été 2020, 14 salariés ont bénéficié d'une cardiofréquencemétrie sur toute la durée de leur poste pendant un ou deux jours de travail. Au total, 20 enregistrements ont été conduits, avec la réalisation simultanée d'un rapport précis des activités effectuées.

Les résultats ont permis d'identifier une pénibilité très importante sur les 2 postes de travail avec toutefois des profils d'astreinte physique différents. Les activités les plus difficiles sont l'ajout des matières premières dans les bains, le cassage des croûtes de sel dans les dômes et le bain ainsi que l'écémage. La durée de l'exposition à la chaleur était directement liée à la pénibilité des activités, de même que l'intensité de la chaleur.

Afin de limiter l'impact sur la santé des salariés des activités les plus contraignantes, certains aménagements pourraient être envisagés, comme l'automatisation de l'ajout des matières premières et des cellules d'électrolyse. De plus, l'augmentation de la température juste au-dessus des bains d'électrolyse est également à discuter.

ABREVIATIONS

BPM = Battements par minute

CCA = Coût cardiaque absolu

CCR = Coût cardiaque relatif

CFM = Cardiofréquencemétrie

EPCT = Extra-pulsations d'origine thermique

FC = Fréquence cardiaque

FCMT = Fréquence cardiaque maximale théorique

FCR = Fréquence cardiaque de référence

IMC = Indice de masse corporelle

INRS = Institut national de recherche et de sécurité

PA = paquets/années

TMS = Trouble musculo-squelettique

REMERCIEMENTS

La réalisation de ce mémoire a été possible grâce au concours de plusieurs personnes à qui je voudrais témoigner ma gratitude.

Je voudrais tout d'abord adresser ma reconnaissance à ma directrice de thèse, Madame Anne MAITRE, pour sa disponibilité et ses conseils, qui ont contribué à alimenter mon travail.

Je désire aussi remercier Christelle DUCOGNON, Thierry LIBERA et Hugo AGNAN, qui m'ont accompagné pour la réalisation de mes mesures.

Je tiens à remercier Mr Philippe MEUNIER, qui m'a formé à la CFM et qui m'a apporté son aide pour débiter mon travail.

Je voudrais exprimer ma reconnaissance envers le SST 73, et sa directrice Mme BARBIER, qui m'ont apporté leur soutien financier pour l'acquisition du matériel.

Un grand merci à mes parents, qui m'ont permis de réaliser mes études dans les meilleures conditions et qui m'ont accompagné tous le long de mon périple, de Nantes, à Grenoble puis à Albertville. Merci maman, pour ta relecture attentive.

Enfin, je tiens à témoigner une reconnaissance toute particulière à ma famille, mon conjoint Antoine et mon bébé Nathanaël, pour leur présence à mes côtés.

TABLE DES MATIERES

RÉSUMÉ :	2
ABREVIATIONS	3
REMERCIEMENTS	4
TABLE DES MATIERES	5
I. INTRODUCTION	6
II. MATERIELS ET METHODES	16
II.1- Descriptif des postes suivis dans l'étude	16
II.2 – Enregistrements de CFM et suivi de l'activité	18
III. RESULTATS	20
III.1 - Préparateurs polyvalents	21
III.2 - Opérateurs électrolyses	25
IV. DISCUSSION	31
V. CONCLUSION	37
VI. BIBLIOGRAPHIE	40
VII. ETUDE DE POSTE	44
VII.1 - Opérateur électrolyse sodium	44
VII.2 - Préparateur polyvalent	47

I. INTRODUCTION

L'usine MSSA, située à Plombière en Savoie, a été construite en 1898, elle est le leader mondial et l'unique producteur européen de sodium métal. La production de sodium a été lancée en 1923 et les cellules de Down, encore utilisées actuellement ont été mises en service en 1945. L'usine emploie environ 300 salariés.

Sa principale activité est la production de sodium et de chlore, mais elle produit également d'autres composés chimiques tels que la javel et des dérivés du vanadium.

Pour assurer cette production, l'usine comporte plusieurs ateliers : atelier fabrication de sodium, atelier conditionnement du sodium, atelier fabrication du chlore, atelier liquéfaction, purification et conditionnement du chlore, atelier fabrication chimique (oxyde de sodium et chlorures de vanadium), atelier fluides généraux (station d'épuration), et le département technique, le magasin général, le laboratoire ainsi que les services administratifs.

Les postes de travail, au sein de l'entreprise, sont nombreux et chacun est soumis à des risques professionnels qui lui sont propres : thermiques, chimiques, et physiques.

Cependant certains postes tels que l'opérateur d'électrolyse et le préparateur polyvalent de l'atelier fabrication de sodium sont soumis de façon simultanée à plusieurs contraintes pouvant entraîner une pénibilité importante. En effet, ils travaillent en ambiance chaude, au-dessus des bains (bains à 600°C, température estimée au-dessus des bains à 70°), doivent manutentionner des charges lourdes (exemple : sacs de 25kg) et réaliser de nombreux mouvements répétitifs.

Ces contraintes sont responsables, au long court, de l'apparition de troubles musculo-squelettiques (TMS). Le travail à la chaleur peut entraîner des symptômes tels que la fatigue, des céphalées, et des sueurs abondantes, il augmente aussi le risque d'accident par baisse de la vigilance.

La notion de charge physique professionnelle, est décrite pour la première fois par Lucien Brouha dans son ouvrage « Physiologie et industrie » paru en 1963 [5]. La notion de coût

cardiaque apparaît en 1967 suite aux travaux de Monod [5]. Enfin l'évaluation de la charge physique par cette méthode sera présentée en 1974 lors du Congrès médical de Tours. Les premiers dispositifs de mesures de la fréquence cardiaque (FC) apparaissent dans les années 70, avec à cette époque, un enregistrement de tout le tracé électrocardiographique par Holter. C'est dans les années 80 que les dispositifs modernes de mesure de FC sont mis au point. Il s'agit de montre affichant la FC, parfois reliée à des électrodes thoraciques [15]. Actuellement, on retrouve 2 types d'appareils permettant de mesurer la FC : les systèmes « ceinture-montre » et les systèmes monobloc « ceinture ».

La cardiofréquencemétrie (CFM) permet l'identification, aux postes, des tâches et activités les plus pénibles. Elle se base sur la relation directe qu'il existe entre la dépense énergétique d'un sujet au cours d'un travail et la fréquence cardiaque. Sa facilité de mise en œuvre en fait la méthode de référence en médecine du travail.

Toutefois, afin de bien interpréter les courbes de CFM, il est indispensable de connaître les facteurs de variation de la FC [8]. Ils sont nombreux et peuvent être classés en deux catégories : les facteurs intrinsèques et les facteurs extrinsèques. Les facteurs influençant le plus la fréquence cardiaque sont :

- L'âge dont dépend la FC de repos et la FC maximale théorique,
- La chaleur, une augmentation de 1°C de la température corporelle correspondant à une augmentation de 33 battements par minute (bpm).
- Le travail musculaire, la FC étant proportionnelle à la puissance de l'exercice

Certains facteurs, tels que l'entraînement physique intensif, qui entraîne une diminution de la FC de repos, ou la prise de médicament, tels que les bêta-bloquants, qui empêchent l'adaptation de la FC à l'effort, vont perturber l'enregistrement et l'analyse des courbes. Il est donc nécessaire de sélectionner rigoureusement les sujets inclus dans les études en fonction de l'objectif et de recueillir les facteurs déterminants pour expliquer les variations de FC.

Afin d'identifier les facteurs déterminants en lien avec l'activité de travail, il est indispensable de réaliser parallèlement à l'enregistrement de la FC une étude détaillée des différentes activités et contraintes du poste de travail afin de permettre une analyse précise et une interprétation des courbes de CFM.

La méthode des coûts cardiaques, utilisée en médecine du travail, nécessite de déterminer dans un premier temps, deux indices pour un individu donné: la fréquence cardiaque de référence (FCR) et la fréquence cardiaque maximale théorique (FCMT).

Différentes méthodes existent pour déterminer la FCR telles que la médiane des 6h de sommeil, la FC mesurée juste avant le travail et le 1^{er} percentile des valeurs au cours du travail. La difficulté de réalisation d'un enregistrement au cours du sommeil fait préférer la combinaison des 2 dernières méthodes [15]. Pour se rapprocher au plus près de la FCR, on calcule la valeur de FC dépassée pendant 99% du temps de travail en incluant 5min de pause avant la prise de poste et après la fin du travail.

Pour la FCMT, il existe 3 formules de calcul dans la littérature :

- La formule d'Astrand : $FCMT = 220 - \text{âge}$
- La formule d'Inbar : $FCMT = 205.8 - 0.685 \times \text{âge}$
- La formule de Gellish : $FCMT = 191.5 - 0.007 \times \text{âge}^2$

Les plus précises sont celles de Gellish uniquement après 35 ans et celle d'Inbar avant 35 ans.

Toutefois, la formule la plus couramment utilisée est celle d'Astrand [11].

A partir des courbes de CFM, le rendu des résultats se fait au moyen de différents indices :

- Les indices moyennés :
 - La FC moyenne (FC moy)

Les normes en valeurs limites, ne devraient pas dépasser en milieu professionnel d'après D. Hrubá , pour les hommes, 100bpm et, pour les femmes, 105bpm [10].

- Le coût cardiaque absolu moyen (CCA moy)

$$\text{CCA moy} = \text{FCmoy} - \text{FCR}$$

La réglementation (art. R. 4541-11) considère le poste pénible si le CCAmoy est > 30bpm.

- Le coût cardiaque relatif moyen (CCR moy)

$$\text{CCR moy} = \text{CCA} \times 100 / \text{FCMT} - \text{FCR}$$

D'après D. Hrubá, le CCR doit être < 30% sur la journée de travail [10].

- Les indices de crête :

- La FC crête, le CCA crête et le CCR crête

Ils correspondent à la FC, au CCA et CCR maximaux d'une phase de travail.

L'OMS définit les valeurs limites crêtes qui ne devraient jamais être dépassées au travail, telles que : 90% FCMT ou FCMT – 20bpm et 80% CCR.

D'après l'INRS, un CCR de 50% ne doit pas être dépassé plus de 30min et le CCR de 60%, plus de 5 min, sur un poste de travail [10].

- La FC crête 99^{ème} percentile (FC99), le CCR crête 99^{ème} percentile (CCR99), le CCA crête 99^{ème} percentile (CCA99)

Ils correspondent à la FC, au CCA et au CCR, qui sont dépassés que pendant 1% du temps travaillé (environ 5 min).

La valeur limite, en milieu professionnel, pour la FC99 est de 140 bpm, celle du CCR 99 est de 60% [16].

○ L'indice ΔFC

Il représente l'accélération de FC au cours d'un effort.

$$\Delta FC = FC \text{ crête} - FC \text{ moy}$$

Une variation de FC > 30 bpm est définie comme une pénibilité excessive [8].

Tableau 1 Tableau synthétique des indices d'astreinte cardiaque et de leurs limites qui ne devraient pas être dépassés en milieu professionnel [15]

Indices	Valeurs limites
FC crête	> 145 bpm plus de 5min
FC99	< 140bpm
FCmoy	100 bpm (homme)
ΔFC	> 30bpm
CCAmoy	30 bpm
CCRmoy	30%
CCR crête	> 50% plus de 30min
	> 60% plus de 5min
	80% non dépassé
CCR99	60%

Ces indices ne sont pas des valeurs maximales autorisées. Les textes réglementaires ne prévoient pas de normes en matière de CFM.

Les différents indices ont été utilisés par différents auteurs pour réaliser des grilles de pénibilité.

- Grille de Chamoux [7]: elle peut s'utiliser lorsqu'il est possible de pratiquer un enregistrement de sommeil. Elle comprend 2 échelles mais on retient le

niveau donné par l'échelle du CCR moy, calculé à partir de la médiane des fréquences de sommeil.

