

MINISTERE DE LA SANTE  
REGION LORRAINE  
INSTITUT LORRAIN DE FORMATION EN MASSO-KINESITHERAPIE  
DE NANCY

**DEMARCHE ERGONOMIQUE  
ET ANALYSE BIOMECANIQUE  
POUR LA PREVENTION DES TMS  
CHEZ DES GAZIERS**



Mémoire présenté par Mélanie Kientzy  
étudiante en 3ème année de masso-kinésithérapie  
en vue de l'obtention du Diplôme d'Etat  
de Masseur-Kinésithérapeute.  
2010-2011

## SOMMAIRE

RESUME	Page
1. INTRODUCTION .....	- 1 -
2. RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE .....	- 3 -
3. L'ENTREPRISE, LE POSTE ET LA POPULATION ETUDIEE.....	- 4 -
3.1 Entreprise : Gaz Réseau Distribution de France .....	- 4 -
3.2 Le métier : chargé de chantier gaz en agence exploitation .....	- 4 -
3.3 Demande de l'entreprise et déroulement de la formation.....	- 4 -
3.4 Population étudiée et ses attentes.....	- 5 -
4. PARTIE THEORIQUE DE LA FORMATION .....	- 5 -
4.1 Rappels biomécaniques .....	- 5 -
4.1.1 L'articulation.....	- 5 -
4.1.2 Le disque inter-vertébral .....	- 6 -
4.1.3 La colonne vertébrale.....	- 6 -
4.2 Physiologie et fonction musculaire .....	- 7 -
4.3 Les troubles musculo-squelettiques en entreprise .....	- 7 -
4.3.1 Facteurs favorisants .....	- 8 -
4.3.2 Mécanismes lésionnels .....	- 8 -
4.3.3 TMS les plus fréquents à ce poste.....	- 9 -
5. ETUDE DE POSTE.....	- 9 -
5.1 Le questionnaire et ses résultats.....	- 9 -
5.2 Etude de deux postes de travail : Observations – Conséquences .....	- 9 -
5.2.1 Remplacement de compteurs extérieurs d'immeuble.....	- 9 -
5.2.2 Réalisation d'un branchement acier-polyéthylène pour alimenter des clients.....	- 11 -
5.3 Analyse des contraintes d'une tâche de chaque poste.....	- 13 -
5.3.1 Poste 1:analyse angulaire et vectorielle du port du nouveau boîtier du compteur-	13 -
5.3.2 Poste 2:analyse biomécanique lors de la mise en place de la chambre externe	- 18 -
5.4 Solutions proposées selon les contraintes .....	- 20 -
6. MISE EN PLACE DE LA DEMARCHE PREVENTIVE .....	- 22 -
6.1 Déroulement de la journée de formation .....	- 22 -
6.2 Prévention des TMS en entreprise .....	- 22 -
6.2.1 La manutention .....	- 23 -
6.2.2 Intérêt d'une préparation physique intégrée, simple et efficace.....	- 23 -
6.2.3 L'échauffement musculaire .....	- 23 -
6.2.4 Le stretching .....	- 24 -
6.3 Exercices pratiques .....	- 25 -
6.3.1 Exercices au volant .....	- 25 -
6.3.2 Exercices au vestiaire ou près du camion .....	- 26 -
6.3.3 Port de charges .....	- 27 -
6.4 Mise en place d'un livret pour chaque agent.....	- 27 -
7. DISCUSSION.....	- 28 -
8. CONCLUSION.....	- 30 -
BIBLIOGRAPHIE	
ANNEXES	

## **RESUME**

Ce mémoire présente la mise en place d'une démarche de prévention des Troubles Musculo-Squelettiques (TMS) au sein d'une entreprise. Afin de mieux comprendre les risques liés à l'activité physique, une analyse biomécanique a été réalisée. Le but de cette démarche est, qu'à long terme, ces conseils ergonomiques pour la prévention des TMS soient assimilés dans la pratique courante afin de conserver une meilleure santé au travail.

Après avoir présenté l'entreprise et avoir vu quelques rappels anatomiques, nous détaillerons la mise en place de la démarche de prévention d'après l'analyse du métier, de ses contraintes, de ses exigences et des attentes des agents afin de mettre en place les meilleures adaptations pour réduire le risque d'apparition des TMS.

Ce travail s'achève par une discussion dans laquelle nous revenons sur la réalisation de notre démarche et son importance, la motivation de l'entreprise pour la mise en place de cette action, et les difficultés rencontrées lors de sa mise en place. La conclusion, quant à elle, rappelle l'importance des Masseurs Kinésithérapeutes (MK) dans la prévention des TMS en entreprise.

Mots clés : ergonomie, analyse biomécanique, prévention, TMS

## 1. INTRODUCTION

L'industrialisation des sociétés occidentales a radicalement changé la manière de travailler. Face à une demande grandissante des consommateurs, il a fallu accélérer la cadence de travail. Ceci n'étant pas sans conséquence sur l'Homme, les maux de dos et autres troubles musculo-squelettiques (TMS) n'ont cessé d'augmenter dans le temps. Or, le travail ne doit pas être source de pathologie. Il faut donc veiller à travailler dans des conditions optimales car, qui dit pathologies professionnelles, dit également perte de productivité donc de bénéfice pour l'entreprise et augmentation du coût pour la Sécurité Sociale. C'est donc pour cela que depuis plusieurs années les organismes de santé publique développent une approche particulière, il s'agit de la prévention. A la demande des entreprises, un ergonomiste ou des formateurs interviennent pour sensibiliser les opérateurs en les éduquant et en promouvant les préventions primaires et secondaires.

L'ergonomie est une science pluridisciplinaire. Avec la loi du 31 décembre 1991, l'ergonomie a fait son entrée dans le Code du travail. Il s'agit désormais «d'adapter le travail à l'homme, en particulier en ce qui concerne la conception des postes de travail, le choix des équipements de travail et des méthodes de travail et de production, en vue notamment de limiter le travail monotone et le travail cadencé et de réduire les effets de ceux-ci sur la santé» (1). L'ergonomie tient compte, à la fois, de facteurs physiques, cognitifs et sociaux mais aussi environnementaux. L'ergonomiste va donc proposer des solutions permettant de préserver la santé des travailleurs (actions sur l'environnement et l'organisation du travail de l'opérateur) mais il va aussi rechercher les facteurs de pénibilité pouvant être contournés. Il peut faire appel à d'autres professionnels comme un diététicien, un formateur en prévention ou encore

un MK. Ces professionnels sont formés à la prévention grâce à des formations comme «gestes et postures» ou encore «préparation des risques liés à l'activité physique (PrAP): IBC (Industrie-BTP-Commerce) pour les entreprises ou 2S pour le « Sanitaire et Social» proposées par l'Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS). Selon les articles 12 et 13 du décret n°96-879 des compétences MK du 8 octobre 1996 modifié par le décret n°2000-577 du 27 juin 2000 «Le MK est habilité à participer à la réalisation de bilans ergonomiques et à participer à la recherche ergonomique. Selon le secteur où il exerce et les besoins rencontrés, le MK participe à différentes actions d'éducation, de prévention, de dépistage, de formation et d'encadrement».

Pour commencer cette étude, nous présentons l'entreprise, le poste et la population suivie au cours de notre intervention. Puis nous développons la partie théorique de la formation comprenant des rappels anatomiques, biomécaniques et de physiologie. Ensuite nous passons à l'étude détaillée des deux principaux postes de travail et, grâce à l'analyse biomécanique, nous proposons les solutions les mieux adaptées aux situations jugées néfastes pour le corps. Pour finir, nous présentons le déroulement de la journée de restitution aux agents où nous leur avons présenté les solutions que nous avons envisagées ensemble après analyse de leur poste. Nous avons aussi répondu à leurs questions de façon plus personnelle et, pour finir, nous leur avons distribué un livret de rappel des exercices. En conclusion, nous discutons l'importance de notre intervention et son impact au sein de l'entreprise et nous voyons sa place primordiale par rapport aux compétences du MK.

## 2. RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

Cette recherche bibliographique a été réalisée par différents moyens. Pour commencer nous sommes allés dans des bibliothèques médicales comme la bibliothèque du campus de médecine à Brabois (novembre 2010), ainsi qu'à l'Institut Régional de Réadaptation à Nancy : « Réedoc » (en juin et octobre 2010 – janvier et mars 2011). Leur site <http://www.reedoc.irr.u-nancy.fr/> permet de voir à l'avance quels ouvrages sont consultables sur place.

Des livres conseillés par des professeurs de l'IFMK, ainsi que des mémoires réalisés par des étudiants d'années précédentes, nous ont aussi aidé.

Afin d'en savoir plus sur la partie législative, nous avons écrit à l'AFNOR à Paris en septembre 2010. Un CD nommé « ergonomie des postes et lieux de travail », recueil des normes et réglementations relatives à ce sujet nous a été envoyé.

Pour finir, internet nous a permis de progresser dans nos recherches. Voici l'exemple de l'une d'entre elles : En décembre 2010, sur le site : <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed> nous avons tapé les mots clés : « measurement of intradiscal pressure », nous avons obtenu 46 réponses. Nous nous sommes orientés vers l'article de Nachemson : Measurement of intradiscal pressure.

NACHEMSON A.

Acta Orthop Scand. 1959;28:269-89. No abstract available.

PMID: 14425681 [PubMed - indexed for MEDLINE]

Cet article n'étant pas en libre accès, nous l'avons cherché sur un autre site et nous l'avons obtenu sur le site <http://informahealthcare.com/> avec les mêmes mots-clés.

Il en a été de même avec les sites de l'HAS, l'INRS, le site de la revue Kinésithérapie Scientifique, ...

### **3. L'ENTREPRISE, LE POSTE ET LA POPULATION ETUDIEE**

#### **3.1 Entreprise : Gaz Réseau Distribution de France (GrDF)**

GrDF est née le 1er décembre 2008, c'est une filiale indépendante du groupe GDF SUEZ. GrDF est en charge de la construction, de l'entretien et de l'exploitation du réseau gaz naturel en France. Elle a été créée afin de garantir la séparation juridique entre les activités de distribution et celles de fourniture.

#### **3.2 Le métier : chargé de chantier gaz en agence exploitation**

Plus communément appelé « gazier », il dirige ou réalise des travaux et des dépannages sur les ouvrages Gaz. Il utilise l'autonomie dont il dispose pour organiser sa journée et ses chantiers afin d'optimiser sa productivité (et celle de son équipe) en respectant les bons de travail qui lui sont confiés, les délais fixés et les règles de sécurité. Il doit aussi satisfaire la clientèle en assurant des interventions de qualité ainsi qu'une relève fiable des compteurs.

#### **3.3 Demande de l'entreprise et déroulement de la formation**

En juillet 2010, Monsieur B., directeur d'ErDF-GrDF dans la région Est a adressé une demande de prise en charge à l'Institut Lorrain de Formation en Masso-Kinésithérapie. Cette démarche appelée « MEPAT : Mieux être physique au travail » est l'un des quatre volets de la démarche « Santé au travail ». Sa finalité est, dans le cadre d'une éducation thérapeutique, de transmettre un œil et un esprit ergonomiques à chaque opérateur à partir de leur expérience personnelle et à travers l'analyse des situations de travail. Suite à la demande, les opérateurs ont été suivis deux journées (Sarreguemines le 13/10/2010 et Metz le 17/11/2010) dans leurs tâches de tous les jours par le médecin, l'infirmière du travail, un masseur-kinésithérapeute

ayant un diplôme universitaire en ergonomie et un étudiant de 3<sup>ème</sup> année. Après discussion, ces derniers ont défini les objectifs de l'étude qui sont de prévenir l'apparition des troubles musculo-squelettiques par : l'éducation au port de charges lourdes, la mise en place d'une préparation physique avant le travail, le respect de règles ergonomiques simples lors de postures prolongées. Mais aussi de limiter le risque de blessures et d'accidents en veillant à respecter les règles de sécurité. Le 3<sup>ème</sup> jour (1/12/2010), a été consacré à la restitution générale de la démarche durant laquelle ont été apportées des solutions globales et individuelles et durant laquelle ils ont pu comprendre l'intérêt d'une préparation physique avant le travail, acquérir les conseils d'économie rachidienne (bon port de charge...), intégrer un esprit de prévention, mais aussi accepter, pour la majorité, cette démarche éducative.

### **3.4 Population étudiée et ses attentes**

Il s'agit de 23 hommes (Annexe II), gaziers depuis 18 ans pour le plus ancien et 2 semaines pour le plus récent. Le questionnaire (Annexe I) a mis leurs attentes en avant, ils ont surtout souhaité des rappels ergonomiques (4 n'ayant jamais été formés à la manutention), des conseils pour le port de charges lourdes, des solutions face aux situations contraignantes inévitables au travail et enfin des conseils pour gérer le stress.

## **4. PARTIE THEORIQUE DE LA FORMATION**

### **4.1 Rappels biomécaniques (2)**

#### **4.1.1 L'articulation**

L'articulation est la jonction entre deux os, il en existe plusieurs types selon leurs



surfaces et l'étendue de leurs mouvements. Les articulations les plus touchées au sein de ce poste sur les deux dernières années sont les articulations inter-vertébrales (Lombalgies) et les articulations au niveau du membre supérieur (Scapulalgies).

#### **4.1.2 Le disque inter-vertébral (DIV)**

Chaque couple de vertèbre est articulé par l'intermédiaire de ce disque et des apophyses articulaires. Il se compose d'un noyau pulpeux sans limite nette constitué de 80% d'eau entouré par un anneau fibreux qui constitue une chambre inextensible le comprimant. L'association entre l'hydrophilie du noyau et la loge incompressible formée par l'anneau crée un état de précontrainte qui favorise l'amortissement des charges. Son rôle est d'amortir les chocs et vibrations et de répartir les contraintes. Mais, pour cela, il faut que le disque et l'anneau soient préservés. En effet, Nachemson a montré dans une de ses études au niveau du 4<sup>ème</sup> DIV lombaire que si le disque était dégénéré, l'annulus devait alors supporter une pression quatre fois plus élevée que s'il était intact! (3) L'eau du noyau s'en échappe pendant la journée sous l'effet des forces de compression sur le rachis (port de charges, poids du buste...) et, elle le réintègre quand on s'allonge pour dormir, le rachis n'étant plus soumis aux pressions. Les forces de cisaillement sont augmentées lors de la disparition du parallélisme intervertébral (dos rond), le risque majeur étant alors de faire apparaître une hernie discale si l'anneau se déchire et que le noyau s'échappe.

#### **4.1.3 La colonne vertébrale**

Chaque étage vertébral est très peu mobile. C'est la somme des petits mouvements qui donne une grande mobilité. L'ensemble est solidement maintenu en place par un système

musculaire et ligamentaire assurant un haubanage résistant. Les tensions de ce système conditionnent donc, en partie, l'aspect plus ou moins accentué des courbures. Il est important de respecter ces courbures. En effet, leur présence augmente la résistance du rachis aux efforts de compression axiale. Bien que certains contestent cette approche (4), classiquement la colonne obéit à la loi d'Euler qui dit que la résistance d'une poutre est proportionnelle au carré du nombre des courbures plus un :  $Résistance = (Nombre\ de\ courbures)^2 + 1$ . Nous ne tenons pas compte de la courbure sacrée car elle est d'une part figée, et, d'autre part, elle se situe sous le point d'attache du rachis sur le bassin, ainsi elle ne subit pas les pressions. L'indice 1 (N=0 donc R=1) est défini pour une colonne sans courbure, une colonne saine (N=3 donc R=10) est alors dix fois plus résistante qu'une colonne sans courbure.

#### **4.2 Physiologie et fonction musculaire (5)**

On distingue deux types de fonctions musculaires dans l'appareil locomoteur. La fonction de maintien est assurée par des muscles toniques et la fonction de mouvement par des muscles à prédominance phasique. Les muscles toniques ont une contraction basale et permanente, ils ont un intérêt majeur dans la statique et sont plutôt postérieurs (Paravertébraux qui enserrant la colonne et la protègent, Ischio-jambiers, Triceps sural ...). Ils ont tendance à être rétractés ou hypertoniques, ils devront donc être étirés. Les muscles phasiques, quant à eux, agissent de manière occasionnelle et de façon volontaire. Ils ont tendance à être plutôt antérieurs, faibles, peu rétractés et en course externe. Ils devront donc plutôt être tonifiés.

#### **4.3 Les troubles musculo-squelettiques en entreprise (6)**

Ce terme recouvre toutes les atteintes de l'appareil locomoteur liées à l'exercice d'une

activité motrice, réalisée dans de mauvaises conditions mais non spécifiques à la manutention. En augmentation, ils représentent aujourd'hui plus de 70% des maladies du travail reconnues.

#### **4.3.1 Facteurs favorisants (6) (Annexe III)**

Les conditions de travail sont le facteur principal des TMS, d'une part on observe des facteurs biomécaniques, physiques et environnementaux, et, d'autre part, des facteurs de type organisationnels et psychosociaux.

#### **4.3.2 Mécanismes lésionnels**

La fraction du poids du corps supportée par le DIV augmente des cervicales au sacrum, les disques lombaires sont donc très sollicités. A ceci s'ajoute des forces de cisaillement, un tonus musculaire postural et d'éventuelles surcharges brutales. Seule l'hyperpression dans les caissons abdominal et thoracique, si elle est présente, peut protéger en partie la colonne lombaire. Les gestes inadaptés abîment petit à petit les articulations à des vitesses variables selon les personnes. Le risque étant de créer des contractures, une arthrose prématurée ou encore une hernie discale si la résistance du DIV devient insuffisante. (7) Pour ce qui est des MS, la répétitivité et les efforts, en particulier s'ils sont associés à une charge de travail statique ou des postures inconfortables, peuvent conduire à une fatigue musculaire locale à l'origine de microdéchirures et d'inflammation. En général, les tendons souffrent le plus car ils sont soumis aux forces exercées par le muscle et, si le seuil de déformation élastique est dépassé, il peut se produire des ruptures de fibres de collagène. Enfin, pour ce qui est des nerfs, ils peuvent être lésés suite à une compression par les structures musculo-tendineuses lors d'un effort ou suite à un syndrome inflammatoire.

### **4.3.3 TMS les plus fréquents à ce poste**

Sur les deux dernières années, les pathologies professionnelles les plus rencontrées à ce poste ont été : les épicondylites, les lombalgies, les scapulalgies et les syndromes du canal carpien. Ceci entraînant des arrêts de travail nécessitant des prises en charges plus ou moins longues : 7jours pour une épicondylite, 30jours pour un canal carpien,... (Annexe IV)

## **5. ETUDE DE POSTE**

### **5.1 Le questionnaire et ses résultats (Annexe II)**

Les 23 agents y ont répondu. Ils travaillent à ce poste depuis 6 ans en moyenne. Selon eux, les contraintes majeures dans leur travail sont : le stress (83%), le mal de dos (65%) [78% en lombaire], la fatigue (52%) et les douleurs articulaires (17%) ; d'où l'importance de notre action dans la prévention du mal de dos grâce à l'analyse ergonomique alliée aux connaissances du MK, mais aussi dans la prévention des conséquences du stress par des étirements doux basés sur la respiration. Les douleurs articulaires signalées sont en rapport avec les pathologies principales de ce poste : dos (39%), genoux (26%), épaules/mains (13%).

### **5.2 Etude de deux postes de travail : Observations – Conséquences**

#### **5.2.1 Remplacement de compteurs extérieurs d'immeuble**

Durée de l'opération : environ 1heure pour chaque compteur.

- Observations : Enlever les compteurs (et les boîtiers les protégeant) déjà en place
  - a) Position statique prolongée au niveau du tronc et des membres inférieurs (MI).

b) Torsion du tronc pour aller chercher un outil dans la caisse en arrière (fig. 1b et 1a).



Figures 1a et 1b. Oter le boîtier solidement fixé au mur.



Figure 2. L'opérateur tire le boîtier vers lui.

c) Travail en force et en répétition (notamment avec le marteau) au niveau des membres supérieurs (MS) (fig. 2). Durée de l'action : entre 15 et 20 minutes.

d) La fouille est inadaptée à l'opérateur. En effet, celle-ci est large en superficie mais beaucoup trop étroite en profondeur. Il faut savoir que depuis peu, la réalisation des fouilles est confiée à une entreprise sous-traitante. Les opérateurs doivent donc s'adapter au travail réalisé, ceci les met fréquemment en difficultés car leurs appuis sont instables.

- Conséquences : (Annexe V)

a) Polygone de sustentation réduit d'où risque de chutes et par conséquent de blessures.

b) c) d) Augmentation des contraintes articulaires au niveau vertébral, aux MS et MI.

De plus, avec le froid, le risque de blessures musculo-tendineuses est augmenté.

- Observations : Pose du nouveau compteur



Figure 3. L'opérateur saisit le nouveau boîtier



Figure 4. Fixation du nouveau boîtier

a) Figure 3 : Port de charges de grande taille difficiles à saisir. Réalisé le dos rond et sans participation des membres inférieurs.

b) Figure 4 : Triple flexion des membres inférieurs, hyperflexion du tronc et travail tête penchée auquel se rajoute le poids des outils. Durée de l'action : entre 15 et 20 minutes.

- Conséquences : (Annexe V)

a) Le port de charge entraîne une surcharge lombaire (cf 5.3.1). De plus, la charge étant de grande taille cela oblige à écarter davantage les bras. L'amplitude du mouvement est alors augmentée et les contraintes articulaires sont plus importantes.

b) La triple flexion prolongée est à l'origine de raideurs et douleurs ceci étant néfaste d'un point de vue articulaire et musculaire.

### **5.2.2 Réalisation d'un branchement acier-polyéthylène pour alimenter des clients**

Nécessité d'être au moins deux opérateurs et un soudeur (sous-traitant).

Lors de cette journée, les opérateurs avaient quatre chantiers similaires à réaliser.

- Observations : Soudure de l'acier (sous-traitant) puis réalisation du branchement avec un système de « cocotte minute » qui piège de gaz le temps de réaliser la dérivation. Ensuite,

mise en place d'une peinture limitant le risque d'apparition de rouille et protection de la conduite acier par du ruban adhésif protecteur.



Figure 5. Mise en place de la chambre externe piégeant le gaz.



Figure 6. Mise en place du ruban protecteur

a) Figure 5 : Fouille inadaptée imposant à l'opérateur des torsions en tous genres comme une hyperflexion dorsale et triple flexion des membres inférieurs. De plus, les bords sont instables et les outils autour peuvent tomber.

Membres supérieurs : mouvement rapide de vissage-dévisage répété pendant 4 à 5 minutes, maintien de l'épaule à 90° en statique, et saisir des objets en hauteur.

a) Figure 6 : Opérateur à genoux sans protection (oubli du coussin protecteur dans le camion). Hyperflexion du tronc et MI et travail en force au niveau des MS pour bien serrer le ruban adhésif. Non visible sur la photo mais, cette activité s'est déroulée au bord de la route.

- Conséquences : (Annexe V)

a) Figure 5 : Le contact avec le gaz représente un risque physique et psychologique créant stress et angoisse. Quant aux objets au bord de la fouille ils peuvent blesser en tombant. L'hyperflexion entraîne des compressions articulaires importantes et, au niveau de l'épaule, les mouvements répétés d'abduction/adduction (Abd/Add) horizontales à 90° de flexion (Flé) usent considérablement l'ensemble du complexe articulaire. En particulier la coiffe des rotateurs qui se trouve alors très exposée aux pathologies inflammatoires. Elle souffre aussi

(surtout le supra-épineux) quand l'agent prend un objet au bord de la fouille (en hauteur).

b) Figure 6 : Au niveau des genoux, risque d'écrasement fémoro-patellaire. Au niveau des membres supérieurs, travailler en force et en répétition augmente les contraintes articulaires et use prématurément le tendon et le muscle.



Figure 7. Mesure des dimensions du chantier

- Observations : Pour finir, mesure des dimensions du chantier :

Position dangereuse en enroulement près d'une fouille aux bords instables.

- Conséquences : (Annexe V)

Risque de chute majoré sans possibilité de se « rattraper ». Pour ce qui est du dos, il y aura, une fois de plus, une surcharge articulaire considérable!

### **5.3 Analyse des contraintes d'une tâche de chaque poste**

Les figures 8 à 12 de ce chapitre aident à la compréhension, pour une lecture plus facile, se reporter en Annexe VI.

#### **5.3.1 Poste 1: analyse angulaire et vectorielle du port du nouveau boîtier du compteur**

L'analyse de la silhouette lors d'un port de charge (fig.3) a été choisie car l'ergonome a constaté, lors de la journée d'observation, que cette action de port de charge est très fréquente (plus de 20 fois par jour). Elle porte sur les répercussions en lombaire.



- Analyse angulaire (8)

Après avoir repéré les centres instantanés de rotation (terme utilisé en mécanique classique et en cinématique pour désigner un point autour duquel tourne un solide à un instant donné par rapport à un repère de référence) et avoir tracé les droites reliant ces points (axes mécaniques), on calcule les angles obtenus.



Figure 8. Analyse angulaire du port du boîtier du compteur.