CCR moy	Niveau de pénibilité du poste
50 et +	TROP INTENSE
40-50	TRES LOURD
30-40	LOURD
20-30	PLUTOT LOURD
10-20	LEGER
0-10	TRES LEGER

- Grille de Monod et Kapitaniak [18] : elle définit les niveaux de pénibilité en fonction du CCR moy pour 8h, une 2^{ème} partie définit les mêmes niveaux en fonction du CCR court terme (phase de travail de moins de 30min).

CCR pour 8h de travail	Niveau de pénibilité du poste
45-60%	TRES ELEVE
30-45%	ELEVE
20-30%	MODERE
0-20%	FAIBLE

CCR occasionnel (< 30min)	Niveau de pénibilité de la phase de travail
65-75%	TRES ELEVE
50-65%	ELEVE
30-50%	MODERE
0-30%	FAIBLE

- Grille de P. Frimat [8] : elle attribue entre 1 et 6 points à 5 paramètres (la FC moy, la FC crête, le Δ FC maximum du tracé, le CCA moy, et le CCR moy) en

fonction de leur intensité croissante. Le score de pénibilité correspond à la somme des points attribués à chaque paramètre.

Indice de cotation	1 point	2 points	4 points	5 points	6 points
FC moy	90 à 94	95 à 99	100 à 104	105 à 109	110 et +
Δ FC	20 à 24	25 à 99	30 à 34	35 à 39	40 et +
FC crête	110 à 119	102 à 129	130 à 139	140 à 149	150 et +
CCA	10	15	20	25	30
CCR	10%	15%	20%	25%	30%

Score total	Niveau de pénibilité
Score 25	extrêmement dur
Score 24	très dur
Score 22	dur
Score 20	pénible
Score 18	supportable
Score 14	léger
Score 12	très léger
Score 10 et <10	aucune contrainte particulière

- Grille de Meunier, Smolik et Knoché [17] ; elle correspond à une modification de la grille précédente réalisée à l'issue d'une analyse multi factorielle par corrélations multiples sur 61 enregistrements des 24h. Cette analyse a mis en évidence que les indices d'astreinte cardiaque les plus significatifs sont la FC moy, la FC 99, le CCR. Elle est complémentaire de la Grille de Chamoux, lorsque l'enregistrement de sommeil n'est pas possible.

Indice de cotation	FC moy (Bat/min)	99ème percentile (Bat/min)	CCR moy (%)	Score total	Niveau de pénibilité
5 points	120 et +	150 et +	40 et +	13 à 15 points	Très lourd
4 points	110 à 119	140 à 149	30 à 39	10 à 12 points	Lourd
3 points	100 à 109	130 à 139	20 à 29	7 à 9 points	Plutôt lourd
2 points	90 à 99	120 à 129	10 à 19	4 à 6 points	Modéré
1 point	80 à 89	110 à 119	0 à 9	1 à 3 points	Léger

Fig. Grille de Meunier, Smolik et Knoché (Bourgogne Ergonomie) [15]

De plus, dans le contexte d'un travail en ambiance thermique chaude, on pourra mesurer les extra-pulsations d'origine thermique (EPCT) qui correspondent à l'augmentation de la FC liée à l'élévation de la température centrale du sujet. Pour différencier les extra pulsations thermiques des extra-pulsations métaboliques, le protocole décrit par Vogt est utilisé [19]. Pour cela, la FC est mesurée à la 4^{ème} min de récupération (FCR4) après un effort en ambiance chaude car la récupération cardiaque métabolique se fait pendant les 3 premières minutes.

$$ECPT = (FCR4 - FC \text{ repos}) \times \text{temps}(s)$$

D'après l'INRS, si cette mesure est supérieure de 30 bpm à la FCR il est probable que la température centrale du sujet soit supérieure d'un degré [15] et l'astreinte cardiaque due à la chaleur est alors qualifiée d'excessive.

Enfin, le profil cardiaque du poste est déterminé en classant les tracés de CFM en 4 types en fonction du CCRmoy sur 8h et du CCR99 [15].

Type 1 : Pénibilité acceptable sur l'ensemble du poste

Type 2 : Pénibilité acceptable sur l'ensemble du poste mais présentant des phases de travail très pénible

Type 3 : Rythme de travail régulier et soutenu sur l'ensemble du poste

Type 4 : Postes les plus lourds de façon continue et en crête

Les seuils de 20% CCR moy et 50% CCR 99 constituent la limite inférieure d'une activité « Plutôt lourde » dans les grilles de pénibilité intégrant les phases crête.

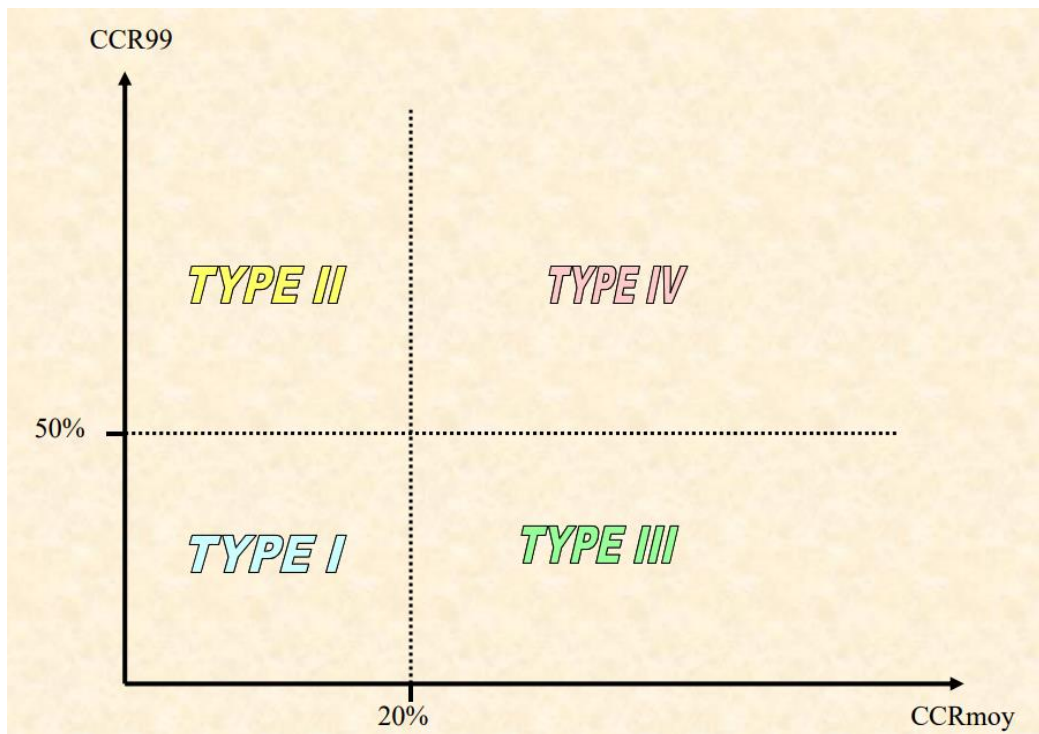


Fig. Classification des profils de poste selon Ph Meunier. [15]

En milieu professionnel, la CFM a été utilisée dans certains domaines tels que le BTP, la télécommunication (maintenance d'antennes relais), et les remontées mécaniques afin d'évaluer la pénibilité de certaines activités. Pour les montées de pylônes et d'antennes relais, des astreintes cardiaques trop importantes (90% FCMT et 70% CCR) ont été mesurées justifiant l'introduction de pauses lors de la montée [2][4].

Par contre, il n'existe pas d'études publiées, en France ou à l'étranger, concernant l'astreinte physique (cardiaque/thermique) pour les activités de la métallurgie, ou en ambiance chaude.

Dans le cas de l'électrolyse de sodium, ceci est probablement dû au fait que ces sites sont limités en nombre dans le monde (seulement 3 actuellement) et que la production de sodium métal est relativement faible en tonnage (85000t/an) comparée à la production d'Aluminium (41Mt/an).

Le but de cette étude est de déterminer, au sein d'une usine d'électrolyse de sodium, le profil de l'astreinte physique des postes d'opérateur électrolyse et de préparateur polyvalent par la réalisation de CFM, les activités les plus pénibles de ces deux postes de travail seront identifiées ainsi que l'impact de l'exposition à la chaleur et des temps de repos sur la FC.

II. MATÉRIELS ET MÉTHODES

Notre étude a été réalisée dans l'usine MSSA en Savoie. Les mesures ont été réalisées du 20 au 31 juillet 2020.

II.1- Descriptif des postes suivis dans l'étude

L'usine est séparée en 2 parties : la salle 1 et la salle 2. La salle 1 est composée de 2 séries de cellules d'électrolyses manuelles, la température y est ressentie plus faible par les salariés du fait de grande aération. La salle 2 comporte 1 série mécanisée (la coulée de Na est automatisée) et 1 série manuelle, qui ne comporte aucune aération et où le ressenti de chaleur est le plus fort. Chaque série comprend 23 cellules. Deux postes de travail ont été étudiés : les opérateurs électrolyses et les préparateurs polyvalents.

Les préparateurs polyvalents, au nombre de 8, travaillent en équipe de 4, 1 équipe dans chaque salle. Chaque équipe comprend un chef d'équipe, 2 monteurs et 1 pontier. Les 3 salariés qui travaillent avec le chef d'équipe changent chaque jour de tâche. Ils sont polyvalents sur le montage et sur la conduite du pont. Ils travaillent de 4h à 12h tous les jours de la semaine.

Leur activité principale est le changement des diaphragmes qui composent chaque cellule d'électrolyse (4 diaphragmes par cellule). Ils réalisent 2 changements de diaphragmes par jour.

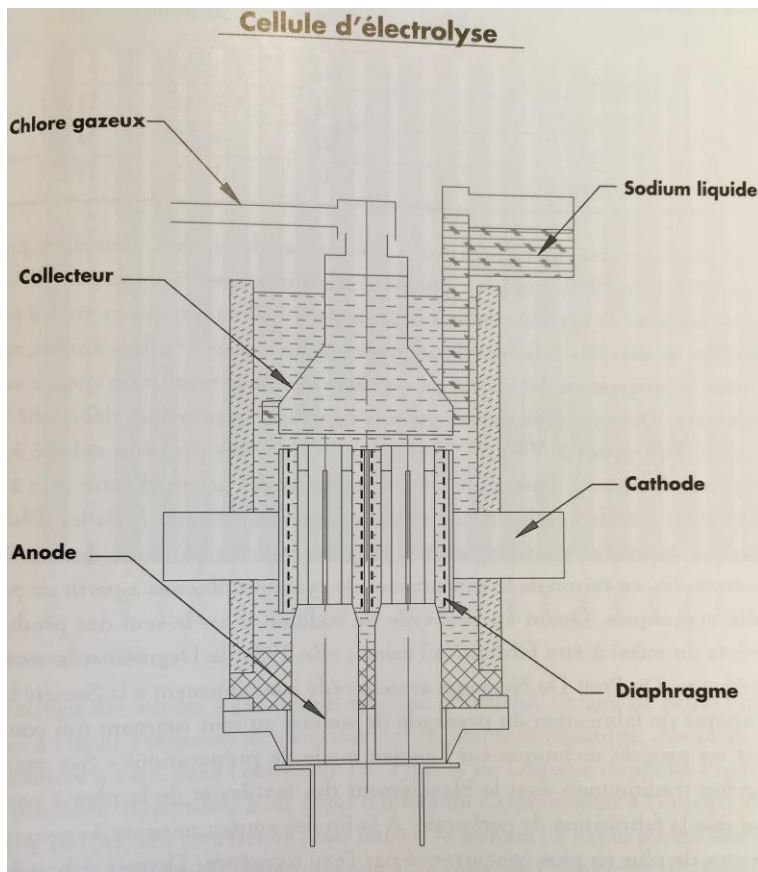


Figure 1 Schéma d'une cellule d'électrolyse [9]

Durant la phase de préparation, les nouveaux diaphragmes sont assemblés sur la cellule muette (cellule de préparation). La seconde étape est le démontage de la cellule. Au cours de cette phase, la composition chimique des bains est ajustée par l'ajout de sacs de matières premières (CaCl_2 ou BaCl_2). Ils réalisent également l'écumage de la cellule. Cette activité, réalisée au plus près du bain où la température est très importante, consiste au retrait du sodium solidifié dans le bain à l'aide d'une pelle métallique. Après un temps de pause, la cellule est remontée avec les nouveaux diaphragmes. Avant l'installation des nouveaux diaphragmes, il est nécessaire de contrôler l'espace entre les électrodes afin de s'assurer qu'aucune brique n'y s'est déposée (brique provenant de la détérioration de la cellule), cette étape, comme l'écumage, est réalisée au plus près du bain.