Ces angles sont alors comparés avec les angles de confort articulaire d'après le tableau de Péninou (Annexe VI) afin de voir si l'opérateur est en position de confort articulaire ou non. Cette position est celle dans laquelle la contrainte articulaire est minimale ; elle permet un geste le plus performant possible aussi bien en vitesse qu'en force. Ici, l'analyse se fait dans un plan sagittal, seuls le poignet et la cheville sont dans une position de confort articulaire. Globalement, le sujet est en situation de fin de course articulaire. Nous pouvons en conclure que sa position globale n'est pas une position de confort articulaire. Les articulations d'épaule, coude, poignet, genou, cheville et niveau cervical sont en course moyenne, la tension de maintien est principalement active (muscles) car les ligaments sont peu tendus. Quant aux articulations de hanche, niveau dorsal moyen et lombaire bas, la tension de

maintient sera principalement passive (ligaments... davantage sollicités) car elles sont en course externe. Pour réaliser un mouvement autour des articulations déjà en course externe, l'opérateur devra fournir un effort très important ou alors chercher des espaces de liberté ailleurs. Plus les structures actives musculaires seront hypoextensibles plus la contrainte sur l'articulation adjacente sera importante car cette structure sera à la fois active et passive. La course articulaire sera diminuée et le geste beaucoup moins performant en force et en vitesse. Cette observation rappelle l'intérêt des étirements et échauffements avant le travail (cf. 6.2.2).

- Analyse vectorielle (8) (9)

Cette analyse permet, grâce aux calculs, de voir si le sujet se trouve en équilibre et quelles sont les forces et les contraintes qu'il subit lors de la réalisation d'une tâche.

⇒ Calcul du centre de gravité : (Annexe VI) :

Chez un sujet en équilibre, la projection du centre de gravité se trouve dans le polygone de sustentation. En reliant les centres instantanés de rotation (dans un plan sagittal), un polygone irrégulier est formé. En le plaçant dans un repère orthonormé (1cm x 1cm) le calcul du centre de gravité peut alors se faire grâce à la formule suivante :

**Centre de Gravité d'un polygone irrégulier.**

Abscisse du Centre de Gravité:

$$G_x = \frac{1}{6A} \sum_{i=0}^{n-1} (x_i + x_{i+1})(x_i y_{i+1} - x_{i+1} y_i)$$

Ordonnée du Centre de Gravité:

$$G_y = \frac{1}{6A} \sum_{i=0}^{n-1} (y_i + y_{i+1})(x_i y_{i+1} - x_{i+1} y_i)$$

**Surface ou Aire d'un polygone irrégulier.**

Cette surface est donnée par la formule suivante:

$$A = \frac{1}{2} \sum_{i=0}^{n-1} (x_i y_{i+1} - x_{i+1} y_i)$$

A étant calculée par la formule :

Ici G se trouve dans le polygone de sustentation (pointillés verts), le sujet est en équilibre.

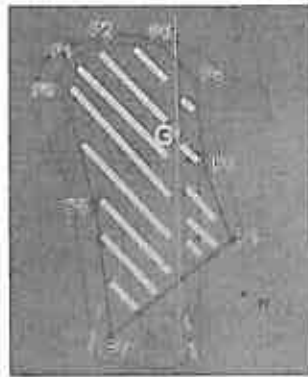


Figure 9. Position du centre de gravité et sa projection (flèche jaune).

⇒ Calcul de la force du muscle équivalent :

Le muscle équivalent est l'ensemble des muscles qui concourent au mouvement dans le plan où se fait l'analyse (ici plan sagittal). Il est, ici, constitué par les spinaux lombaires.

Cette force ( $F_{SL}$ ) est calculée en appliquant la formule de l'équilibre statique autour du centre de rotation situé en L5 (équilibre entre le couple exercé par le muscle équivalent, et le couple exercé par le poids du tronc, des membres supérieurs, et de la charge portée) ce qui s'écrit :

$$F_{SL}.d = (a_1.P1) + (a_2.P2) + (Am.M)$$

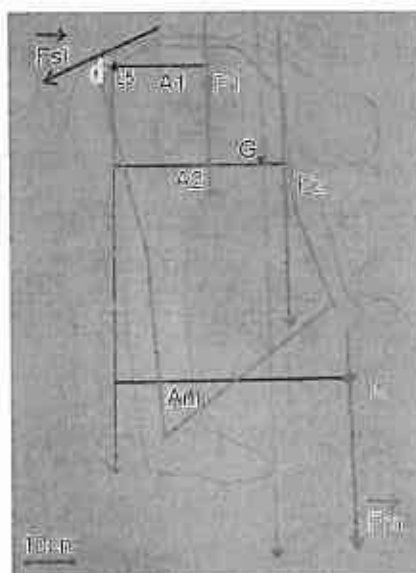


Figure.10 Schéma à l'échelle 1/10ème d'après les mesures réelles (épaule-coude: 32cm,...).

$F_{SL}$  : Force du muscle équivalent nécessaire pour contre balancer le poids de la tête, des MS, du tronc et de la charge à soulever - d: bras de levier des spinaux lombaires = 5cm (10)

L5 : axe de rotation au niveau de la 5<sup>ème</sup> vertèbre lombaire

P = poids de l'opérateur = 80kgf soit environ 80daN

P1 : Centre de masse corporelle agissant sur L5 (tronc, cou, tête) = pourcentage du poids du corps à ce point (=tête+cou +tronc [Annexe VI]) \* P = 59% \* 80 = 47.20 daN = 47.20kg

$a_1$  : bras de levier de P1 par rapport à L5 = 29 cm

P2 : Centre de masse corporelle des MS = pourcentage du poids aux MS \* P = 9.8% \* 80 = 7.84kg

$a_2$  : bras de levier de P2 par rapport à L5 = 44cm

M = poids de la caisse = 5daN  $a_m$  = bras de levier de M par rapport à L5 = 57cm

$$\text{D'où } F_{SL} = [(57*5) + (44*7.84) + (29*47.20)] / 5 = 399.8\text{daN soit } 400\text{kgf}$$

Nachemson, par une méthode invasive (avec une aiguille) sur les disques lombaires, a déjà montré que le simple fait de se pencher en avant (de 10 à 20°) augmente la pression intradiscale. Par exemple, en position assise, il a calculé qu'en se penchant en avant de 20 degrés, la pression intradiscale augmente de 30% en moyenne, le disque supporte alors jusqu'à 230kg. En ajoutant des poids de 10kg à chaque main, il supporte jusqu'à 340kg ! (11)

De plus récentes études ont été réalisées et, il s'avère que ces résultats ont peu changé. (12)

Dans l'exemple de calcul présenté, on retrouve bien des valeurs comparables, et très fortes.

⇒ Calcul de la charge sur l'articulation :

Formule utilisée :  $P1+P2+M+ F_{SL} = 47,2 + 7,8 + 5 + 399.8 = 459,6 \text{ kgf}$  (= 460 kgf pour

arrondir) sur l'articulation L5-S1 dans cette situation.

⇒ Même analyse en position corrigée, genoux fléchis :

Ici  $a_1 = 20\text{cm}$ ,  $a_2 = 37\text{cm}$  et  $a_m = 53\text{cm}$  d'où  $F_{SL} = 299.8 \text{ daN}$  arrondi à 300daN

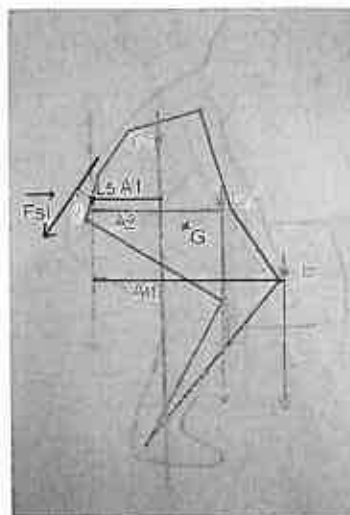


Figure 11. Bilan des forces au niveau lombaire, genoux fléchis.

La charge sur l'articulation est, ici, de 360kg soit 100kg de moins que genoux tendus! On vérifie donc par le calcul que plus le tronc est incliné vers l'avant, plus les bras de leviers augmentent, ceci augmentant  $F_{SL}$  et entraînant des forces de compression et cisaillement importantes entre L5-S1. Cela confirme également que les bonnes positions à adopter sont celles avec le buste le plus redressé possible, avec la charge la plus proche possible du corps.

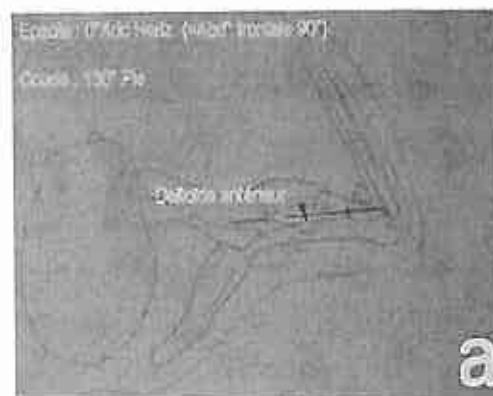
### 5.3.2 Poste 2: analyse biomécanique lors de la mise en place de la chambre externe (13)

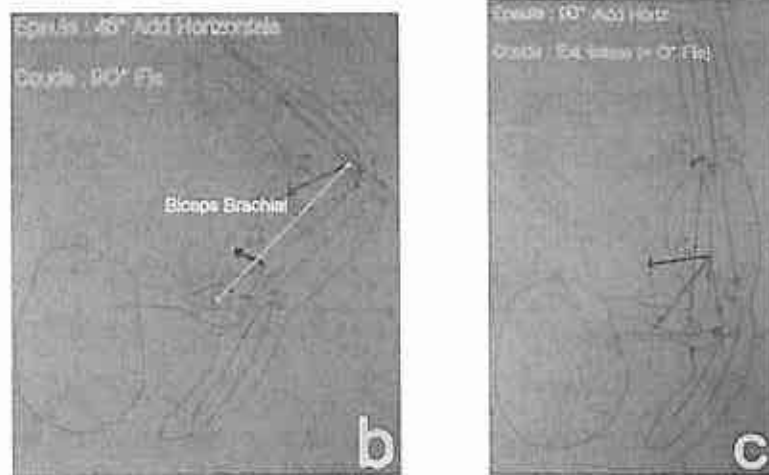
Cette tâche a lieu lors de la réalisation d'un branchement acier-polyéthylène (fig. 5), elle a été choisie pour analyse par l'ergonome car c'est la plus contraignante au niveau articulaire en particulier au niveau du MS. En effet, elle dure 4 minutes pendant lesquelles le mouvement est répété environ 240 fois !

Une chaîne articulée est composée de plusieurs chaînons articulaires disposés successivement et constituant une unité de mouvement. Ici, le MS représente une chaîne

articulée (CA1) et, le reste du corps (MI+tronc), une autre (CA2). La CA1 est semi-fermée, son extrémité proximale n'étant pas bloquée par un appui postérieur et sa distale étant fermée sur l'outil. Les forces sur le MS sont nombreuses, nous avons : la résistance de l'objet, le poids du bras à maintenir en Abd, et la force maximale volontaire exercée sur l'objet extérieur (FMV). Elle résulte de la contraction de plusieurs muscles. La FMV Analytique (FMVA) est celle d'un groupe musculaire. Au niveau de l'épaule nous retrouvons un travail dynamique et statique. Pour un même type d'effort, la FMV et la FMVA dépendent de deux facteurs :

- Un physiologique qui met en jeu la relation tension-longueur de chaque muscle,
- Un anatomique : une variation des segments du MS (amplitudes articulaires) entraîne une variation des forces musculaires. Ceci se voit grâce, entres autres, à une « décomposition de force musculaire » (14). A l'insertion distale du muscle, nous plaçons  $F_a$ , la force axiale (vers le centre articulaire), qui coapte l'articulation. En décomposant  $F_a$  par rapport au corps musculaire nous obtenons  $F_m$ , la force motrice (perpendiculaire à  $F_a$ ), qui engendre le mouvement. Plus elle est grande plus la force développée par le muscle est importante. Exemples: Le deltoïde antérieur (fig.10a en vert) réalise l'Add horizontale du bras à  $90^\circ$  d'Abd frontale. De  $0$  à  $90^\circ$  d'Add horizontale, la force motrice augmente. Quant à la longue portion du biceps brachial (fig.10b en jaune), elle réalise une Fle du coude, sa force est maximale à  $90^\circ$  de Fle de coude.





Figures 12 a.b.c. Décomposition de force des muscles Biceps brachial et Deltoïde antérieur.

Cette  $F_m$  peut être mesurée grâce à des capteurs, ceci permet d'évaluer la charge musculo squelettique liée à cette activité gestuelle selon la formule proposée par Kuorinka et Forcier (15) :  $CMS = Force * Fréquence * Durée \text{ du travail}$ . A ce poste, la force musculaire est élevée car elle doit résister à l'outil, soutenir le poids du membre (statique), alterner des mouvements rapides (dynamique), ... La fréquence de travail, ou nombre de répétitions, est très conséquente : plus de 240 mouvements ! Et la durée de travail est importante (4min) comparée à l'effort demandé. On peut en déduire que la CMS sera importante ! A ceci s'ajoutent les forces de cisaillement articulaire et les contraintes au niveau des MI...

#### 5.4 Solutions proposées selon les contraintes (Annexe III)

- Fouilles étroites : en parler avec le chef des travaux GrDF.
- Sécurité « générale » : Prévenir les risques liés au gaz - Etre prudent quand la circulation autour du chantier est intense - Porter les éléments de protection individuelle (EPI) adéquats (Casque,...) - Utiliser une échelle pour descendre dans une fouille profonde instable.

- Travail physique :

⇒ Travailler davantage à deux pour réduire les contraintes physiques notamment lors du port de charges importantes en taille et en poids ou encore lorsque l'opérateur dans la fouille veut saisir un objet ceci lui évitant un travail en hauteur.



Figure 13. Deux agents mettent en place le nouveau compteur.

⇒ Respecter les règles pour le « bon » port des charges (16) : Se rapprocher au maximum de la charge (rapproche les centres de gravité), travailler en flexion des MI, conserver les courbures rachidiennes physiologiques, assurer sa stabilité au niveau des pieds, assurer ses prises, placer les bras en traction simple (ne pas utiliser la force). Se servir le plus possible des aides techniques de manutention. La stabilité au niveau des pieds s'assure en grande partie grâce au port de chaussures de sécurité serrées et à la bonne taille (EPI très importants !).

- Eviter l'usure articulaire et les lésions musculo-tendineuses :

⇒ Utiliser tous les moyens disponibles comme le coussin à mettre sous les genoux dans la fouille (fig.6). Porter des habits adaptés à la météo et à la taille de l'opérateur pour ne pas limiter ses mouvements.

⇒ S'échauffer pour préparer le corps au travail et s'étirer pour rétablir un équilibre articulaire et musculo-aponévrotique (par exemple après un travail en hyper flexion).

⇒ Solutions de compensation pour le travail en hauteur : placer l'épaule en rotation externe (RE) et l'avant-bras en supination, appuyer le coude au bord de la fouille et saisir l'objet en fléchissant le coude. Le bras de levier diminue et donc les contraintes.



⇒ Solutions pour le travail dans une fouille inadaptée : s'asseoir au bord de la fouille pour garder le dos droit, soulager les MI et limiter le risque de chute. Pour saisir un objet en arrière de soi, le pivot sur les fessiers évite la rotation dorsale. Changer régulièrement de position pour faire varier ses appuis et soulager les articulations car rester trop longtemps assis est néfaste pour les DIV, les ligaments, ... (17)

## **6. MISE EN PLACE DE LA DEMARCHE PREVENTIVE**

### **6.1 Déroulement de la journée de formation**

La matinée commence par un rappel des objectifs de cette formation. S'en suit un rappel anatomo-physio-pathologique, la démonstration et mise en pratique d'une série d'échauffements et étirements, et enfin, la distribution d'un questionnaire pour répondre personnellement aux attentes de chacun en fin de journée. L'après-midi, quant à elle, commence par un rappel sur le port de charges avec mise en application par un agent. Ensuite, un diaporama de photos et vidéos prises lors des visites sur les chantiers défile. Ceci permet aux agents de s'auto-évaluer car le MK-ergonome doit être là pour apporter des solutions mais surtout pour révéler l'intelligence de l'opérateur ; c'est-à-dire pour qu'il trouve lui-même les solutions car c'est de cette façon qu'il les appliquera plus facilement et plus consciencieusement.

### **6.2 Prévention des TMS en entreprise :**

La formation aux gestes et postures, selon l'article R. 4541-8 du code du travail, est obligatoire pour tous les salariés qui font de la manutention manuelle, même rarement. Cette

formation est adaptée à chaque entreprise en fonction des attentes et des besoins.

### **6.2.1 La manutention (18) (19)**

Elle désigne toutes les opérations de transport ou de soutien d'une charge. L'article R. 231-72 du code du travail du 7 mars 2008 stipulait qu'un travailleur ne pouvait pas porter, de façon habituelle, des charges supérieures à 55 kg (et de 105 kg maximum), sauf s'il y avait été reconnu apte par le médecin du travail. Cet article a été revu en décembre 2009 (20). Trois zones sont définies et, pour chacune, une charge maximale est imposée (Annexe VII).

### **6.2.2 Intérêt d'une préparation physique intégrée, simple et efficace**

A cet important travail physique s'ajoute la présence d'aléas environnementaux tels que la météorologie, les fouilles dangereuses,... Il est donc impensable de commencer une telle activité sans s'y être préparé physiquement. Compte tenu des exigences du métier, cette préparation devra se faire spontanément et régulièrement, de préférence lors des courts instants de « pause » comme au volant, au vestiaire ou encore lors du chargement du matériel.

### **6.2.3 L'échauffement musculaire (21)**

Ses rôles sont nombreux et importants : il va permettre d'augmenter la température corporelle, les débits cardiaque et ventilatoire (ceci préparant le sujet à l'effort), de diminuer les frottements musculaires internes et d'améliorer la tolérance des articulations aux charges en stimulant la production de liquide synovial (ceci diminuant les risques d'arthrose et de lésions musculo-tendineuses). Il agira aussi sur la motivation, la concentration et la

perception. Il ne faut pas oublier qu'il commence dès le réveil : par une douche chaude, le port d'habits chauds, en marchant, en chargeant le camion,... Un échauffement partiel est alors créé au niveau cardio-respiratoire et celui que nous proposons intervient en complément.

#### **6.2.4 Le stretching (ou étirement) (22)**

Pour être efficace, il doit bien être effectué, le MK aide à la bonne réalisation du mouvement. L'étirement doit être soutenu mais détendu, l'attention restant concentrée sur les muscles à travailler. Il devient néfaste s'il est réalisé jusqu'à ressentir la douleur.

Deux types d'étirements existent (23) :

- L'étirement par mise en tension passive permet au muscle de se laisser étirer jusqu'aux limites permises par la physiologie, c'est-à-dire aux environs de 150%. Il permet une mise en tension de la fibre musculaire et des enveloppes conjonctives. Il a plus un effet d'augmentation de la tolérance à la douleur : « stretch tolérance » (24), nous utiliserons donc plutôt des étirements par mise en tension active.

- L'étirement par mise en tension active permet de coupler l'allongement à une contraction isométrique ou excentrique pour avoir une tension maximale. Le site visé est la jonction myo-tendineuse à l'origine de l'explosion de la puissance musculaire. Cette tension active se réalise entre 120 et 130% de la longueur de repos, ce qui a pour avantage de ne pas mettre en tension les articulations croisées. En diminuant la viscosité musculaire, en créant un échauffement interne et en éveillant la sensibilité proprioceptive (action sur les récepteurs de Golgi et corpuscule de Pacini), elle va réduire le risque de blessures. En aidant au relâchement du muscle, elle permet la circulation du sang qui leur apporte oxygène et nutriments. Enfin, elle améliore la récupération par son action de pompage et drainage lymphatique.

## 6.3 Exercices pratiques

### 6.3.1 Exercices au volant (25) (Annexe VIII)

Ces exercices sont des adaptations de la technique de stretching actif (car réalisés au volant). Ils se font à l'arrêt, par exemple à un feu rouge. Leur avantages sont nombreux, ils se réalisent en dehors des heures passées sur le chantier donc ils évitent une « perte de temps » de travail (= pauses « actives »). Ils sont simples à exécuter. Ils augmentent la souplesse de l'opérateur luttant contre la raideur physiologique (ou consécutive à un trajet en voiture) ceci préparant au travail et limitant le risque de blessures. Enfin, ils diminuent le risque d'assoupissement lors d'un trajet en stimulant l'attention de l'opérateur.

- Stretching actif:

Le temps d'étirement est de six secondes à partir du moment où le sujet commence à ressentir la mise en tension. Ce laps de temps est le temps nécessaire pour une contraction isométrique efficace. Il faut vraiment s'assurer que l'agent ait un bon ressenti de cet étirement en insistant sur sa précision et sa localisation et non son amplitude afin qu'il se révèle plus efficace.

Veiller à bien garder le dos droit en expirant lentement pour un meilleur relâchement !

⇒ **Musculature dorsale** : Ce mouvement lent, étire les paravertébraux de la ceinture scapulaire à la ceinture pelvienne, il permet aussi de diminuer les pressions intervertébrales.

⇒ **Trapèzes supérieurs** : Veiller à garder la tête dans l'axe du corps pour préserver l'intégrité du segment cervical. Inclinaison controlatérale de la tête et abaissement homolatéral du moignon de l'épaule sur l'expiration.

⇒ **Membres supérieurs** : Epidondyliens et fléchisseurs des doigts (doigts en extension, coude tendu) ; Epitrochléens et extenseur des doigts (doigts en flexion, coude tendu).

⇒ Membres inférieurs : Fléchir la jambe pour étirer le quadriceps et les fessiers (assis).

- Echauffements : Bien penser à expirer lors de l'échauffement.

⇒ Musculature dorsale : Bras croisés sur la poitrine, faire une rotation lente vers la droite puis vers la gauche (10 rotations de chaque côté).

⇒ Muscles du cou : Une fois de chaque côté, faire une rotation cervicale lente en décomposant bien les mouvements (Flexion – Inclinaison Droite – Extension – Inclinaison Gauche).

⇒ Muscles des cuisses (quadriceps surtout) : A l'arrêt, appuyer fortement les pieds au sol pendant 3 secondes en contractant fort la musculature comme si on s'apprêtait à se lever.

⇒ Muscles des jambes (Triceps et releveurs) : Alternier lentement des flexions dorsales et flexions plantaires de cheville.

### **6.3.2 Exercices au vestiaire ou près du camion (26) (Annexe VIII)**

- Stretching actif :

⇒ Membres supérieurs :

- Muscles inter scapulaires: Enrouler le dos et, en imaginant que l'on veut serrer les scapula, pousser les mains vers l'avant en soufflant.

- Grand dorsal gauche : Croiser la jambe gauche devant la droite, attraper son coude gauche au dessus de sa tête et faire une inclinaison/rotation à droite en imaginant que l'on jette son thorax du côté gauche. Inverser pour le grand dorsal droit.

- Musculature cervicale : Tête en « double menton » s'auto grandir et amener les paumes de main vers le sol et le sommet de la tête vers le haut.

- Trapèze supérieur - Epicondyliens - Epitrochléens : mêmes exercices qu'au volant.

⇒ Membres inférieurs :

- Quadriceps : Talon vers la fesse, jambe verticale essayer de « pousser le genou dans le sol ».
- Triceps Sural : En fente avant, dos droit. On étire la jambe qui est en arrière, pour cela, veiller à bien garder le talon au sol et s'imaginer que l'on veut entrer les orteils dans le sol.
- Piriforme et fessiers : Debout, assis haut ou bas, amener le genou vers l'épaule controlatérale en s'imaginant que le genou part dans la diagonale opposée à cette épaule.

### **6.3.3 Port de charges (16) (Annexe IX)**

Il est primordial de respecter quelques consignes élémentaires qui sont les suivantes ; commencer par se rapprocher de la charge et l'encadrer en stabilisant bien ses pieds. Fléchir les MI et saisir la charge avec des prises confortables. Puis, avec les MS en traction, basculer son corps vers l'arrière (action de rappel) et pousser sur les MI pour se lever. Lors de la manœuvre, il faut veiller à bien garder le dos « droit » pour conserver les courbures rachidiennes et diminuer les contraintes et risques de blessures. Lors des déplacements, placer la charge au plus près du corps (par exemple sur la cuisse) pour diminuer le bras de levier.

### **6.4 Mise en place d'un livret pour chaque agent (Annexe X)**

Le livret a été distribué le jour de la restitution aux agents qui a eu lieu à Metz le 1<sup>er</sup> décembre 2010. Lors de cette journée, le formateur a montré, entre autres, divers exercices d'échauffement et d'étirement. Ce livret contient essentiellement des photos de ces exercices et leur légende, l'agent peut le garder sur lui ou au vestiaire ou encore dans la voiture.

## 7. DISCUSSION

Cette démarche ergonomique s'inspire du modèle proposé par l'INRS (27). Elle se veut globale, participative et pluridisciplinaire. Pour trouver les améliorations les plus judicieuses de ce poste, le diagnostic a été établi en collaboration avec le médecin, l'infirmière du travail, et quelques dirigeants. Notre analyse avait plusieurs objectifs :

⇒ Motiver en apportant un regard nouveau sur la démarche préventive

Cette démarche se devait d'être plus participative. Dès la première rencontre, certains agents se sont montrés très hostiles, 19 des 24 présents étaient déjà formés à la manutention (par des formateurs gestes et postures). De plus, un midi par semaine, ils assistent à « 1/4 d'heure prévention ». Nous devions alors capter leur attention par une approche différente, pour cela nous avons mis en place :

- Une partie théorique par des questions/réponses sur le fonctionnement humain pendant une journée (rythmes physiologiques...). Les questions étant ouvertes, l'opérateur s'exprime librement, nous l'écoutons et, seulement après, nous le questionnons.
- Une démonstration d'exercices rapides de stretching (6 secondes) suivie d'une correction individuelle des agents, ceci les impliquant davantage.
- Un diaporama photo des agents permettant une auto-critique pour mieux intégrer les conseils donnés par la suite. Mais aussi, pour montrer des exercices plus novateurs comme ceux au volant qui prouvent que, pour parfaire son échauffement « naturel » (marche,...) quelques secondes suffisent peu importe l'endroit.