Les opérateurs électrolyses sont postés en 3x8 : matin (M), après-midi (AM) et nuit. Ils sont 4 sur chaque poste, 2 salariés dans chaque salle et 1 salarié par série de cellules d'électrolyses.

Leur activité principale est de réaliser la coulée de sodium vers le collecteur. Sur les séries manuelles, la coulée consiste au passage de la baguette dans le collecteur pour s'assurer qu'il n'est pas occlus, puis à tourner une manivelle d'ouverture et abaisser un levier pour effectuer la coulée. Ces étapes sont physiques et sont réalisées au-dessus du collecteur où la température est élevée bien que moins importante qu'au-dessus du bain. Sur la série mécanisée, la coulée est faite automatiquement, l'opérateur l'enclenche par un bouton situé sur la partie latérale du collecteur.

A chaque prise de poste, l'opérateur doit casser les dômes de sodium solidifiés au-dessus du bain à l'aide d'une barre à mine. Il doit également ajuster la teneur du bain en ajoutant des sacs de matières premières.

Le détail complet des postes de travail est précisé en annexe dans l'étude de poste.

II.2 – Enregistrements de CFM et suivi de l'activité

Vingt mesures ont été effectuées : 8 mesures sur les préparateurs polyvalents et 12 mesures sur les opérateurs électrolyses.

Pour les préparateurs polyvalents, 2 mesures concernaient le chef d'équipe, 3 mesures les monteurs et une mesure le pontier.

Pour les opérateurs électrolyses, 8 mesures ont été réalisées sur le poste du matin ; 4 en salle 1 et 4 en salle 2 incluant 2 mesures sur la ligne mécanisée, et 4 mesures ont été réalisées sur le poste de l'après-midi ; 2 en salle 1 et 2 en salle 2.

Durant la totalité des enregistrements, les salariés étaient suivis par le médecin du travail, l'infirmière ou l'un des 2 techniciens du SST pour remplir conjointement le rapport d'activité.

La fréquence cardiaque a été enregistrée par des cardiofréquencemètres Polar RCX3 ® sur toute la durée du poste de travail. Il s'agit d'un système comprenant un émetteur thoracique composé

de deux électrodes intégrées dans une ceinture ainsi que d'une montre ayant le rôle de récepteur enregistreur. Avec cet appareil, une valeur de fréquence cardiaque est enregistrée toutes les 5 secondes. L'ensemble des valeurs a ensuite été transféré sur un ordinateur au moyen de l'interface infrarouge Polar WebSync (release 1557) ® et traité par le logiciel d'analyse Polar Protrainer 5 ®.

Pour chaque sujet, ont été déterminées la FCR et la FCMT : (1) la FCR en utilisant le premier percentile des FC pendant la durée de l'enregistrement en incluant les mesures réalisées en position assise pendant 5 min en début de poste ; (2) la FCMT par la formule d'Inbar [11].

Pour chaque tracé, les paramètres suivants ont été calculés : la FCmoy, la FC99, le CCRmoy le CCR99 et le CCR crête.

La pénibilité a été déterminée en utilisant la grille d'évaluation de MEUNIER de même que le profil du poste [15]. L'analyse détaillée des activités au poste ainsi que le calcul des EPCT a été étudiée sur 4 courbes choisies spécifiquement : 1 chez le préparateur, 3 chez les opérateurs en salle 1, en salle 2 et sur la ligne mécanisée.

III. RESULTATS

Tableau 2 Caractéristiques des salariés

Salarié	Poste	Age	IMC	Sport	Tabac -PA	Tâche/Salle-série
1a	Préparateur Polyvalent	44	29	1	0	Chef
1b						Chef
2		30	25,4	1	0	Pont
3a		46	25,1	0	35	Monteur
3b						Monteur
4		28	21,2	0	12	Monteur
5		51	33	0	0	Monteur
6		32	24	0	10	Monteur
7	Opérateur Electrolyse	38	28,7	0	10 sevré	Salle 1 M
8		23	36,8	1	3	Salle 1 M
9a		35	24,9	0	8	Salle 1 M
9b						Salle 1 M
10a		47	25,5	1	0	Série mécanisée M
10b						Série mécanisée M
11		30	25,1	0	0	Salle 2 M
12		45	22,7	1	0	Salle 2 M
13a		45	27,7	1	15 sevré	Salle 2 AM
13b						Salle 2 AM
14a		34	24	0	0	Salle 1 AM
14b						Salle 1 AM

L'ensemble des salariés équipés était des hommes sans traitement. Leur moyenne d'âge était 38 ans, et la moyenne des IMC était 26,7.

Six salariés faisaient du sport 1 fois par semaine (indice 1), et 8 n'en faisaient pas (indice 0).

Neuf salariés étaient non-fumeur ou ancien fumeur et 5 étaient fumeurs actifs : entre 3 et 35 PA (paquets/année).

Sur les 14 salariés équipés, 6 (indice a et b) l'ont été sur 2 jours.

Deux mesures réalisées sur les préparateurs polyvalents et 1 mesure sur les opérateurs électrolyses, ont été exclues de l'étude car l'enregistrement ne concernait pas l'ensemble du poste (couleur rouge).

III.1 - Préparateurs polyvalents

Tableau 3 Résultats des préparateurs polyvalents

Salarié	Tâche	FCR (bpm)	FCMT (bpm)	FCmoy (bpm)	FC99 (bpm)	CCRmoy (%)	CCR99 (%)	CCR crête (%)	Pénibilité	Profil de poste
1a	Chef	68	176	88	128	19	56	69	Modéré	2
1b	Chef			86	131	17	58	75	Modéré	2
2	Pont	66	190	101	155	22	73	77	Lourd	4
3b	Monteur	69	174	98	148	28	76	84	Plutôt lourd	4
4	Monteur	71	192	99	144	23	62	67	Plutôt lourd	4
5	Monteur	82	169	121	159	45	88	98	Très lourd	4

Les valeurs en rouge étaient supérieures aux valeurs limites en milieu professionnel qu'il ne faudrait pas dépasser.

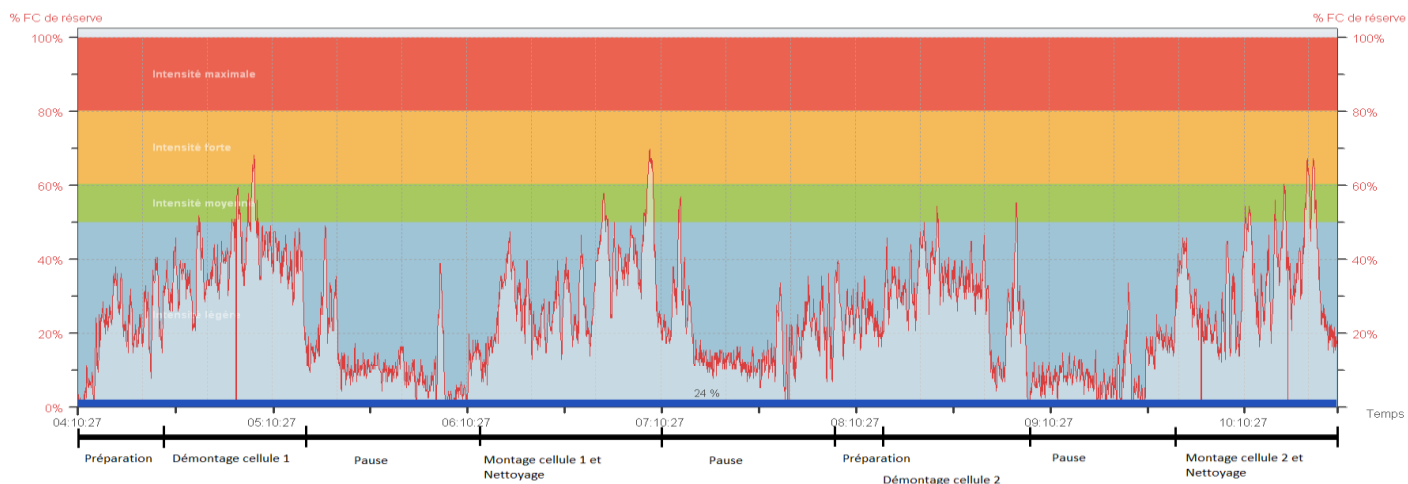
Les valeurs absolues de FC, FCmoy et FC99, ne peuvent pas être comparées entre elles. Concernant les niveaux des CCRmoy, CCR99 et CCR crête, il existait une grande variabilité des résultats entre les différentes tâches et les différents salariés. Le salarié 5 présentait des valeurs particulièrement élevées et le salarié 1 des valeurs plus faibles comparées aux autres salariés.

La FC99 et le CCR99 étaient les 2 indices qui dépassaient le plus les valeurs limites, ce qui mettait en évidence la présence de phases de travail très pénibles.

La pénibilité globale du poste était modérée à très lourde en fonction de la tâche. La tâche chef était moins pénible que les tâches de monteur ou pont et son profil de poste était également différent, la tâche était moins pénible dans l'ensemble mais présentait des phases très difficiles.

Afin d'analyser de façon plus précise les phases de travail et les EPCT, la courbe du salarié 4 a été sélectionnée, elle présentait la tâche de monteur et ces valeurs d'indices correspondaient environ aux valeurs moyennes retrouvées sur l'ensemble des indices du poste.

Figure 2 Courbe du salarié 4 exprimée en CCR



Les différentes phases de travail et les temps de pause étaient facilement identifiables sur la courbe. Il existait une augmentation progressive des CCR jusqu'à atteindre son niveau maximum, au cours des différentes phases de travail. Ce profil était similaire d'une phase de travail à l'autre.

Les temps de pause permettaient une diminution importante de la FC mais celle-ci n'atteignait que très rarement le niveau de FCR (correspondant à 0%). La présence de pic de FC était observé au début des phases de pause correspondant aux moments où le salarié était allé fumer.

Tableau 4 Valeurs limites salarié 4

Indices	Valeurs limites	Valeurs salarié 4
FC crête	>145 bpm plus de 5min	> 145 bpm pendant 3min35
Δ FC	30bpm	53 bpm
CCAmoy	30 bpm	28 bpm
CCR crête	> 50% plus de 30min	> 50% pendant 12min
	> 60% plus de 5min	> 60% pendant 3min45
	80% non dépassé	80% non dépassé

Les CCR crêtes ne dépassaient jamais les valeurs limites recommandées. Une forte accélération de la FC était notée au cours du travail.

L'analyse du rapport d'activité montrait que les phases les plus pénibles du travail (CCR > 60%) à 5h04, 7h05 et 10h29 correspondaient respectivement aux activités écrémage cellule 1 (14min)

lors du démontage cellule1, réinstallation du collecteur sur la cellule 1 (7min), et la réinstallation du collecteur sur la cellule 2 (10min) lors du montage.

L'écémage de la cellule 2 à 8h33 durait 1min30. Le niveau de FC atteint augmentait avec la durée de l'activité.

L'analyse des EPCT sur la courbe du salarié 4, ne montrait pas d'augmentation supérieure à 30 bpm : après le démontage de la cellule 1 : EPCT =19 bpm ; après la réinstallation de la cellule 1 : EPCT = 23 bpm ; après la réinstallation de la cellule 2 : EPCT = 24 bpm.