⇒ Intégrer des notions anatomiques, physiologiques simples grâce à notre double fonction MK-ergonome. Le MK, par ses connaissances professionnelles (biomécanique, physiopathologie,...) répond plus facilement aux questions d'ergonomie. Prenons l'exemple

d'une fouille trop étroite. En première intention l'ergonome conseillerait d'augmenter la taille de la fouille. Le MK, lui, dirait de fléchir les genoux pour diminuer les contraintes,... Et, le MK-ergonome, quant à lui, conseillerait les deux !

Dans cette partie, l'analyse biomécanique s'est avérée être un atout considérable car elle prouve l'importance de ces conseils. Elle a été très convaincante, le fait de citer des chiffres et d'expliquer par des schémas s'avère plus parlant.

⇒ Mise en place d'actions pérennes, mais aussi, d'actions plus simples, à court terme.

Pour pérenniser notre action, nous avons mis en place un programme d'éducation thérapeutique selon les recommandations de bonnes pratiques de la Haute Autorité de Santé (28). L'efficacité de cette démarche a encore été prouvée très récemment (29). Pour que la démarche soit efficace, il faut, d'une part que tous les acteurs y adhèrent, et, d'autre part, il faut évaluer les connaissances acquises. Cette évaluation (4<sup>ème</sup> étape du programme de l'HAS) manque à notre analyse. Dès le diagnostic éducatif notre temps était limité, et, bien que nous ayons eu la chance d'assister à deux chantiers, nous avons été confrontés à deux annulations qui nous ont amené à voir seulement les chantiers les plus représentatifs du métier. De plus, la journée de restitution a été jumelée au repas de fin d'année, si bien que nous ne connaissions pas la moitié des agents. Ceci nous a pénalisé car les agents que nous n'avions pas suivi sur le terrain se sentaient moins concernés d'autant que la salle été mal adaptée (trop grande...) et il était dur de capter leur attention.

Le livret a donc été conçu dans cette optique à long terme, il est facile à consulter (sous forme de photos) et permet un rappel rapide des exercices. Et, c'est en gardant contact avec l'infirmière du travail que nous pouvons nous assurer qu'ils appliquent nos conseils et, au bout de quelques mois, il serait nécessaire et intéressant de reprendre contact avec eux afin de



faire une mise au point de leurs connaissances, mais aussi afin de les aider à trouver des solutions si un nouveau problème se pose. Il faut savoir que certaines résolutions de problèmes demeurent difficiles comme la taille des fouilles réalisées par une entreprise sous-traitante. Le MK ne fait alors que constater cette anomalie car c'est essentiel pour le confort et la sécurité des opérateurs.

Notre démarche a été évaluée par les opérateurs, le médecin du travail et la hiérarchie. Celle-ci s'est révélée très positive surtout de la part des agents qui ont aimé cette nouvelle approche du « geste et posture », plus adaptée au terrain, moins standardisée.

## **8. CONCLUSION**

Cette étude nous a permis de montrer que le MK apporte un plus considérable dans la prévention primaire et secondaire en entreprise. Ses connaissances (biomécanique,...) sont un atout pour considérer le « problème » dans son ensemble, convaincre, et faire adhérer les personnes concernées au projet. Il aborde différemment la situation et propose des solutions judicieuses pour le maintien de la santé et la prévention des TMS.

Ce projet s'est avéré très intéressant pour nous au niveau personnel car les personnes rencontrées étaient riches humainement et croyaient en notre approche plus adaptée à leur poste. Ce fut aussi un avantage professionnel car il fallait être rigoureux et pouvoir adapter notre discours à la population. Ce champ de compétence est un atout donc, à nous de le mettre en avant ...

## BIBLIOGRAPHIE

- (1) Code du travail – Loi du 31 décembre 1991 : Article L230-2.
- (2) KAPANDJI I.A – Le rachis dans son ensemble - Physiologie articulaire, tome 3 : tronc et rachis – Paris : Maloine, 2007, p. 2-35, 330p.
- (3) NACHEMSON A. – Measurement of intradiscal pressure - Acta Orthop Scand. 1959, 28 :269-289
- (4) P.SEYRES, R. HUCHON - La loi d'Euler rapportée aux courbures rachidiennes : un exemple d'appropriation et d'emploi abusif vieux de plus d'un siècle - Ann Kinésith, 2000, t.27, n°3, pp. 119-124.
- (5) MONOD H. – La force et le travail musculaire – VIEL E., PLAS F. - Prévention et ergonomie – Paris : Masson, 1994, pp 17-31 – Dossiers de Kinésithérapie ; 13.
- (6) KAPITANIAK B., MONOD H. – Chapitre 6 : Activités de manutention : TMS – Ergonomie – Paris : Masson, 2003, pp 105-108, 286p.
- (7) INSERM – Etiologies biomécaniques et physiopathologie des douleurs et lésions lombaires – Lomalgies en milieu professionnel : quels facteurs de risque et quelle prévention ? - Paris : Inserm, 2000, pp 40-49
- (8) PENINOU G. – L'analyse biomécanique du travail – VIEL E., PLAS F. - Prévention et ergonomie – Paris : Masson, 1994, pp 59, 120p. – Dossiers de Kinésithérapie ; 13.
- (9) CHAPMAN A.E – Chapter 8: Object manipulation – Biomechanical analysis of fundamental human movement – United States of America: Human Kinetics, 2008, p. 172-191, 306p.
- (10) CHAFFIN B. - A computerized biomechanical model development of and use in studying gross body actions – Journal of Biomechanics, Volume 2 - Great Britain : Pergamon press, 1969, pp 429-441

- (11) NACHEMSON A. - The effect of forward leaning on lumbar intradiscal pressure - Acta Orthop Scand. 1965, 35: 314-328.
- (12) WILKE H-J., NEEF P., CAIMI M., HOOGLAND T, CLAES E. – New in vivo measurements of pressures in the intervertebral disc in daily life – Spine, 1999 volume 24, number 8, pp 755-762.
- (13) BOUISSET S. - Chapitre 4 : La force maximale volontaire synthétique et les conditions biomécaniques d'effort : Force maximale d'une chaîne focale semi-fermée - Biomécanique et physiologie du mouvement – Paris : Masson, 2002, pp 162-174, 304p.
- (14) BOUISSET S. – Chapitre 1 : Le corps humain, système de solides articulés : Modélisation biomécanique du corps humain - Biomécanique et physiologie du mouvement – Paris : Masson, 2002, pp 1-5, 304p.
- (15) KUORINKA I., FORCIER L. – Chapitre 4 : Identification, évaluation et mesure du risque : La charge musculo squelettique - Les lésions attribuables au travail répétitif – Québec : Multimondes, 1995, pp 180, 534p.
- (16) GENDRIER M. – Attitudes et postures : Principes de sécurité physique - Gestes et Mouvements justes – Guide de l'ergomotricité pour tous, E.D.P. Sciences, 2004, 4, p. 139-148, 250p.
- (17) ESNAULT M., VIEL E. – Chapitre 1 : Comportement mécanique de la colonne vertébrale, partie B : Effets de la position assise sur la colonne vertébrale, partie C1 : Structures risquant de souffrir de la position assise – Lombalgies et cervicalgies de la position assise (Conseils et exercices) – Paris : Masson, 1999, pp 3-13, 163p.
- (18) INRS, Paris – Aide mémoire juridique : manutention manuelle – Condé sur Noireau: Corlet, 2010.
- (19) KAPITANIAK B., MONOD H. – Chapitre 6 : Activités de manutention : Manutention manuelle – Ergonomie – Paris : Masson, 2003, pp 97-105, 286p.
- (20) Norme homologuée (A.F.N.O.R), NF X35-109 : Ergonomie - Manutention manuelle de charge pour soulever, déplacer et pousser/tirer, décembre 2009.
- (21) MAQUET T., ZIANE R. – Rôles, structures et formes d'échauffement - Sport, santé et préparation physique – Paris : Amphora, 2010, 1 : pp 22-23, 385p.

- (22) ANDERSON B. – Le stretching - Le stretching, grâce à la technique américaine de l'étirement gardez la forme et pratiquez sans risque vos sports favoris – Paris : éditions Solar, 1983. – pp 11-13, 190p.
- (23) ESNAULT M. – Deux notions distinctes dans l'étirement musculaire de type Stretching : la tension passive et la tension active. – Ann Kinésith, 1988, t.15, n°1-2, pp 69-70.
- (24) MARTIN E. – Tableau récapitulatif sur les étirements, le stretching, les levées de tension, les postures et les assouplissements. – Kinésith scient, 2011, 518, pp 31-34.
- (25) GRAVE S. - Gardez la forme au volant - Ernée : Auto édition, 1994, 127p.
- (26) ESNAULT M., VIEL E. – Stretching, auto-entretien musculaire et articulaire – Paris : Masson, 1998, 130p.
- (27) INRS, Paris – Fascicule : « la démarche ergonomique » destiné aux animateurs de prévention, enseignement à distance.
- (28) Haute autorité de santé (HAS), Institut national de prévention et d'éducation pour la santé (INPES) – Recommandations de bonnes pratiques : Structuration d'un programme d'éducation thérapeutique du patient dans le champ des maladies chroniques – Guide méthodologique – Juin 2007
- (29) LAGGER G., PATAKY Z., GOLAY A. - Efficacité de l'éducation thérapeutique - Revue Medicale Suisse, 2009, 5, 688-690

Pour en savoir plus:

✓ L'ERGONOMIE

- CONRARD S. – Kiné et ergonome : facteur de qualité au travail – Kiné actualité, 2011, 1222, p.14-17.

✓ LES TMS :

- Site du ministère du travail, de l'emploi et de la santé dédié aux troubles musculosquelettiques : [www.tms-info.fr](http://www.tms-info.fr)

- Cahier pratique : Le moniteur des travaux publics et du bâtiment - OPPBTP : la prévention BTP, Le moniteur n°5599, cahier détaché n°2 consultable sur [www.lemoniteur.fr](http://www.lemoniteur.fr), 18 mars 2011.

- ARNAUDO B. – Contraintes musculaires dans le BTP – Muscle et pathologies professionnelles – Paris : Masson, 2004, 4, p.71-75, 140p.

#### ✓ BIOMECHANIQUE ET CALCULS VECTORIELS

- LISSNER W. – Chapitre 5 : Application de la statique : Le dos - Biomécanique du mouvement humain - Paris : Vigot, 1986, p. 106-111, 205p.

- FREIVALDS A., CHAFFIN B., GARG A., LEE S. – A dynamical biomechanical evaluation of lifting maximum acceptable loads - Journal of Biomechanics, Volume 17 - Great Britain : Pergamon press, 1984, pp 251-262.

- BARETTE G., DECOURCELLE O. – Ergonomie et kinésithérapie 2 et 3<sup>ème</sup> parties – Kinésithérapie scientifique, 2002, 423, p.39-44

#### ✓ LA MANUTENTION

- INRS – Méthode d'analyse des manutentions manuelles – Paris, 1994.

#### ✓ LE STRETCHING

- COMETTI G. – « Intérêt des étirements avant et après la performance » - Les limites du stretching pour la performance sportive.  
Disponible sur son site <http://expertise-performance.u-bourgogne.fr/>

- ESNAULT M. – Place de l'entraînement à base d'étirements actifs myotendineux et aponévrotiques « stretching ». – Annales de Kinésithérapie, 1988, t.15, n°1-2, pp 17-24.

- ESNAULT M., VIEL E., HARICHAUX P. – La pratique du « Stretching » ; ou étirements raisonnés myotendineux et aponévrotiques, neurophysiologie, anatomie et méthodologie. – Annales de Kinésithérapie, 1988, t.15, n°1-2, pp 3-11.

#### ✓ AU VOLANT

- ESNAULT M., VIEL E. – Chapitre 5 : Position assise et conduite d'une voiture particulière, d'un autobus ou d'un camion – Lombalgies et cervicalgies de la position assise (Conseils et exercices) – Paris : Masson, 1999, pp 121-147, 163p.

# **ANNEXES**

## ANNEXE I

Nom : \_\_\_\_\_ Prénom : \_\_\_\_\_  
Age : \_\_\_\_\_ Taille : \_\_\_\_\_ Poids : \_\_\_\_\_

Depuis combien de temps travaillez-vous à ce poste ?  
Quelles sont vos horaires de travail ?

Quels sports ou quelles occupations pratiquez-vous en dehors de votre travail ? A quel rythme ?

Vous venez au travail ...

à pied  à vélo  en voiture  en transport en commun  autres :

Avez-vous des antécédents médicaux et chirurgicaux ?

Quelles sont, selon vous, les conséquences négatives de votre travail sur votre santé ?

- Stress
- Fatigue
- Mal de dos
- Douleurs articulaires
- Autres :

Quelles sont, selon vous, les contraintes principales sur votre lieu de travail ?

- Ambiance froide  Ambiance chaude  Humidité
- Contrainte auditive
- Rythme de travail soutenu
- Matériel inadapté (pannes, matériel usagé ...)
- Contrainte mentale et cognitive
- Autres :

Avez-vous déjà été victime de douleurs articulaires?  Oui  Non

Si oui, au niveau de quelle(s) articulation(s) ? :

Avez-vous déjà été victime de mal de dos ?  Oui  Non

Si oui, à quel niveau ?  Cervical  Dorsal  Lombaire

A quel traitement avez-vous eu recours ?

Aucun  Médical  Kinésithérapeute  Ostéopathe  Autres :

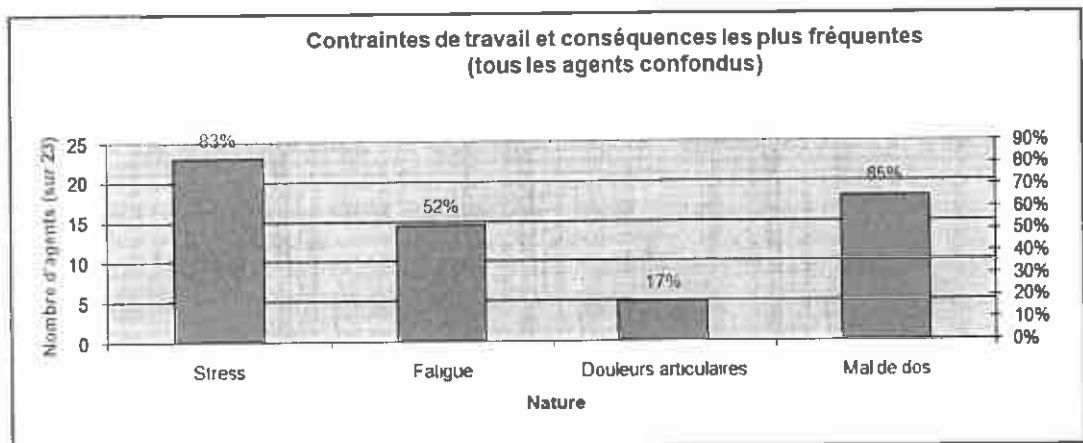
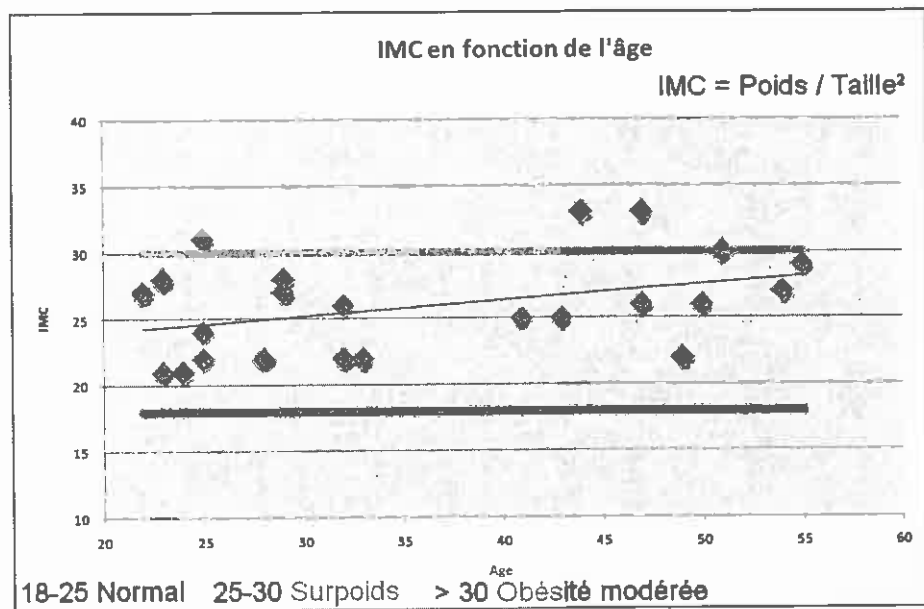
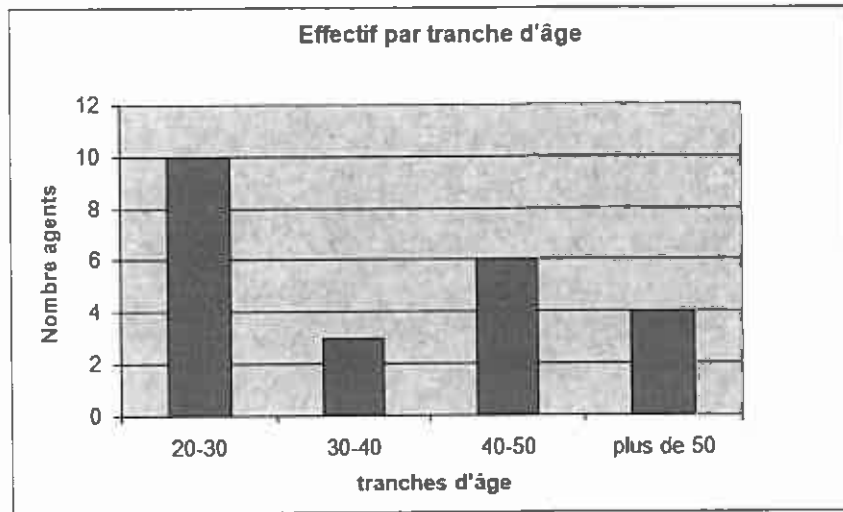
Un arrêt de travail a-t-il été nécessaire ?

Avez-vous déjà été formé à la manutention et à la prévention des pathologies liées à votre travail ?

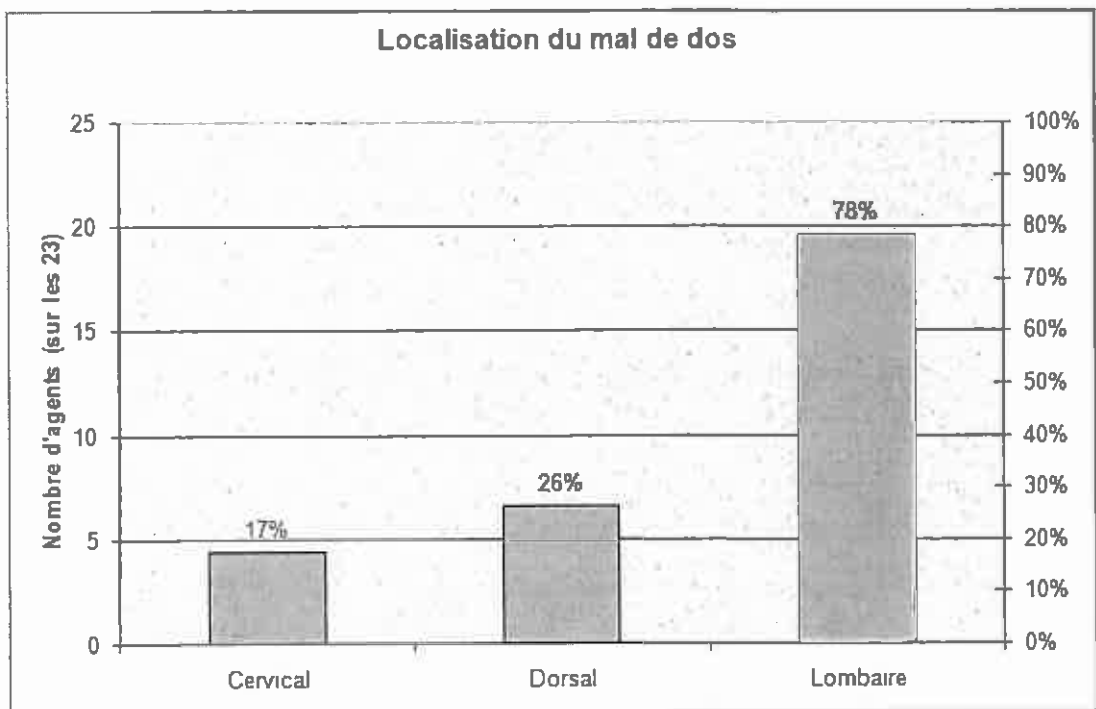
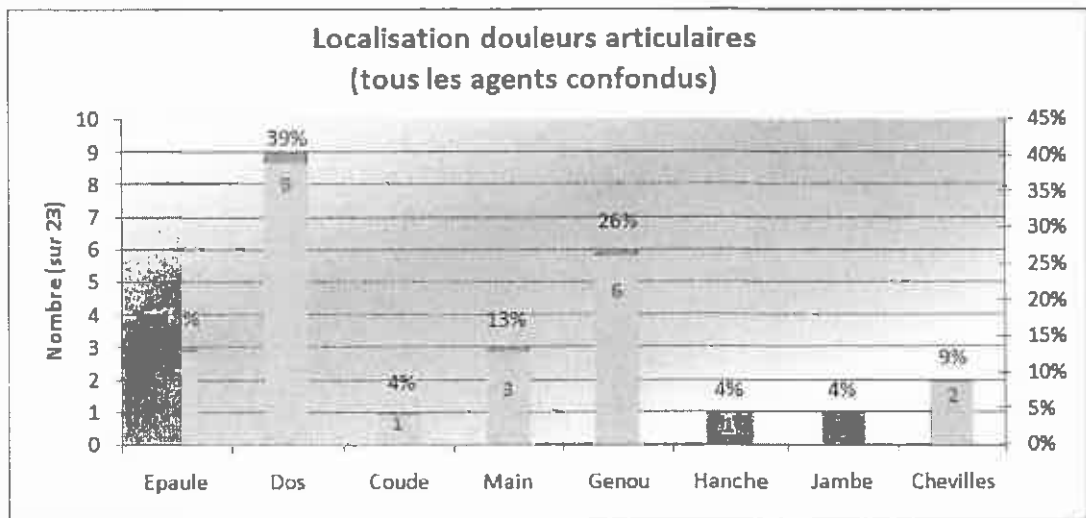
Qu'attendez-vous de notre intervention ?

Une question à nous poser ?

## ANNEXE II







### ANNEXE III

ANALYSE DES RISQUES PROFESSIONNELS ET PROPOSITION DE MESURE DE PREVENTION		GAZIER CHEZ GDF		
Conséquences pour l'opérateur		Mesures de prévention possibles		
Origines possibles et justificatif				
<b>MAUX DE DOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Mal de dos *</li> <li>* Sciatique *</li> <li>* Hernie discale *</li> <li>* Lumbago *</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Fouilles étroites, travail en enroulement et torsion du tronc et +/- triple flexion prolongée des membres inférieurs.</li> <li>* Au volant : position statique</li> <li>* A l'atelier et sur le chantier : port de charges lourdes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Problème des fouilles larges en superficie et étroite en profondeur (ou se trouve l'opérateur) H&gt;am50 Superficie environ un<sup>2</sup></li> <li>* Trajets pouvant aller jusqu'à 1heure/1h30</li> <li>* Charges pouvant dépasser 20kg</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Préparation au travail : échauffements et étirements</li> <li>* Changements de position réguliers</li> <li>* Pauses actives ou passives sur le lieu de travail et au volant si trajet &gt; à 1heure</li> <li>* Respect des règles de manutention</li> </ul>
<b>TROUBLES MUSCULO SQUELETTIQUES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Localisés au Membre Supérieur :</li> <li>* Epaules ++</li> <li>* Coudes</li> <li>* Poignets</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Répétition et rapidité des gestes</li> <li>* Travail en force des M.S</li> <li>* Difficultés de préhension des charges sans prises</li> <li>* Manutention de charges lourdes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Réalisation d'un branchement acier-polyéthylène : vissage/dé vissage rapide</li> <li>* travail en force ou en finesse (travail de précision en statique)</li> <li>* Saisir les objets hors de la fouille : postures "bras levés" et "bras tendus"</li> <li>* Chargement et déchargement du camion avant et après le travail</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Préparation au travail : échauffements et étirements</li> <li>* Pauses actives ou passives régulières</li> <li>* Respect des règles de manutention</li> <li>* Utilisation de protections individuelles comme le coussin à mettre sous les genoux dans la fouille pour décharger un peu les appuis.</li> </ul>
<b>ENVIRONNEMENT</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Conditions climatiques</li> <li>* Regard des passants</li> <li>* Circulation automobile</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Travail en extérieur quelque soit la période de l'année</li> <li>* Clients interrogateurs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Froid (raideurs articulaires, perte de force musculaire...)</li> <li>* Chaud</li> <li>* Stress</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Echauffements avant travail : Augmentation de la température corporelle de 2°</li> <li>* augmentation de la force musculaire de 20%</li> <li>* Habits adaptés souples et couvrant bien tout le corps.</li> </ul>
<b>ACCIDENTS DU TRAVAIL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Fouilles dangereuses</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Fouille trop étroites</li> <li>* Bords instables</li> <li>* Objets posés au bord</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Risque chute de terre, chute d'objet ou chute de l'opérateur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Descendre dans la fouille avec une échelle</li> <li>* Assurer ses appuis</li> <li>* Porter son matériel de protection (casque )</li> </ul>