L'analyse des phases de travail des autres courbes est résumée dans le tableau ci-dessous, en se focalisant sur les activités au poste ou le CCR > 60% et/ou >80%.

Tableau 5 Activités au poste ou CCR crête > 60% et/ou > 80%

N° salarié	Heure	Durée de l'activité CCR crête > 60% et CCR crête>80%	Activités
1a	07h01	20sec	Installation du collecteur (Rec Méca)
	10h59	1min10	Installation du collecteur (Rec Méca)
Total		1min30	
1b	07h28	30sec	Fixation tuyaux et dôme après installation des diaphragmes
	07h36	1min	Installation du collecteur (Rec Manuel)
Total		1min30	
2	05h08	3min	Ecrémage
	05h24	30sec	Ajout sac 25kg
	06h39	13min	Recherche brique espace inter-polaire Ecrémage
	07h14	2min	Installation diaphragme avec cage
	08h53	3min	Ecrase ancien diaphragme avec baguette
	09h00	1min30	Ajout sac 25kg
	10h19	5min	Recherche brique espace inter-polaire Ecrémage
Total		28min	
3a	08h34	20sec	Cassage croûte Na dans le dôme à la barre à mine
Total		20sec	
3b	04h30	6min30	Démontage barrière, tickler et grille
	04h39	2min	Travail en sous-sol
	04h42	4min	Débranche tuyaux derrière cellule
	04h53	3min	Cassage croûte Na dans le dôme à la barre à mine (CCR> 80% pendant 30sec)

	04h58	16min	Port tuyau Chlore Cassage croûte Na dans le dôme à la barre à mine Ajout sac 25kg
	08h41	1min45	Ajout sac 25kg
	08h47	30sec	Traction chariot contenant sac de 25kg
Total		33min45	
4	05h04	1min	Ecrémage
	07h06	2min	Installation du collecteur (Rec Manuel)
	10h29	1min30	Installation du collecteur (Rec Manuel)
Total		4min30	
5	04h36	2min	Démontage barrière, tickler et grille
	04h43	2min	Installation chariot de mise à la terre
	05h03	1min30	Cassage croûte Na dans le dôme à la barre à mine
	09h02	1min30	Réinstallation barrière, grille, tuyaux
	09h32	4min	Retrait du diaphragme bloqué dans le bain à la pince
	10h05	2min	Mise en route au sous-sol (levier bloqué, a dû forcer et se faire aider d'un collègue)
Total		CCR crête >80%= 13min	
		CCR crête >60% =1h40	
6	09h00	30sec	Nettoyage autour de la cellule
	09h47	1min30	Installation du barboteur
	10h03	1min30	Mise en route au sous-sol (tape avec masse)
Total		3min30	

Les activités qui revenaient à plusieurs reprises dans le tableau étaient :

- Installation du collecteur (5 fois)
- Cassage des croûtes Na dans le dôme (4 fois)
- Ecrémage (4 fois)
- Ajout sac de 25kg dans le bain (3fois)

Les activités décrites dans le tableau étaient très physiques et nécessitaient de la manutention et/ou des contraintes posturales importantes. Dans le tableau, 19 des 35 activités étaient réalisées près du bain d'électrolyse, où la température était la plus importante.

Les salariés 2, 3b et 5 avaient un CCR crête > 60% plus de 5min et le salarié 5, un CCR crête >80% pendant 13min.

III.2 - Opérateurs électrolyses

Tableau 6 Résultats des opérateurs électrolyse

N° de salarié	FCR (bpm)	FCMT (bpm)	FCmoy (bpm)	FC99 (bpm)	CCRmoy (%)	CCR99 (%)	CCR crête (%)	Pénibilité	Profil de poste
7	59	182	86	121	22	50	53	Modéré	4
8	77	197	118	172	34	79	83	Très lourd	4
9a	69	185	123	180	47	96	98	Très lourd	4
9b	69	185	112	164	37	82	88	Lourd	4
10a	74	173	106	155	32	81	94	Lourd	4
11	62	190	92	151	23	69	76	Lourd	4
12	65	175	93	148	25	75	85	Plutôt lourd	4
13a	64	175	98	163	31	89	96	Lourd	4
13b	62	175	89	152	24	80	88	Plutôt lourd	4
14a	72	186	101	166	25	83	90	Lourd	4
14b	68	186	91	141	20	62	69	Plutôt lourd	4

Les valeurs en rouge étaient supérieures aux valeurs limites en milieu professionnel qu'il ne faudrait pas dépasser.

Les valeurs absolues de FC, FCmoy et FC99, ne pouvaient pas être comparées entre elles.

Il existait une grande variabilité des mesures en fonction des salariés et même entre 2 mesures réalisées chez le même salarié (exemple : salariés n°13 et n°14).

Le salarié 7 présentait des valeurs particulièrement basses comparées aux autres salariés, il ne dépassait jamais les valeurs recommandées.

La moyenne des CCR moy était de 29%, des CCR99 de 77% et des CCR crête de 84%.

A l'exception du salarié 13a, les mesures réalisées en salle 2 et l'AM (n° 13 et 14), présentaient un niveau de CCR moy inférieur aux autres mesures.

La FC99 et le CCR99 était les 2 indices qui dépassaient le plus les valeurs limites ce qui mettait en évidence la présence de phases de travail très pénibles.

En excluant le salarié 7, la pénibilité globale du poste était plutôt lourde à très lourde.

L'ensemble des courbes avait un profil de poste correspondant aux postes les plus lourds de façon continue et en crête.

La série mécanisée ne présentait pas des niveaux plus faibles que les séries manuelles.

Afin d'analyser de façon plus précise les phases de travail et les EPCT, 3 courbes ont été sélectionnées (1 en salle 1, 1 en salle 2 et la série mécanisée), ces courbes étaient représentatives de l'activité.

Figure 3 Courbe du salarié 9b en salle 1 exprimée en CCR

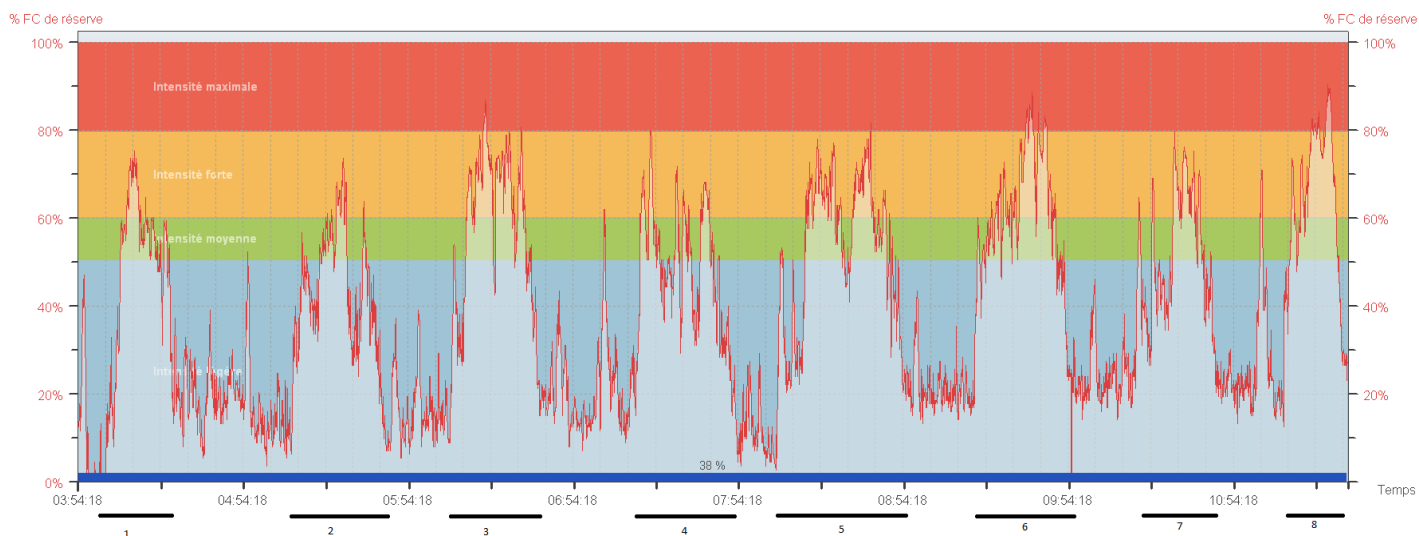


Tableau 7 Phase de travail et EPCT du salarié 9b en salle 1

Phase	Heure	Activités	EPCT
1	4h06 à 4h27	Cassage des dômes + manœuvre	23
2	5h13 à 5h32	Manœuvre + cassage des croûtes + ajout sac 25kg (x2)	29
	5h34 à 5h39	Remise tuyau sur cellule ayant dysfonctionné la nuit	
3	6h12 à 6h36	Ajout sac 25kg (x2) + manœuvre + cassage des croûtes	22
4	7h17 à 7h45	Ajout sac 25kg + manœuvre + cassage des croûtes	35
5	8h17 à 8h48	Ajout sac 25kg (x8) + manœuvre + cassage des croûtes	42
6	9h22 à 9h48	Passe le balai entre cellule + manœuvre + cassage des croûtes + balayette + installation d'un shint en sous-sol	58
7	10h22 à 10h41	Passe le balai sur les cellules + manœuvre	45
8	11h14 à 11h31	Manœuvre + cassage des croûtes	30

Les différentes phases de travail et les temps de pause étaient facilement identifiables sur la courbe.

L'ensemble des phases de travail présentait un niveau de CCR très important, celui-ci atteignait son maximum dès le début et restait haut tout au long de la phase. Les temps de pause ne permettaient pas un retour de la FC à la FCR (CCR 0%). Sur la courbe, la FC de base augmentait chronologiquement d'un temps de pause au suivant.

A partir de la phase de travail 4, les EPCT étaient supérieures à 30 bpm, indiquant une augmentation de la température corporelle d'un degré.

Les phases les plus pénibles du travail (CCR > 80%) à 6h22, 9h39 et 11h28 correspondaient respectivement aux activités ajout d'un sac de 25kg dans le bain (retour de flamme important), installation d'un shint en sous-sol (posture contraignante) et cassage des croûtes dans le bain.

Tableau 8 Valeurs limites du salarié 9b en salle 1

Indices	Valeurs limites	Valeurs salarié 9b
FC crête	>145 bpm plus de 5min	> 145 bpm pendant 1h
Δ FC	30bpm	59 bpm
CCAmoy	30 bpm	43 bpm
CCR crête	> 50% plus de 30min	> 50% pendant 2h38
	> 60% plus de 5min	> 60% pendant 1h40
	80% non dépassé	> 80% pendant 12min15

L'ensemble des valeurs du salarié dépassait très largement les valeurs recommandées.

Figure 4 Courbe du salarié 12 en salle 2 exprimée en CCR

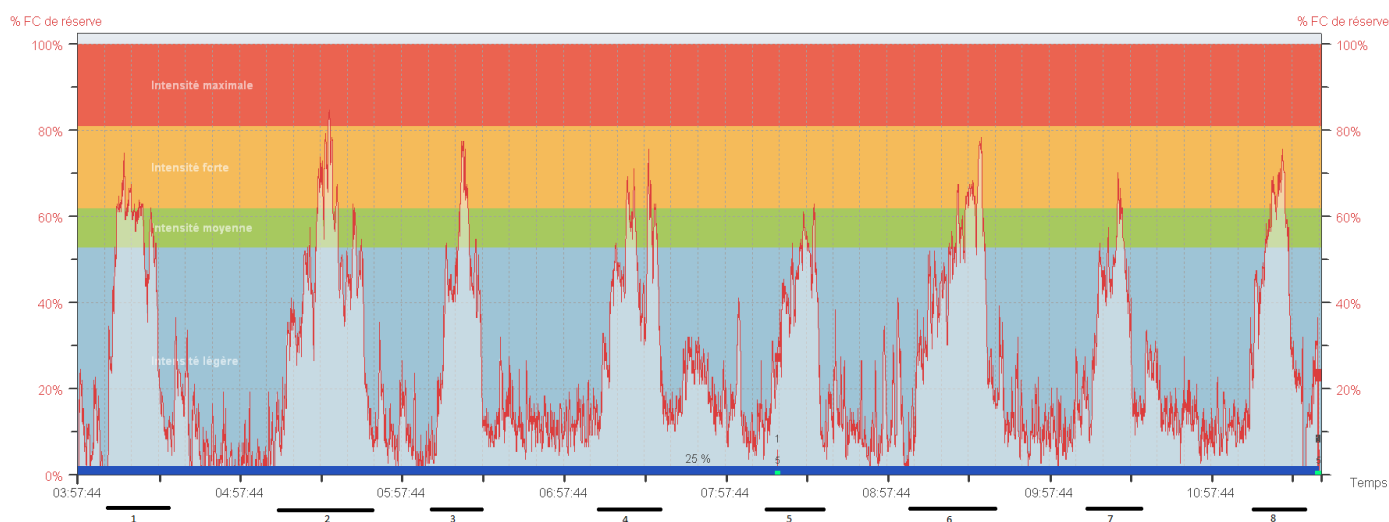


Tableau 9 Phase de travail et EPCT du salarié 12 en salle 2

Phase	Heure	Activités	EPCT
1	4h02 à 4h30	Cassage des dômes + manœuvre	21
2	5h11 à 5h33	Manœuvre + ajout sac 25kg (x6)	26
	5h33 à 5h39	Installation d'un tuyau chlore en salle 1	
3	6h09 à 6h26	Ajout sac 25kg (x3) + manœuvre	13
4	7h10 à 7h30	Manœuvre + cassage des croûtes+ installation d'un shint en sous-sol	30
5	8h14 à 8h34	Manœuvre + Passe le balai sur les cellules + cassage des croûtes	20
6	9h09 à 9h17	Installation d'un peigne sur une cellule ayant eu un changement de diaphragme par les préparateurs polyvalents	50
	9h17 à 9h30	Manœuvre + Passe le balai entre les cellules	
7	10h10 à 10h25	Manœuvre	20
8	11h10 à 11h23	Manœuvre + cassage des croûtes	31

Comme la courbe de la salle 1, l'ensemble des phases de travail présentait un niveau important de CCR atteint immédiatement, et les temps de pause ne permettaient pas un retour de la FC à la FCR.

Sur cette courbe, les phases de travail étaient moins longues. L'activité la plus pénible du travail (CCR > 80%) à 5h30 correspondait à l'ajout d'un sac de 25kg dans le bain.

Sur les phases de travail 4, 6 et 8, les EPCT étaient supérieures à 30 bpm, indiquant une augmentation de la température corporelle d'un degré.

Tableau 10 Valeurs limites du salarié 12 en salle 2

Indices	Valeurs limites	Valeurs salarié 12
FC crête	>145 bpm plus de 5min	> 145 bpm pendant 6min
Δ FC	30bpm	65 bpm
CCAmoy	30 bpm	28 bpm
CCR crête	> 50% plus de 30min	> 50% pendant 1h03
	> 60% plus de 5min	> 60% pendant 39min
	80% non dépassé	> 80% pendant 30sec

A l'exception du CCAmoy, l'ensemble des valeurs du salarié dépassait les valeurs recommandées.

Figure 5 Courbe du salarié 10a exprimée en CCR

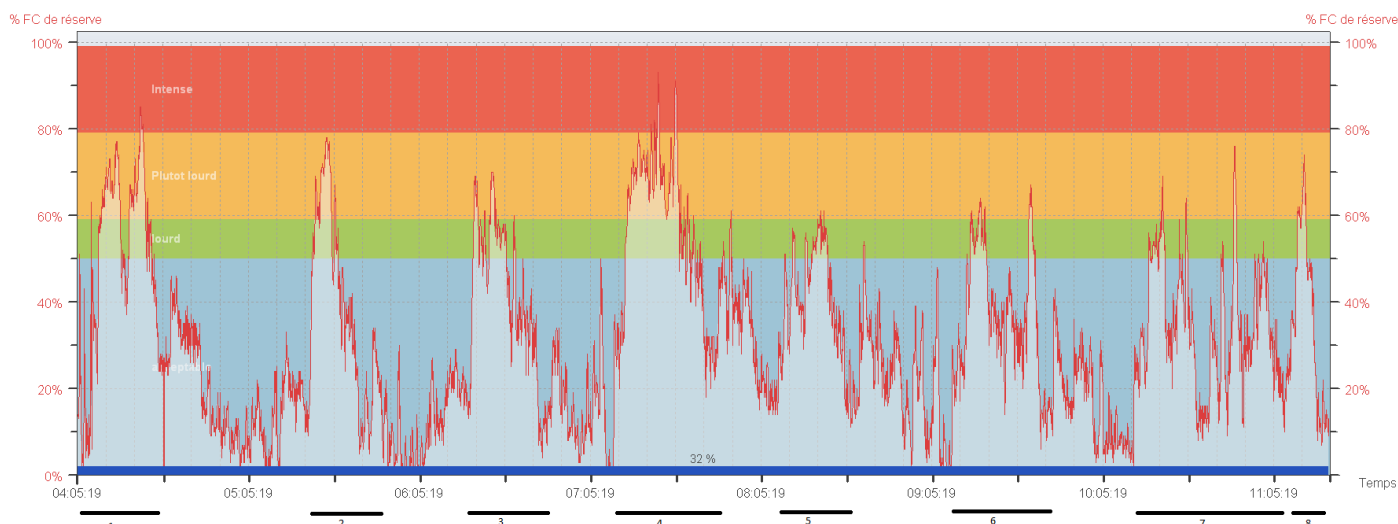


Tableau 11 Phase de travail et EPCT du salarié 10a

Phase	Heure	Activités	EPCT
1	4h05 à 4h32	Cassage des dômes + prise d'échantillon + contrôle visuel de la coulée	26
2	5h16 à 5h43	Contrôle visuel de la coulée + cassage des croûtes + contrôle visuel des niveaux de sel	17
3	6h14 à 6h46	Contrôle visuel de la coulée + ajout sac 25kg (x2) + passe le balai entre les cellules	10
4	7h14 à 7h45	Contrôle visuel de la coulée + cassage des croûtes + passe le balai entre les cellules + installation de 2 shints en sous-sol	22
5	8h14 à 8h34	Contrôle visuel de la coulée + passe le balai sur les cellules	15
6	9h13 à 9h42	Contrôle visuel de la coulée + passe le balai sur les cellules + cassage des croûtes	16
7	10h16 à 10h37	Contrôle visuel de la coulée + cassage des croûtes + installation d'un shint en sous-sol	11
	10h58 à 11h04	Changement tickler	
8	11h11 à 11h19	Contrôle visuel de la coulée + cassage des croûtes	12

Sur la courbe, à partir de la phase 4, les phases de travail et les temps de pause étaient moins marqués et moins nets. La durée des phases de travail était légèrement plus importante 30min vs 20min comparativement aux courbes sur série manuelle. Les phases les plus pénibles du travail (CCR > 80%) à 4h18, 4h26, 5h32, 7h20 et 11h16 correspondaient respectivement à la relève d'un agitateur à l'aide de la manivelle, à la prise d'échantillons, au cassage des croûtes dans le bain (x3).

Les valeurs élevées de la phase 4 étaient mesurées lors de l'installation des shints en sous-sol, cette installation réalisée sous les cellules, impliquait de la manutention et des contraintes posturales très importantes.

Sur les différentes phases de travail, les EPCT n'étaient jamais supérieures à 30 bpm.

Tableau 12 Valeurs limites du salarié 10a

Indices	Valeurs limites	Valeurs salarié 10a
FC crête	>145 bpm plus de 5min	> 145 bpm pendant 16min30
Δ FC	30bpm	61 bpm
CCAmoy	30 bpm	32 bpm
CCR crête	> 50% plus de 30min	> 50% pendant 1h32
	> 60% plus de 5min	> 60% pendant 49min
	80% non dépassé	> 80% pendant 3min25

L'ensemble des valeurs du salarié dépassait très largement les valeurs recommandées.

IV. DISCUSSION

Les études réalisées en utilisant la CFM sont peu nombreuses et anciennes, la majorité d'entre elles ont été réalisées avant les années 2000. Elles concernaient principalement le domaine du BTP et de l'ascension de pylônes et se focalisaient sur l'analyse de certaines tâches du poste de travail [1] [2] [4]. Contrairement à notre étude, elles ne concernaient pas le travail en ambiance chaude, et le milieu de l'industrie métallurgique.

Notre étude portait sur 2 postes de travail, les préparateurs polyvalents et les opérateurs électrolyses, d'une usine de métallurgie et représente une évaluation initiale de la pénibilité de chaque poste avec identification des activités les plus pénibles. Les différentes caractéristiques de ces postes (différentes tâches, différentes salles et séries) sont nombreuses et auraient nécessité pour chaque caractéristique plus de mesures pour effectuer une analyse statistique fiable. De plus, certaines mesures ont été effectuées sur les mêmes salariés sur 2 jours, entraînant des valeurs répétées. Cependant, l'étalonnage des courbes en CFM lisse l'effet de ces répétitions. La difficulté de réalisation de la CFM vient principalement du fait que le salarié doit être suivi sur la totalité de son poste afin de décrire précisément les activités réalisées.

Bien que le nombre de salarié, sur ces postes, soit faible, ne nous permettant pas une sélection plus précise, par exemple l'exclusion des salariés fumeurs, notre présence sur 2 semaines, nous a permis d'obtenir un nombre intéressant de mesure.

Concernant la détermination de la FCR, une autre méthode de calcul que celle que nous avons utilisée dans notre étude nécessite un enregistrement de la FC au cours du sommeil afin de déterminer: la médiane des 6h de sommeil [7]. La FCR issue du tracé de sommeil est souvent plus faible que celle mesurée dans notre étude, ce qui entraîne des niveaux de pénibilité supérieurs (utilisation spécifique de la grille de pénibilité du Pr Chamoux). La principale limite de cette méthode, en médecine du travail, est la nécessité d'équiper les salariés en extra-

professionnelle et le besoin d'une bonne acceptabilité de leur part ce qui explique que nous ne l'ayons retenue.

Pour analyser nos courbes, nous avons déterminé la FCMT avec la formule d'Inbar car notre population étudiée comprenait 7 salariés de 35ans ou moins et aucun salarié de plus de 55ans [11]. Afin de gagner en précision concernant la tranche d'âge 35-55ans, nous aurions pu utiliser la formule de Gellish [15] pour les salariés concernés, cependant cela nous aurait obligé à utiliser 2 formules différentes pour déterminer la FCMT.

En 30ans, le matériel dédié à la CFM a beaucoup évolué. Le matériel utilisé en médecine du travail est actuellement le même que celui utilisé par le grand public. Ces dernières années, les montres connectées ont fait leur apparition, mais celles-ci nécessitent la mise en ligne des données, ce qui pose un problème de confidentialité au niveau médical. De plus, ces nouvelles montres, ne sont plus compatibles avec le logiciel d'analyse. L'ancien logiciel de traitement des données, Propulse Ergo®, qui permettait une analyse facilitée et plus rapide, a disparu. Le logiciel Polar Pro Trainer 5®, que nous avons utilisé, a pour avantage une utilisation en local ne nécessitant pas de transférer les données sur un site internet. Toutefois, la détermination de la FCR par le 1^{er} percentile des FC au cours du travail, de la FC99 et du CCR99, doit se faire visuellement. Il y a donc un risque d'erreur sur l'exactitude de ces valeurs. Afin d'extraire nos données des montres, nous avons dû utiliser l'ancienne version du logiciel Polar WebSync®, car sa dernière version, supprime la possibilité d'extraction, en local. Ces évolutions expliquent la raréfaction des études utilisant la CFM en milieu professionnel. En effet, pour réaliser actuellement des mesures de CFM, il faut s'équiper de montres d'occasions, et posséder d'anciennes versions des logiciels d'extraction et d'analyse.