## ANNEXE IV

Tableau 57 du régime général :

### Affections périarticulaires provoquées par certains gestes et postures de travail

Désignation des maladies	Délai de prise en charge	Liste limitative des travaux susceptibles de provoquer ces maladies
<b>- A - Épaule</b>		
Épaule douloureuse simple (tendinopathie de la coiffe des rotateurs).	7 jours	Travaux comportant habituellement des mouvements répétés ou forcés de l'épaule.
Épaule enraidie succédant à une épaule douloureuse simple rebelle.	90 jours	Travaux comportant habituellement des mouvements répétés ou forcés de l'épaule.
<b>- B - Coude</b>		
Épicondylite.	7 jours	Travaux comportant habituellement des mouvements répétés de préhension ou d'extension de la main sur l'avant-bras ou des mouvements de supination et pronosupination.
Épitrochléite.	7 jours	Travaux comportant habituellement des mouvements répétés d'adduction ou de flexion et pronation de la main et du poignet ou des mouvements de supination et pronosupination.
Hygromas :		
- hygroma aigu des bourses séreuses ou atteinte inflammatoire des tissus sous-cutanés des zones d'appui du coude ;	7 jours	Travaux comportant habituellement un appui prolongé sur la face postérieure du coude.
- hygroma chronique des bourses séreuses.	90 jours	Travaux comportant habituellement un appui prolongé sur la face postérieure du coude.
Syndrome de la gouttière épitrochléo-olécrânienne (compression du nerf cubital).	90 jours	Travaux comportant habituellement un appui prolongé sur la face postérieure du coude.

### - C - Poignet - Main et doigt

Tendinite.

7 jours

Travaux comportant de façon habituelle des mouvements répétés ou prolongés des tendons fléchisseurs ou extenseurs de la main et des doigts.

Ténosynovite.

7 jours

Syndrome du canal carpien.

30 jours

Syndrome de la loge de Guyon.

30 jours

Travaux comportant de façon habituelle, soit des mouvements répétés ou prolongés d'extension du poignet ou de préhension de la main, soit un appui carpien, soit une pression prolongée ou répétée sur le talon de la main.

### - D - Genou

Syndrome de compression du nerf sciatique poplité externe.

7 jours

Travaux comportant de manière habituelle une position accroupie prolongée

Hygromas :

- hygroma aigu des bourses séreuses ou atteinte inflammatoire des tissus sous-cutanés des zones d'appui du genou ;

7 jours

Travaux comportant de manière habituelle un appui prolongé sur le genou.

- hygroma chronique des bourses séreuses.

90 jours

Travaux comportant de manière habituelle un appui prolongé sur le genou.

Tendinite sous-quadricipitale ou rotulienne.

7 jours

Travaux comportant de manière habituelle des mouvements répétés d'extension ou de flexion prolongées du genou.

Tendinite de la patte d'oie.

7 jours

Travaux comportant de manière habituelle des mouvements répétés d'extension ou de flexion prolongées du genou.

### - E - Cheville et pied

Tendinite achilléenne.

7 jours

Travaux comportant de manière habituelle des efforts pratiqués en station prolongée sur la pointe des pieds.

Tableau 98 du régime général :

Affections chroniques du rachis lombaire provoquées par la manutention manuelle de charges lourdes

Désignation de la maladie	Délai de prise en charge	Liste limitative des travaux susceptibles de provoquer ces maladies
Sciatique par hernie discale L4-L5 ou L5-S1 avec atteinte radiculaire de topographie concordante. Radiculalgie crurale par hernie discale L2-L3 ou L3-L4 ou L4-L5, avec atteinte radiculaire de topographie concordante.	6 mois (sous réserve d'une durée d'exposition de 5 ans).	Travaux de manutention manuelle habituelle de charges lourdes effectués : - dans le fret routier, maritime, ferroviaire, aérien ; - dans le bâtiment, le gros œuvre, les travaux publics ; - dans les mines et carrières ; - dans le ramassage d'ordures ménagères et de déchets industriels ; - dans le déménagement, les garde-meubles ; - dans les abattoirs et les entreprises d'équarrissage ; - dans le chargement et le déchargement en cours de fabrication, dans la livraison, y compris pour le compte d'autrui, le stockage et la répartition des produits industriels et alimentaires, agricoles et forestiers ; - dans le cadre des soins médicaux et paramédicaux incluant la manutention de personnes ; - dans le cadre du brancardage et du transport des malades ; - dans les travaux funéraires.

Tableaux disponibles sur le site de l'INRS : <http://inrsm.konosphere.com/>

## ANNEXE V

<b>BILAN FINAL</b>	
<b>Métier : Gazier chez GrDF</b>	
<b>Poste : Remplacement de compteurs extérieurs d'immeubles</b>	
2 Satisfaisant ; 1 Améliorer si possible ; 0 Insatisfaisant voire dangereux	
Superficie de l'espace de travail	0
Sécurité de l'espace de travail	1
Matériels et objets pour le travail	2
Eclairage et bruit	1
Charge mentale (attente, perturbation du travail...)	1
Ambiance thermique	0
Environnement psychosocial (regards usagers...)	1
Relation entre travailleurs	2
Côté physique du travail	1

<b>BILAN FINAL</b>	
<b>Métier : Gazier chez GrDF</b>	
<b>Poste : Branchement acier-polyéthylène dans une fouille</b>	
2 Satisfaisant ; 1 Améliorer si possible ; 0 Insatisfaisant voire dangereux	
Superficie de l'espace de travail	1
Sécurité de l'espace de travail	0
Matériels et objets pour le travail	2
Eclairage et bruit	2
Charge mentale (attente, perturbation du travail...)	1
Ambiance thermique	0
Environnement psychosocial (regards usagers...)	1
Relation entre travailleurs	2
Côté physique du travail	1

## ANNEXE VI

### ANALYSE ANGULAIRE ET VECTORIELLE

- Analyse angulaire : tableau des angles de confort articulaire :  
Tableau issu de la bibliographie (8).

*Amplitudes articulaires maximales et de confort en position debout.  
(d'après Péninou, 1995). Tous les angles sont répétés par rapport à la verticale.*

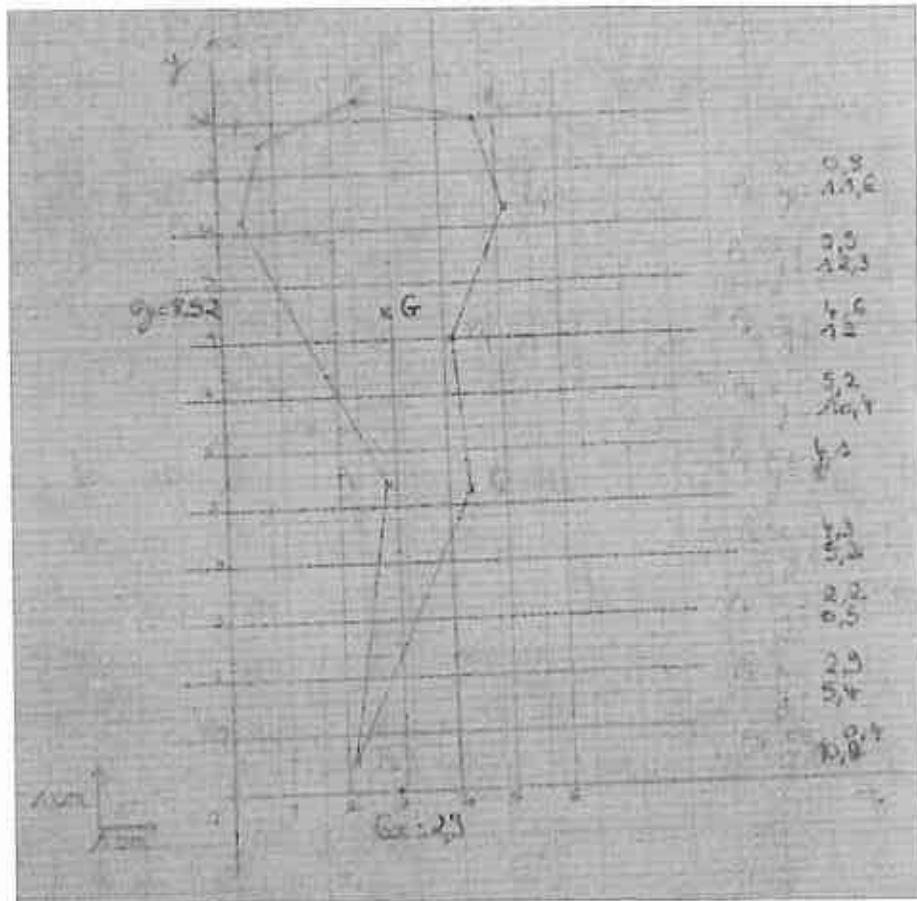
Articulation	Plan sagittal		Plan frontal		Plan transversal	
	flexion/extension		abduction/adduction		rot. int./rot. ext.	
	amplitude	confort	amplitude	confort	amplitude	confort
Épaule	180/60	30 à 45/0	180/0	45/0	90/90	45/0
Coude	150/10	70 à 80/0	0/0		0/0	
Avant-bras	0/0		0/0		60 à 90/5 à 75	
Poignet	90/90	0/30	30/20	0/0	0/0	
Tronc entier	70/30	0/0	35/35	0/0	40/40	0/0
cervical	40/75	10 à 15/0	45/45	0/0	55/55	0/0
dorsal	30/	0/0	15 à 20/15 à 20	0/0	35/35	0/0
lombaire	40/30	0/0	15 à 20/15 à 20	0/0	5/5	0/0
Hanche	120/30	60 à 90/0	45/15	20/0	35/45	0/10
Genou	140/10	60 à 90/0	0/0		30/45	0/15
Chevilles	50/20	0/10	20/10	0/0	50/25	0/0



Figure 8. Analyse angulaire du port du boîtier du compteur.

➤ Analyse vectorielle :

- Calcul du centre de gravité : Placer le polygone irrégulier dans un repère orthonormé :



✓ Calcul du centre de gravité grâce aux formules en 5.3.1) :

i	$(x_i y_{i+1} - x_{i+1} y_i)$	$(x_i y_{i+1} - x_{i+1} y_i) (x_i + x_{i+1})$	$(x_i y_{i+1} - x_{i+1} y_i) (y_i + y_{i+1})$
i=1	-19,16	-63,228	-457,924
i=2	-26,58	-188,718	-645,894
i=3	-14,56	-142,688	-326,144
i=4	-1,04	-9,672	-19,136
i=5	-13,08	-109,872	-172,656
i=6	-9,29	-60,385	-52,953
i=7	10,43	53,193	61,537
i=8	27,42	90,486	427,752
i=9	-3,52	-4,224	-76,736
Total	-49,38	-435,108	-1262,154
	$A = 24,69$	$G_x = 2,9$	$G_y = 8,52$



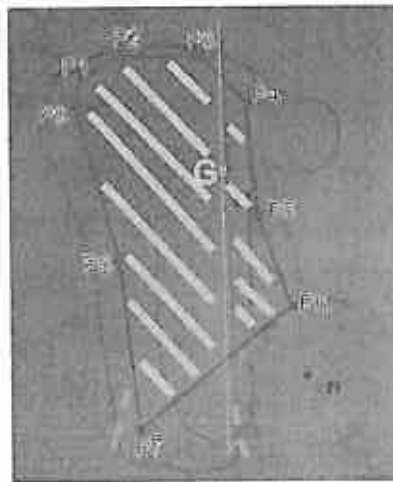


Figure 9. Position du centre de gravité et sa projection (flèche jaune).