Une première série de mesures devaient être réalisée en mars, afin de comparer les courbes de CFM en fonction de la saison, mais ces mesures n'ont pas pu être réalisées en raison de la crise sanitaire.

Au cours de notre étude, nous n'avons pas pu réaliser mesurer la température d'ambiance et l'hygrométrie du fait d'un manque de matériel adéquat. En effet, notre matériel de mesurage nécessitait de rester plusieurs minutes au-dessus du bain d'électrolyse. Il n'était donc pas possible de demander au salarié de le faire, dans le cadre de leurs activités et nous ne possédions pas les autorisations pour la réaliser nous-mêmes. Afin de compléter notre analyse, il serait intéressant de réaliser ces mesures afin de préciser les températures réelles en condition de travail.

Lors des enregistrements de CFM, nous avons réalisé à chaque entrée et sortie de salle d'électrolyse, des mesures de la température corporelle, par un thermomètre frontal.

Aucune différence entre la température d'entrée et de sortie n'a été mise en évidence, même quand les courbes de CFM indiquaient une augmentation de la température interne.

La principale hypothèse expliquant l'absence d'augmentation de la température frontale, est la présence de sueur au niveau du front lors de la prise de température. Afin d'obtenir une mesure fiable de la température interne, l'utilisation d'un thermomètre rectal aurait été nécessaire, mais cette technique n'est pas facilement réalisable en milieu de travail, du fait des contraintes pratique et d'acceptabilité.

Les résultats des préparateurs polyvalents, par l'analyse des courbes et des indices de pénibilité mettent en évidence la présence de phases de travail très pénibles. Cependant l'augmentation de l'intensité du travail est progressive.

Le temps passé près du bain d'électrolyse est déterminant sur le niveau de FC atteint. Il serait intéressant de réaliser de nouvelles mesures pour déterminer un temps cible durant l'exécution de ces activités, à ne pas dépasser.

Nous avons observé lors de la réalisation des mesures que les salariés par eux-mêmes effectuent un roulement sur ces activités quand leur durée est trop importante.

L'ajout de sac de 25kgs dans le bain, l'écramage et le cassage des croûtes de sodium dans le dôme à la barre à mine sont 3 activités extrêmement pénibles.

L'analyse des EPCT ne met pas en évidence d'augmentation de la température corporelle en sortie de salle. Cependant, nous n'avons pas pu faire asseoir les salariés, immédiatement après les activités exposant aux plus fortes chaleurs. Il serait donc intéressant de réaliser des mesures incluant un temps de pause immédiat après une forte exposition aux bains d'électrolyse.

Les résultats des opérateurs électrolyse, mettent en évidence une diminution du CCRmoy en salle 2 et sur les mesures effectuées l'après-midi par rapport à la salle 1. La température était plus élevée en salle 2, de même que l'après-midi car nous étions en période de canicule. Cette différence peut s'expliquer par le fait que les dômes et les croûtes de sodium au-dessus du bain se constituent plus lentement et sont moins solides si l'écart de température entre le bain et la température extérieure est plus faible. Ces activités sont donc plus faciles et moins fréquentes, ce qui explique aussi la différence de durée entre les phases de travail.

La présence d'EPCT > 30bpm sur les 2 courbes étudiées en salle 1 et 2 indique une augmentation de la température corporelle de plus d'un degré. L'arrêté du 15 juin 1993 précise que cette augmentation est un indicateur de charge de travail physique déjà important.

Il est difficile d'isoler pour ce poste, les activités de travail les plus pénibles. L'ensemble de ces activités exposent à une pénibilité importante et immédiate (cf courbe 18).

Malgré l'automatisation de la coulée, la série mécanisée présente des niveaux similaires du fait de l'ajout de nombreuses activités sur le poste pour optimiser le gain de temps de l'automatisation. Ces activités sont pour la plupart réalisées en sous-sol, sous les cellules, avec de la manutention dans des postures extrêmement contraignantes (dos fléchi en avant).

Afin de limiter l'impact sur la santé des salariés, notamment en termes de TMS, des activités les plus contraignantes, certains aménagements pourraient être envisagés :

- Pour les 2 postes, l'installation d'un système automatisé pour l'ajout des matières premières.

- Pour les préparateurs polyvalents, la mise à disposition d'un outil thermique pour le cassage des croûtes dans le dôme et la réflexion autour d'une automatisation de l'écémage.

- Pour les opérateurs électrolyse, l'automatisation de l'ensemble des cellules réduirait le temps passé près du bain. Cependant, les activités ajoutées au poste du fait de ce gain de temps doivent être limitées.

L'augmentation de la température au-dessus du bain d'électrolyse permettrait de diminuer la formation des dômes et des croûtes et donc de diminuer les contraintes liées à ces activités. Cependant, la mise en œuvre technique serait compliquée car il ne faudrait pas augmenter la température générale des salles. L'utilisation de masques ventilés pourrait permettre de maintenir les salariés au frais plus longtemps.

Sur les deux postes étudiés, le poste opérateur électrolyse est le plus contraignant, il est donc nécessaire de se focaliser sur ce poste pour la mise en place de mesures correctives.

Enfin, il est important de souligner que notre étude a porté sur les activités réalisées aux postes quand les cellules sont en fonctionnement normal. Il est fréquent que les salariés doivent

intervenir sur des incidents, et passent plus de temps près des cellules pour des interventions de maintenance sur les cellules sodium mais également sur les cellules lithium.

De même, les salariés nous ont rapportés que la série mécanisée présentait fréquemment des pannes nécessitant des interventions longues et plusieurs opérateurs sont souvent nécessaires pour la réparation.

V. CONCLUSION

Les 2 postes de travail suivis au cours de notre étude présentent une pénibilité importante. Leur profil d'astreinte physique est cependant différent.

Chez les préparateurs polyvalents, le travail est d'intensité croissante au cours des phases de travail, l'effort fourni est progressif en incluant des activités très pénibles. Les 3 activités les plus pénibles pour les préparateurs sont l'ajout de sac de matière première, le cassage des croûtes de sel dans les dômes et l'écémage.

Les opérateurs électrolyse réalisent des phases de travail courtes, d'emblée très intenses avec des activités très pénibles. L'ajout de sac de matière première et le cassage des dômes dans les bains sont les plus pénibles.

La durée d'exposition à la chaleur est directement liée à la pénibilité de l'activité, de même que l'intensité de la chaleur. Les activités réalisées au plus près du bain, où la température est la plus importante, sont les plus difficiles.

Les temps de pause permettent dans l'ensemble une bonne récupération, même si celle-ci est parfois insuffisante.

Pour l'entreprise, cette étude va permettre d'initier une réflexion sur les pistes d'améliorations possibles pour diminuer la pénibilité de ces postes de travail. Si des modifications sont apportées, la réalisation de nouvelles mesures permettra d'évaluer l'impact de ces aménagements.

Cette étude a pu être réalisée grâce à une formation précise, sur la CFM et sur l'utilisation des logiciels d'analyse. La mise en œuvre pratique a été possible grâce à l'implication de l'infirmière de l'usine et des techniciens du service de santé au travail en Savoie, permettant la réalisation d'un nombre suffisant de mesure.

La CFM était particulièrement bien adaptée pour l'analyse de la pénibilité, sur les postes de travail étudiés, pour les contraintes physiques mais également pour les contraintes thermiques.

Elle ouvre des perspectives quant à l'utilisation de cet outil pour évaluation l'astreinte physique réelle de postes de travail considérés comme pénibles.

La CFM peut également être utilisée, en prévention secondaire, pour aider le médecin du travail dans sa décision d'aptitude pour un salarié ayant présenté un accident cardiaque ou pour les postes à forte astreinte cardiaque.

Cette seconde utilisation de la CFM en milieu professionnel, doit cependant s'intégrer dans une réflexion plus large, pluri disciplinaire, avec l'aide du cardiologue et du rééducateur.

DRUART Hélène

**ETUDE DE L'ASTREINTE CARDIAQUE PAR CARDIOFREQUENCEMETRIE DES
SALARIES D'UNE USINE DE PRODUCTION DE SODIUM METAL**

Cette étude avait pour but d'évaluer la pénibilité globale des postes de préparateurs polyvalents et opérateurs électrolyses d'une usine de production de sodium métal, et d'identifier les activités les plus pénibles, par réalisation d'une cardiofréquence-métrie. Ces postes avaient préalablement été identifiés comme étant les plus difficiles, de par leurs contraintes physiques importantes et l'exposition à une forte chaleur.

Le lien direct, qui existe, entre la dépense physique et la fréquence cardiaque, faisait de la cardiofréquence-métrie, une technique simple et fiable pour mesurer cette pénibilité. L'impact de la température et de la durée des temps de pause étaient également examinés.

Au cours de l'été 2020, 14 salariés ont bénéficié d'une cardiofréquence-métrie sur toute la durée de leur poste pendant un ou deux jours de travail. Au total, 20 enregistrements ont été conduits, avec la réalisation simultanée d'un rapport précis des activités effectuées.

Les résultats ont permis d'identifier une pénibilité très importante sur les 2 postes de travail avec toutefois des profils d'astreinte physique différents. Les activités les plus difficiles sont l'ajout des matières premières dans les bains, le cassage des croûtes de sel dans les dômes et le bain ainsi que l'écémage. La durée de l'exposition à la chaleur était directement liée à la pénibilité des activités, de même que l'intensité de la chaleur.

Afin de limiter l'impact sur la santé des salariés des activités les plus contraignantes, certains aménagements pourraient être envisagés, comme l'automatisation de l'ajout des matières premières et des cellules d'électrolyse.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER

Grenoble, le : 26/10/20

LE DOYEN

Pr. Patrice MORAND

Le Président
et par déléguation
Le Doyen de Médecine
Pr. Patrice MORAND

LE PRÉSIDENT DE LA THÈSE

Pr. BONNETERRE VINCENT

CHU Grenoble Alpes
Médecine et Santé au Travail
Pr. V. BONNETERRE
Chef de Service - RPPS 1000 313 1199
CS 10217 - 38043 GRENOBLE cedex 9

VI. BIBLIOGRAPHIE

1. BANDET MC, BELMONT J

Étude de la charge physique de travail par la mesure de la fréquence cardiaque en continu au poste de maçon coffreur sur un grand chantier de bâtiment

Archives des maladies professionnelles, 1996, 57,8, pp 624-625.

2. BARAER A.-M., HOPES H.

Étude de la fréquence cardiaque lors de l'ascension d'un pylône de très grande hauteur

Revue de médecine du travail 1995, XXII(4), pp 175-178.

3. BILLAUD D

Chimie au quotidien, le sodium

Université Henri Poincaré, Nancy

Disponibilité : <http://mon.ftp.a.moi.chez->

alice.fr/Ecole/DEUG_SV2/Organique/Dossier/Sodium.pdf

4. BOREL P., MAGEAU E., MIGNOT G.,

Astreinte cardiaque chez les techniciens de maintenance d'antennes relais de radiotéléphonie mobile.

Cahiers de médecine Interprofessionnelle (CAMIP), 2007, n°1, pp 13-18.

5. BROUHA L.

Physiologie et industrie

Gauthier – Villars, Paris, 1963, 1 vol, 180p.

6. CALMUS ML, ZARDI P, KAPITANIAK B.

Étude de la charge physique du poste de poseur de marbre funéraire

Cahiers de médecine interprofessionnelle, 1997, 37, 3, 273-286.

7. CHAMOUX A, BOREL A-M, CATALINA P,

Pour la standardisation d'une fréquence cardiaque de repos.

Archives des Maladies Professionnelles, 1985, Vol 46, n°4, pp. 276-280.