- Analyse de la région lombo sacrée :

Tableau et schémas issus de la bibliographie (8) pour les photos AetB et (13) pour la C

Tableau 6-1. — LA ALÉATION DES CENTRES DE MASSE DES SEGMENTS (d'après Dempster)

Segments anatomiques	% du poids du corps	Localisation du centre de masse
Tête	6,9	Selle turque
Tête - cou	7,9	Base occiput
Tronc	51,1	En avant de L1
Bras	2,7	Milieu humérus
Avant-bras	1,6	Au-dessus milieu
Main	0,6	Milieu 3 métacarpien
Cuisse	9,7	A l'union 1/3 sup 2/3 inf
Jambe	4,5	A l'union 1/3 sup 2/3 inf
Pied	1,4	En arrière des 2 <sup>e</sup> et 3 <sup>e</sup> cunéiformes



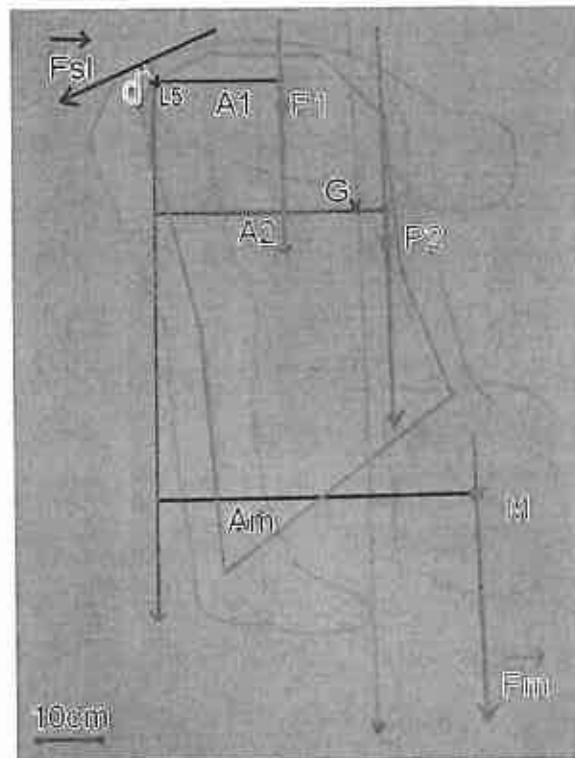


Figure.10 Schéma à l'échelle 1/10ème d'après les mesures réelles (épaule-coude: 32cm,...).

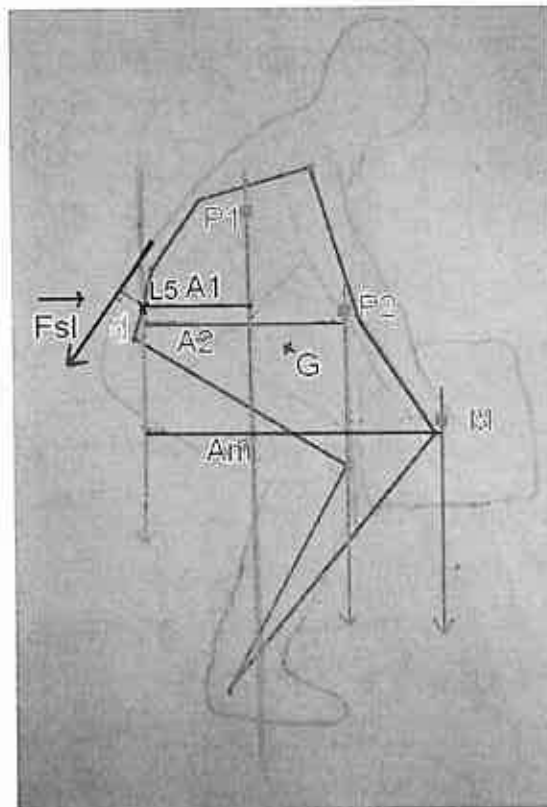
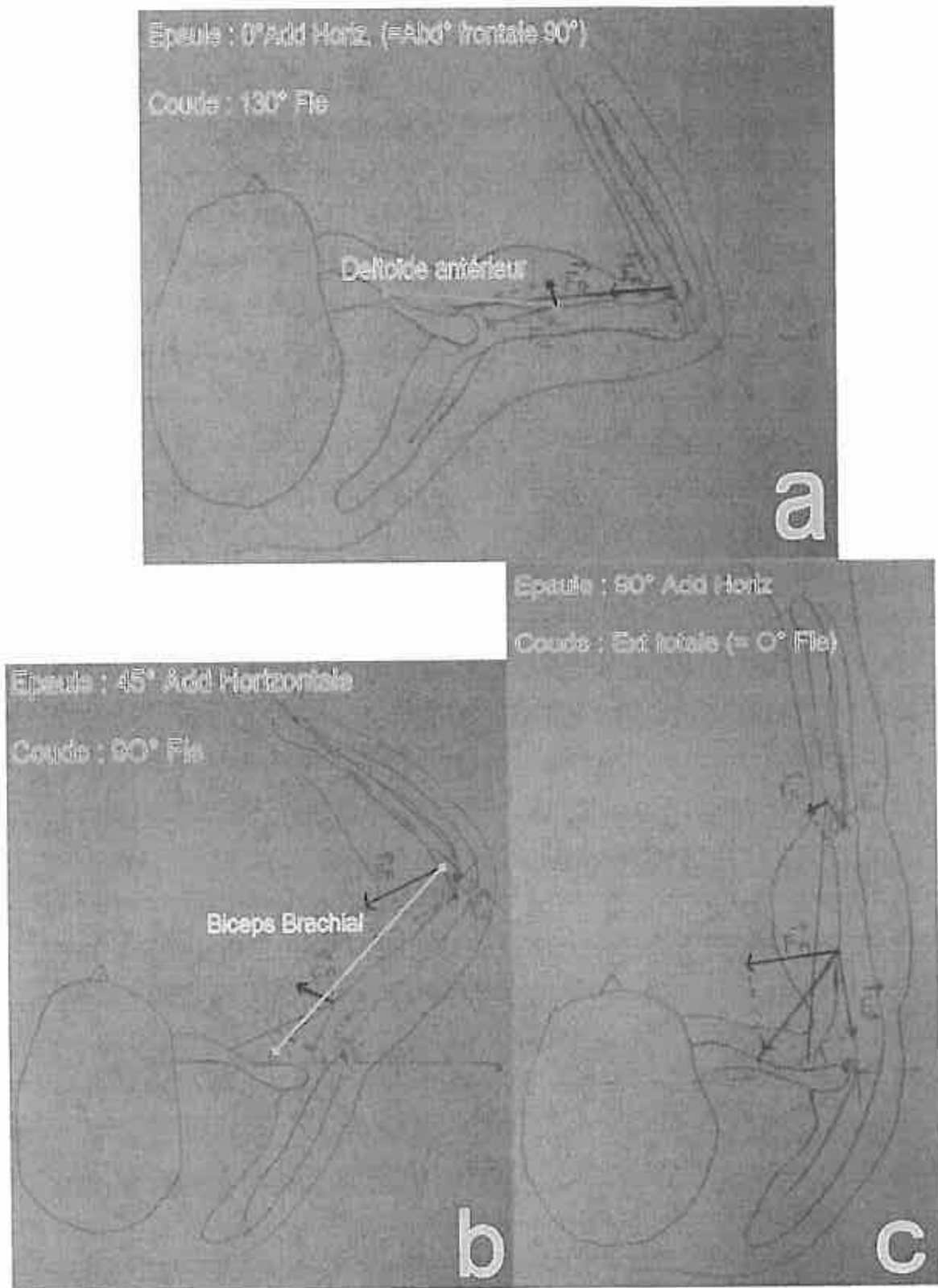


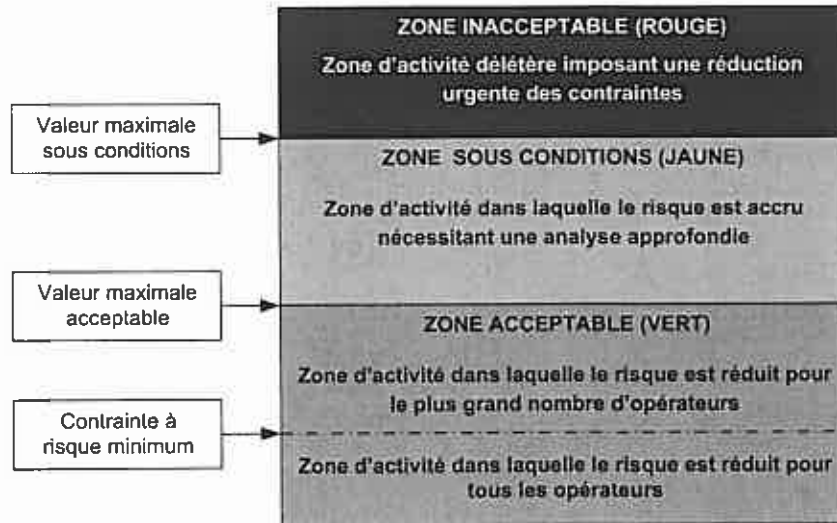
Figure 11. Bilan des forces au niveau lombaire, genoux fléchis.

- Analyse biomécanique de l'épaule :



Figures 12 a.b.c. Décomposition de force des muscles Biceps brachial et Deltoides antérieur.

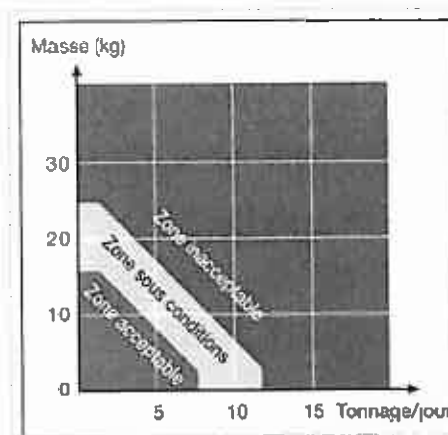
## ANNEXE VII



Zones de risques définies en fonction des différentes valeurs seuils de référence

	Valeurs seuils de référence
Valeur maximale sous conditions	25 kg
Valeur maximale acceptable	15 kg
Contrainte à risque minimum	5 kg

Port de charge maximal imposé pour chaque zone de risque



Tableaux tirés de la bibliographie (20)

## ANNEXE VIII

### ETIREMENTS AU VOLANT



Musculature dorsale



Trapèzes



Epicondyliens



Quadriceps et fessiers

### ECHAUFFEMENTS AU VOLANT



Musculature dorsale

## ETIREMENTS AU VESTIAIRE, OU PRES DU CAMION



Museles inter-scapulaires



Grand Dorsal gauche



Museles cervicaux



Epicondylaires



Trapeze



Quadriceps



Triceps Sural



Piriforme et fessiers

## ANNEXE IX

### BON PORT DE CHARGES

- 1) Commencer par se rapprocher de la charge et l'encadrer en stabilisant bien ses pieds :



- 2) Puis fléchir les MI, et, avec les MS en traction, pousser sur les MI pour se lever



- 3) Lors des déplacements, placer la charge au plus près du corps pour diminuer le bras de levier :



- 4) S'aider des MI pour éventuellement la soulever :



ANNEXE X



**MEPAT : Mieux Etre Physique Au Travail**

**S'ECHAUFFER  
ET  
S'ETIRER  
AU  
TRAVAIL**





## **S'ÉCHAUFFER ET S'ÉTIRER ACTIVEMENT AVANT L'EFFORT !**

Plusieurs façons d'y parvenir...

Prendre une douche chaude, bouger, marcher, sautiller, monter les escaliers, remuer les bras, s'accroupir, s'habiller en conséquences... autant de petits moyens pour faire monter sa température interne pour être prêt à réaliser son activité physique sans danger !

## **ÉTIREMENTS EXPRESS**

6 SECONDES de chaque côté 3 X alternativement D et G  
Penser à souffler au moment de l'étirement pour un meilleur relâchement !

REPETER sans modération dans la journée dans toutes les positions !

Au bureau, au vestiaire, sur le terrain, au volant ... !

1- Dos droit, j'enfonce mon talon dans le sol et je me penche vers l'avant :



Au bureau :



**2- Mon dos s'arrondit, je pousse mes mains vers l'avant et mes fesses vers l'arrière :**



**3- Debout ou assis, je tire mon talon vers la fesse et je dirige mon genou vers le sol :**



**4- Debout ou assis, je tire mon talon vers la fesse et je dirige mon genou vers mon épaule opposée ...**



... Ou vers mon épaule homolatérale :



Au volant :

5- En fente avant, j'enfonce mes orteils dans le sol :



6- Ma tête monte au plafond, mes mains vont vers le sol :



**7- Je tire le coude et je « jette » le thorax vers le pied croisé en avant:**



**8- Se grandir le plus possible, dos droit :**



**Au volant :**

**9- Ma main tire l'épaule vers le bas, l'oreille monte au plafond :**

(sans les mains = + « discret »)



Au bureau :



Au volant :

10- Doigts bloqués en extension ou en flexion, je monte la paume de ma main vers le plafond :



Au volant :

(sans les mains = + « discret »)



Au bureau :



Au volant :

10- Doigts bloqués en extension ou en flexion, je monte la paume de ma main vers le plafond :



Au volant :



Au bureau :

11- Toujours plus haut !



Au bureau :

Allez ! Au travail !