8. FRIMAT P.

Interprétation de la fréquence cardiaque : variations, limites d'interprétation

Revue de médecine du travail, tome XV, n°4, 1995, pp. 148-149.

9. GRINBERG

Pomblière, fabrique de métaux depuis 1898. Un village usine de Savoie dans la grande industrie

Histoire industrielle, 1998.

10. HRUBA D.

Les limites permises de la charge physique (INRS)

Ergonomica, 1975, 8/1, 8/10.

11. INBAR et coll,

Diminution de la FC max en fonction de l'âge, dans une population de sujets sains âgés de 15 à 75 ans.

Med. Sci. Sports Exerc, 1994 , 26, pp. 538-546.

12. JALBERT M, FLORES JL, et al.

Evaluation de l'astreinte cardio-vasculaire des employés de remontées mécaniques

Archives de maladies professionnelles 1994, 55, 8, pp 603-612.

13. KIRK P.-M, SULLMAN M.-J

Heart rate strain in cable hauler choker setters in New Zealand logging operations

Applied Ergonomics, vol 32, p389-398, 2001.

14. LE DU I.

Évaluation de la charge physique de travail dans un atelier d'abattage de bovins par mesure de la fréquence cardiaque

Mémoire d'obtention de la capacité de médecine du travail, Faculté de Grenoble, 2006.

15. MEUNIER Ph.

Cardiofréquencemétrie pratique en milieu de travail

Edition DOCIS, 2014.

16. MEUNIER Ph.

Protocole pratique de mesurage et d'analyse cardiofréquencemétrique

Cahiers de Médecine interprofessionnelle (CAMIP), 1997, 3, pp. 287-293.

17. MEUNIER Ph, SMOLIK H.J, KNOCHÉ C

Astreinte cardiaque et travail : Quelle grille d'évaluation choisir ?

Cahiers de médecine interprofessionnelle (CAMIP), 1994-2, pp. 153-158.

18. MONOD H, KAPITANIAK B.

Ergonomie

Collection Abrégés, Edition Masson, Paris, 2003, 277p.

19. VOGT J.-J. et coll,

Validation d'une méthode d'estimation de la charge de travail et de la charge de chaleur à partir de l'enregistrement continu de la fréquence cardiaque.

Le travail humain, 1972, tome 35, n°1, pp. 131-142.

VII. ETUDE DE POSTE

VII.1 - Opérateur électrolyse sodium

L'électrolyse du sodium est réalisée dans 2 salles distinctes dans l'usine. Il y a 4 séries/lignes : 1 mécanisée et 3 manuelles, pour un total de 92 cellules

Condition de travail :

- Posté 5x8 (5 équipes), travail week end et jours fériés
- 90 salariés/ Equipe de 4 salariés
- Horaires de travail : 4h05-12h05/12h05-20h05/20h05-4h05
- Organisation en 6/4j : 6 jours travaillés (2matin, 2AM, 2 nuit) pour 4 jours de repos
- Phase de travail de 15-20min pour 40min de repos
- Température de 65°C au-dessus des cellules (bains à environ 600°C)
- Les cellules (16/23 cellules) sont placées les unes à côté des autres, l'opérateur passe de cellule en cellule en enjambant les conteneurs

5 activités quotidiennes au poste :

- 1- Cassage des dômes : à la prise de poste, au-dessus du bain, sur 5 cellules environ, avec un outil type « barre à mine » de 5kg pour 2m, 1 fois par poste



- 2- Manœuvre d'électrolyse : la coulée = récupération Na brute, au-dessus du récepteur (3 étape : la manivelle, le passage de baguette de 2kg et le levier) : 8 fois par poste
- 3- Cassages des croûtes de sel à la barre à mine (environ 5/6kg pour 1.7/2.9m) : 8 fois par poste
- 4- Versement de la matière première dans les cellules (CaCl₂ et BaCl₂ en sac de 25kg) : 1 fois par poste, jusqu'à 15 sacs par poste



- 5- Balayage autour et derrière les cellules : 1 fois par poste

6- Changement des tuyaux de chlore : 2-3/j à 2 personnes (poids de 21kg)

Activités annexes

1- Prise d'échantillon pour l'analyse des bains : 2x/sem, 10 sec par cellule

2- Graissage de la vanne du récepteur à la pompe à graisse : 2x/sem, 10 cellules environ, 10 min

3- Préparation des outils (dans une autre pièce)

4- Opération ponctuelle de maintenance préventive ou curative

EPI :

Masque panoramique à cartouche P3, casquette coque, tee-shirt, veste et pantalon non feu NOMEX, chaussures de sécurité, bouchon oreille anti-bruit, gants anti-chaueur

VII.2 - Préparateur polyvalent

Condition de travail :

- 11 salariés +1 chef de secteur et 1 chef d'atelier. La majeure partie du temps 4 salariés en salle 1 et 4 salariés en salle 2
- Tâche « responsable d'équipe » et 3 tâches : 2 « monteurs » et 1 « pontier » : les salariés tournent quotidiennement sur les différentes tâches, à l'exception du chef.
- Horaire de travail : 4h00-12h00
- Température des bains 600°C
- Les cellules (46 cellules par salle, 23 de chaque côté) sont placées les unes à côté des autres. 1 ligne mécanisée en salle 1.

Activité principale du poste : Remplacement de diaphragmes

Le remplacement du diaphragme d'une cellule doit être réalisé tous les 50 jours environ. Chaque équipe en remplace 2 par jour au maximum (3h30 pour 1 cellule à 4 personnes). En moyenne, il y a 14 changements par semaine. Ils passent environ 2h au-dessus de la cellule.

Les 4 étapes principales sont :

- 1- Préparation du matériel de la cellule : sécurisation de la zone par balisage, récupération des outils nécessaires (chariot de l'agitateur de bain, la pipe du conteneur pompe, les diaphragmes neufs, la gamate d'écumage et le caisson carbonate) : 30 minutes



Mise en place des barrières de sécurité
Branchement du chariot de mise à la terre



Pipe conteneur pompe



Chariot agitateur



Gamate d'écrémage



Couvercle récepteur avec soupape

Lors de la préparation, les nouveaux diaphragmes sont installés sur la « cellule muette », ainsi que le couvercle et le dôme. L'ensemble de ces éléments est ensuite installé dans une cage métallique et sera transporté sur la cellule par le pont lors de la 3^{ième} étape.

2- Démontage de la cellule : 45 minutes

Manœuvre pour coulée de Na (au-dessus du récepteur Na).

Sur la cellule, désinstallation des connectiques et des tuyaux, retrait des barrières de sécurité et des passerelles inter-cellule.

Installation du chariot de mise à la terre sous la cellule (en sous-sol)

Retrait du collecteur sodium de la cellule et installation du petit collecteur pour retirer le Na restant, avec le pont.

Retrait du récepteur, de l'agitateur, du peigne et des capots avec le pont

Retrait des diaphragmes avec le pont

Ecrémage de la cellule

Ajout des sacs de CaCl ou BaCl (25kg), manuellement, dans la cellule

Cassage des croûtes de Na dans le dôme, manuellement, à la barre à mine (les croûtes sont ensuite remises dans la cellule à la pelle)

Pose du couvercle, avec le pont



Cassage des croûtes



Nettoyage du collecteur et remise du bain dans la cellule



Ecrémage de la cellule



Vidange du sodium dans la cheminée



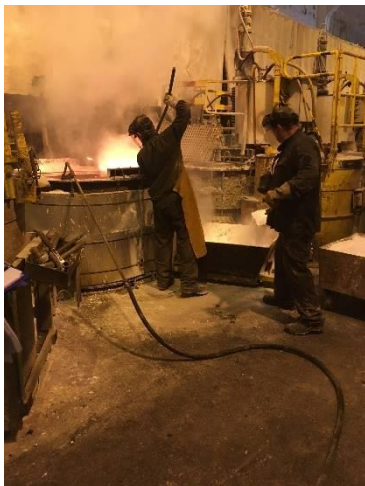
Récepteur avec son couvercle soupape de sécurité

3- Remontage de la cellule : 45 minutes

Retrait du capot

Au-dessus du bain, vérification de l'espace entre les électrodes et de l'absence de briques qui gêneraient la pose des nouveaux diaphragmes.

Ecrémage



Mise en place de la cage avec le pont et pose des diaphragmes



Réinstallation des tuyaux et des connectiques

Réinstallation des autres éléments de la cellule

4- Nettoyage et rangement :15 minutes

Activités annexes :

- Changement crépine sur les filtres : 3x/semaine
- Nettoyage des conteneurs : 1x/trimestre
- Changement des diaphragmes des cellules lithium : 1x/mois, opération plus longue
(8h) exposant à plus de chlore

EPI :

Masque panoramique à cartouche P3, casquette coque, tee-shirt, veste et pantalon non feu NOMEX, tablier en cuir, chaussures de sécurité, bouchon oreille anti-bruit, gants anti-chaleur

Doyen de la Faculté : Pr. Patrice MORAND

Année 2020-2021

ENSEIGNANTS DE L'UFR DE MEDECINE

CORPS	NOM-PRENUM	Discipline universitaire
PU-PH	ALBALADEJO Pierre	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
PU-PH	APTEL Florent	Ophtalmologie
PU-PH	ARVIEUX-BARTHELEMY Catherine	Chirurgie viscérale et digestive
PU-PH	BAILLET Athan	Rhumatologie
PU-PH	BARONE-ROCHETTE Gilles	Cardiologie
PU-PH	BAYAT Sam	Physiologie
MCF Ass.MG	BENDAMENE Farouk	Médecine Générale
PU-PH	BENHAMOU Pierre-Yves	Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques
PU-PH	BERGER François	Biologie cellulaire
MCU-PH	BIDART-COUTTON Marie	Biologie cellulaire
PU-PH	BLAISE Sophie	Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire
PR Ass. Méd.	BOILLOT Bernard	
MCU-PH	BOISSET Sandrine	Bactériologie-virologie ; Hygiène hospitalière
PU-PH	BONAZ Bruno	Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
PU-PH	BONNETERRE Vincent	Médecine et santé au travail
PU-PH	BOREL Anne-Laure	Nutrition
PU-PH	BOSSON Jean-Luc	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication
MCU-PH	BOTTARI Serge	Biologie cellulaire
PR Ass.MG	BOUCHAUD Jacques	Médecine Générale
PU-PH	BOUGEROL Thierry	Psychiatrie d'adultes
PU-PH	BOUILLET Laurence	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; addictologie
MCU-PH	BOUSSAT Bastien	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
PU-PH	BOUZAT Pierre	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
PU-PH émérite	BRAMBILLA Christian	Pneumologie
PU-PH émérite	BRAMBILLA Elisabeth	Anatomie et cytologie pathologiques
MCU-PH	BRENIER-PINCHART Marie Pierre	Parasitologie et mycologie
PU-PH	BRICAULT Ivan	Radiologie et imagerie médicale
PU-PH	BRICHON Pierre-Yves	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
MCU-PH	BRIOT Raphaël	Thérapeutique-médecine de la douleur ; Addictologie
PU-PH émérite	CAHN Jean-Yves	Hématologie
PU-PH émérite	CARPENTIER Patrick	Chirurgie vasculaire, médecine vasculaire
PR Ass.MG	CARRILLO Yannick	Médecine Générale
PU-PH	CESBRON Jean-Yves	Immunologie
PU-PH	CHABARDES Stephan	Neurochirurgie
PU-PH	CHABRE Olivier	Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques
PU-PH	CHAFFANJON Philippe	Anatomie
MCF Ass.MG	CHAMBOREDON Benoît	Médecine Générale
PU-PH	CHARLES Julie	Dermato-vénérologie
MCF Ass.MG	CHAUVET Marion	Médecine Générale
PU-PH	CHAVANON Olivier	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire

Mis à jour le 4 septembre 2020

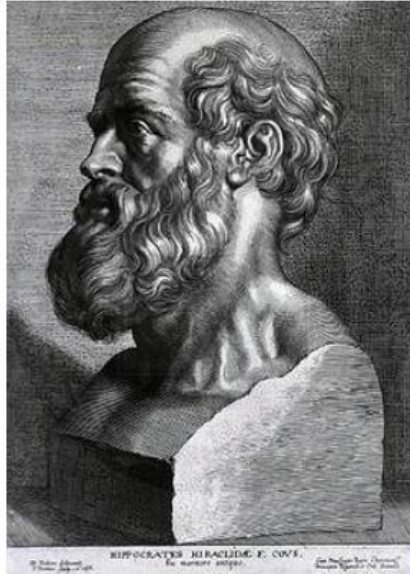
Page 1 sur 4

CORPS	NOM-PRENOM	Discipline universitaire
PU-PH	CHIQUET Christophe	Ophthalmologie
PU-PH	CHIRICA Mircea	Chirurgie viscérale et digestive
PU-PH	CINQUIN Philippe	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication
MCU-PH	CLAVARINO Giovanna	Immunologie
PU-PH	COHEN Olivier	Histologie, embryologie et cytogénétique
PU-PH	COURVOISIER Aurélien	Chirurgie infantile
PU-PH	COUTTON Charles	Génétique
PU-PH	COUTURIER Pascal	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; addictologie
PU-PH	CRACOWSKI Jean-Luc	Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie
PU-PH	DEBATY Guillaume	Médecine d'Urgence
PU-PH	DEBILLON Thierry	Pédiatrie
PU-PH	DECAENS Thomas	Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
PR Ass. Méd.	DEFAYE Pascal	Cardiologie
PU-PH	DEGANO Bruno	Pneumologie ; addictologie
PU-PH	DEMATTEIS Maurice	Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie
PU-PH émérite	DEMONGEOT Jacques	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication
MCU-PH	DERANSART Colin	Physiologie
PU-PH	DESCOTES Jean-Luc	Urologie
PU-PH	DETANTE Olivier	Neurologie
MCU-PH	DIETERICH Klaus	Génétique
MCU-PH	DOUTRELEAU Stéphane	Physiologie
MCU-PH	DUMESTRE-PERARD Chantal	Immunologie
PU-PH	EPAULARD Olivier	Maladies infectieuses ; Maladies tropicales
PU-PH	ESTEVE François	Biophysique et médecine nucléaire
MCU-PH	EYSSERIC Hélène	Médecine légale et droit de la santé
PU-PH	FAUCHERON Jean-Luc	Chirurgie viscérale et digestive
MCU-PH	FAURE Julien	Biochimie et biologie moléculaire
PU-PH	FERRETTI Gilbert	Radiologie et imagerie médicale
PU-PH	FEUERSTEIN Claude	Physiologie
PU-PH	FONTAINE Éric	Nutrition
PU-PH	FRANCOIS Patrice	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
MCU-MG	GABOREAU Yoann	Médecine Générale
PU-PH	GARBAN Frédéric	Hématologie ; Transfusion
PU-PH	GAUDIN Philippe	Rhumatologie
PU-PH	GAVAZZI Gaétan	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; addictologie
PU-PH	GAY Emmanuel	Neurochirurgie
MCU-PH	GILLOIS Pierre	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication
PU-PH	GIOT Jean-Philippe	Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique ; Brûlologie
MCU-PH	GRAND Sylvie	Radiologie et imagerie médicale
PU-PH émérite	GRIFFET Jacques	Chirurgie infantile
MCU-PH	GUZUN Rita	Nutrition
PU-PH	HAINAUT Pierre	Biochimie et biologie moléculaire
PU-PH émérite	HALIMI Serge	Nutrition
PU-PH	HENNEBICQ Sylviane	Biologie et médecine du développement et de la reproduction ; gynécologie médicale
PU-PH	HOFFMANN Pascale	Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale
PU-PH émérite	HOMMEL Marc	Neurologie
PU-MG	IMBERT Patrick	Médecine Générale

CORPS	NOM-PRENOM	Discipline universitaire
PU-PH émérite	JOUK Pierre-Simon	Génétique
PU-PH	KAHANE Philippe	Physiologie
MCU-PH	KASTLER Adrian	Radiologie et imagerie médicale
PU-PH	KRAINIK Alexandre	Radiologie et imagerie médicale
PU-PH	LABARERE José	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
MCU-PH	LABLANCHE Sandrine	Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques
MCU-PH	LANDELLE Caroline	Bactériologie – virologie ; Hygiène hospitalière
PU-PH	LANTUEJOUL Sylvie	Anatomie et cytologie pathologiques
PR Ass. Méd.	LARAMAS Mathieu	Cancérologie ; radiothérapie
MCU-PH	LARDY Bernard	Biochimie et biologie moléculaire
MCU - PH	LE GOUELLEC LE PISSART Audrey	Biochimie et biologie moléculaire
PU-PH	LECCIA Marie-Thérèse	Dermato-vénérologie
MCF Ass.MG	LEDOUX Jean-Nicolas	Médecine Générale
PU-PH émérite	LETOUBLON Christian	Chirurgie viscérale et digestive
PU-PH	LEVY Patrick	Physiologie
PU-PH	LONG Jean-Alexandre	Urologie
MCU-PH	LUPO Julien	Bactériologie-virologie ; Hygiène hospitalière
PU-PH	MAIGNAN Maxime	Médecine d'urgence
PU-PH	MAITRE Anne	Médecine et santé au travail
MCU-PH	MALLARET Marie-Reine	Bactériologie – virologie ; Hygiène hospitalière
MCU-PH	MARLU Raphaël	Hématologie ; Transfusion
PR Ass. Méd.	MATHIEU Nicolas	Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
MCU-PH	MAUBON Danièle	Parasitologie et mycologie
PU-PH	MAURIN Max	Bactériologie-virologie ; Hygiène hospitalière
MCU-PH	MC LEER Anne	Histologie, embryologie et cytogénétique
MCU-PH	MONDET Julie	Histologie, embryologie et cytogénétique
PU-PH	MORAND Patrice	Bactériologie-virologie ; Hygiène hospitalière
PU-PH	MOREAU-GAUDRY Alexandre	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication
PU-PH	MORO Elena	Neurologie
PU-PH	MORO-SIBILOT Denis	Pneumologie ; addictologie
MCU-PH	MORTAMET Guillaume	Pédiatrie
PU-PH	MOUSSEAU Mireille	Cancérologie ; radiothérapie
PU-PH émérite	MOUTET François	Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique ; brûlologie
MCF Ass.MG	ODDOU Christel	Médecine Générale
PR Ass. Méd.	ORMEZANO Olivier	Cardiologie
MCU-PH	PACLET Marie-Hélène	Biochimie et biologie moléculaire
PU-PH	PAILHE Régis	Chirurgie orthopédique et traumatologie
PU-PH	PALOMBI Olivier	Anatomie
PU-PH	PARK Sophie	Hématologie ; Transfusion
PU-PH	PASSAGGIA Jean-Guy	Anatomie
PR Ass.MG	PAUMIER-DESBRIERES Françoise	Médecine Générale
PU-PH	PAYEN DE LA GARANDERIE Jean-François	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
MCU-PH	PAYSANT François	Médecine légale et droit de la santé
MCU-PH	PELLETIER Laurent	Biologie cellulaire
PU-PH	PELLOUX Hervé	Parasitologie et mycologie
PU-PH	PEPIN Jean-Louis	Physiologie
PU-PH	PERENNOU Dominique	Médecine physique et de réadaptation

CORPS	NOM-PRENOM	Discipline universitaire
PU-PH	PERNOD Gilles	Chirurgie vasculaire ; Médecine vasculaire
PU-PH	PIOLAT Christian	Chirurgie infantile
PU-PH	PISON Christophe	Pneumologie ; Addictologie
PU-PH	PLANTAZ Dominique	Pédiatrie
PU-PH	POIGNARD Pascal	Bactériologie-virologie ; Hygiène hospitalière
PU-PH	POLACK Benoît	Hématologie ; Transfusion
PU-PH	POLOSAN Mircea	Psychiatrie d'adultes ; Addictologie
PU-PH	RAMBEAUD Jean-Jacques	Urologie
PU-PH	RAY Pierre	Biologie et médecine du développement et de la reproduction ; gynécologie médicale
PR Ass. Méd.	RECHE Fabian	Chirurgie viscérale et digestive
MCU-PH	RENDU John	Biochimie et biologie moléculaire
MCU-PH émérite	RIALLE Vincent	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication
PU-PH	RIETHMULLER Didier	Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale
PU-PH	RIGHINI Christian	Oto-rhino-laryngologie
PU-PH émérite	ROMANET Jean Paul	Ophtalmologie
PU-PH	ROSTAING Lionel	Néphrologie
PU-PH	ROUSTIT Matthieu	Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie
MCU-PH	ROUX-BUISSON Nathalie	Biochimie et biologie moléculaire
PR Ass.MG	ROYER DE VERICOURT Guillaume	Médecine Générale
PU-PH émérite	SARAGAGLIA Dominique	Chirurgie orthopédique et traumatologie
MCU-PH	SATRE Véronique	Génétique
PU-PH	SAUDOU Frédéric	Biologie cellulaire
PU-PH	SCHMERBER Sébastien	Oto-rhino-laryngologie
PU-PH	SCHWEBEL Carole	Médecine intensive-réanimation
PU-PH	SCOLAN Virginie	Médecine légale et droit de la santé
MCU-PH	SEIGNEURIN Arnaud	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
PU-PH émérite	STAHL Jean-Paul	Maladies infectieuses ; Maladies tropicales
PU-PH	STANKE Françoise	Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie
MCU-PH	STASIA Marie-José	Biochimie et biologie moléculaire
PU-PH	STURM Nathalie	Anatomie et cytologie pathologiques
PU-PH	TAMISIER Renaud	Physiologie
PU-PH	TERZI Nicolas	Médecine intensive-réanimation
PU-PH	THEVENON Julien	Génétique
MCU-PH	TOFFART Anne-Claire	Pneumologie ; Addictologie
PU-PH	TONETTI Jérôme	Chirurgie orthopédique et traumatologie
PU-PH	TOUSSAINT Bertrand	Biochimie et biologie moléculaire
PU-PH	VALMARY-DEGANO Séverine	Anatomie et cytologie pathologiques
PU-PH	VANZETTO Gérald	Cardiologie
PU-PH	VUILLEZ Jean-Philippe	Biophysique et médecine nucléaire
PU-PH	WEIL Georges	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
PU-PH	ZAOUI Philippe	Néphrologie
PU-PH émérite	ZARSKI Jean-Pierre	Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie

PU-PH : Professeur des Universités - Praticiens Hospitaliers
 MCU-PH : Maître de Conférences des Universités - Praticiens Hospitaliers
 PU-MG : Professeur des Universités de Médecine Générale
 MCU-MG : Maître de Conférences des Universités de Médecine Générale
 PR Ass. Méd. : Professeur des Universités Associé de Médecine
 PR Ass.MG : Professeur des Universités Associé de Médecine Générale
 MCF Ass.MG : Maître de Conférences Associé de Médecine Générale



SERMENT D'HIPPOCRATE

En présence des Maîtres de cette Faculté, de mes chers condisciples et devant l'effigie d'HIPPOCRATE,

Je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la Médecine.

Je donnerai mes soins gratuitement à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au dessus de mon travail. Je ne participerai à aucun partage clandestin d'honoraires.

Admis dans l'intimité des maisons, mes yeux n'y verront pas ce qui s'y passe ; ma langue taira les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs, ni à favoriser le crime.

Je ne permettrai pas que des considérations de religion, de nation, de race, de parti ou de classe sociale viennent s'interposer entre mon devoir et mon patient.

Je garderai le respect absolu de la vie humaine.

Même sous la menace, je n'admettrai pas de faire usage de mes connaissances médicales contre les lois de l'humanité.

Respectueux et reconnaissant envers mes Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses.

Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque.