



**Service de santé au travail et de pathologies
professionnelles**
C.H.U. d'Angers, 49933 Angers Cedex 9, France

Programme CNRACL : Thématique : Troubles Musculo-Squelettiques.

**TROUBLES MUSCULO-SQUELETTIQUES
CHEZ LES TECHNICIENS DE LABORATOIRE**

Auteur :

MOISAN S, médecin du travail et ergonomiste

Responsables scientifiques et ergonomistes CHU d'Angers :

MOISAN S, médecin du travail et ergonomiste

BRINON C, ergonomiste

JURET I, ergonomiste

ROQUELAURE Y, PUPH

Responsables DRH :

ROUX D, directeur adjoint

Coopération :

CHIRON H, Ergonomiste vacataire, Service de Pathologie Professionnelle

CHU associés

CHU Nantes, Lille, Toulouse

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION

I-SITUATION

- ① - le C.H.U.
- ② - les Laboratoires de Biochimie et d'Hématologie
- ③ - le projet de pôle biologique

II- LA DEMANDE

III-ETAT DE LA BIBLIOGRAPHIE

- ① - T.M.S., facteurs biomécaniques et autres que biomécaniques
- ② - Biomécaniques des tissus mous
- ③ - Cas des tendinites du poignet et des syndromes du canal carpien
- ④ - Les TMS : des maladies multi-factorielles
- ⑤ - Troubles musculo-squelettiques et activité professionnelle de technicien(ne)s de laboratoire

IV- METHODOLOGIE

- ① - Re-formulation de la demande
- ② - De l'hypothèse à la méthode d'observation

V- ANALYSE DANS LE SECTEUR DE BIOLOGIEMOLECULAIRE DE BIOCHIMIE

VI- RESULTATS –DISCUSSION

VII-CONCLUSION

VIII- REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

INTRODUCTION

Le master en ergonomie présente l'intérêt d'une intervention sur le terrain pour expérimenter de nouveaux acquis à travers la démarche ergonomique. Il est cependant nécessaire qu'une entreprise ou un établissement fasse une demande qui relève de l'ergonomie. En l'occurrence, cette intervention se situe dans un établissement de soins des Pays de la Loire sur le thème des troubles musculo-squelettiques.

Ce travail se déroulera en plusieurs phases et s'intègre dans un projet global en lien avec le réseau national des services de médecine du travail et la « CNRACL » (caisse nationale de retraite des agents des collectivités locales) qui finance le projet. Le réseau inter-CHU d'échange et de mutualisation des informations en médecine du travail des personnels des établissements de santé vise à mettre en place des outils d'évaluation des risques professionnels et d'aide à la mise en œuvre d'une prévention adaptée à leurs structures. Le service de médecine du travail du CHU d'Angers est le site pilote pour la thématique "troubles musculo-squelettiques, chutes et traumatismes".

Chaque intervention est une histoire singulière mais respecte une démarche propre à l'ergonomie. La première phase de cet écrit comporte la présentation de l'établissement en s'intéressant à l'un des laboratoires (biochimie moléculaire). Ce service est à l'origine d'une déclaration de maladie professionnelle avec risque d'inaptitude au poste de travail d'une des techniciennes pour troubles musculo-squelettiques (TMS). Nous présenterons la demande et les acteurs de cette intervention.

L'analyse de la bibliographie amène des éléments importants pour la compréhension des TMS et oriente les futures hypothèses.

En comprenant le travail réel des techniciens de laboratoires, cela nous permet de porter un regard sur l'activité des opérateurs afin d'établir le lien entre plainte et travail.

Le premier objectif est d'identifier les facteurs de risque de TMS chez les techniciens de laboratoire en analysant les situations de terrain.

Le deuxième objectif est de proposer des pistes d'orientation pour améliorer le travail. L'observation globale nous permettra d'avoir une vue d'ensemble sur le travail

des techniciens pour ensuite affiner nos observations sur l'activité de pipetage en particulier. Ceci n'exclut en aucun cas la prise en compte des facteurs de risques dans la suite du rendu à la CNRACL.

La compréhension du système de choix et de commande de l'outil de pipetage actuellement en cours sur le CHU - test nous incite à nous pencher sur les deux plus importants laboratoires d'analyse de biologie médicale du CHU c'est-à-dire la biochimie et l'hématologie.

Le troisième objectif est d'aboutir à une prise en compte par la direction des principes de l'ergonomie dans leurs futures restructurations (matériel, architecture, organisation...).

C'est dans ce contexte que le service de pathologie professionnelle exprime la demande d'une étude du poste de technicien de laboratoire en s'appuyant sur la bibliographie et sur l'analyse de terrain.

I- SITUATION

① - le C.H.U. test

Le Centre Hospitalier et Universitaire - test est un hôpital pavillonnaire. Il dispose d'environ 1 500 lits pour recevoir les patients de la région et il emploie environ 5 500 salariés (chiffre au 31 décembre 2003 avec un effectif total de personnel non médical de 4351 personnes et 1086 de personnel médical).

Environ 250 salariés sont employés dans les laboratoires d'analyse médicale. Il s'agit de biologistes (médecins, pharmaciens, ingénieurs, internes), de cadres techniciens, de techniciens, d'aides de laboratoire, de secrétaires, d'agents d'entretien et d'étudiants. Ils sont répartis dans 12 laboratoires d'analyses de Biologie médicale, éclatés en 7 secteurs différents, souvent éloignés les uns des autres. Ces laboratoires sont l'anatomopathologie, bactériologie-virologie, biologie –cellulaire, biochimie-biologie moléculaire, histologie-cytologie, génétique, hématologie, immuno-allergologie, médecine nucléaire, parasitologie-mycologie, pharmacologie et unité centrale des laboratoires. L'unité centrale des laboratoires (UCL) accueille les patients extérieurs se présentant avec une prescription d'analyses de biologie médicale. De plus, dans ses fonctions logistiques, l'UCL est en charge du tri du courrier interne des laboratoires et sa distribution, de l'approvisionnement des laboratoires en réactifs et

consommables ;de l'approvisionnement des services de soins en dispositifs médicaux et en matériels de prélèvement (tubes, pochettes). Dans ses fonctions économiques, l'UCL prend en charge la consultation des laboratoires dans le cadre des appels d'offres puis la rédaction des cahiers des charges, la publication des appels d'offres, le choix des fournisseurs.

Le GBEA, Guide de Bonne Exécution des Analyses, est le critère de qualité suivi par les laboratoires d'analyses médicales.

Il édicte les règles auxquelles doivent se conformer les laboratoires d'analyses de biologie médicale en application de l'article 9 -1 du décret du 4 novembre 1976 et de l'article 1^{er} du décret du 15 février 1983.

Ce guide s'adresse à toutes les personnes participant à la réalisation des analyses de biologie médicale quelles que soit leurs qualifications et est un instrument au service de la qualité: ces règles et recommandations constituent le plus souvent un rappel de tout ce qu'il convient de se procurer, d'organiser, de vérifier, de respecter, d'étudier, de conserver, pour obtenir l'exactitude et la précision des résultats (en annexe document, arrêté du 26 novembre 1999, JO du 11 décembre 1999, pages: 18 441/18452).

Le GBEA notamment présente un chapitre "instrumentation" notifiant que les appareils doivent être périodiquement et efficacement inspectés, entretenus et vérifiés selon la procédure en vigueur et les modalités consignées par écrit dans un registre de maintenance affecté à chaque instrument. Ce document est un travail prescrit de référence pour les services qualité et une norme à suivre pour les différents audits que subit les structures hospitalières notamment durant les procédures d'accréditation.

● - les Laboratoires de Biochimie et d'Hématologie

Les laboratoires de Biochimie et d'Hématologie font partie des laboratoires d'analyses médicales de ce C.H.U. et sont en fait les deux plus gros laboratoires du pôle de Biologie tant en taille qu'en actes facturés.

En ce qui concerne le laboratoire de biochimie, celui-ci est constitué d'un secteur biochimie - biologie moléculaire. Le secteur biochimie - bio moléculaire comprend au premier étage l'unité bio-moléculaire et au rez-de-chaussée, l'unité fonctionnelle appelée « automate » et l'autre unité appelée « métabolite ». Une autre unité appelée hormonologie dont les locaux doivent être prochainement transférés de la faculté de médecine. Le secteur appelé « automate » réalise les bilans courants pour tous les secteurs du CHU (transaminases, ionogrammes.....) et ce sept jours sur sept, jour et

nuit. Le secteur métabolique réalise le diagnostic et suivi des maladies héréditaires du métabolisme, dyslipidémies, hémoglobinopathies et maladies mitochondriales. Dans le secteur bio moléculaire, les techniciens réalisent le diagnostic des maladies mitochondriales, thyroïdiennes. L'activité permet de comptabiliser 2016000 actes environ. Dans ce laboratoire, on retrouve 43 agents dont 32 technicien(ne)s de laboratoire (91 % de femmes), âgé(e)s entre 24 et 58 ans. 13 % de cette population est née entre 1946 et 1955. Ces techniciens sont sous la responsabilité d'un cadre de santé ainsi que les neuf personnes du secrétariat-accueil réception des analyses. Il y a huit médecins titulaires et quatre praticiens attachés sous la responsabilité du chef de service.

Le laboratoire d'hématologie biologique se concentre autour de 3 unités fonctionnelles: l'hématologie cellulaire réalisant les hémogrammes, les myélogrammes, les immuno-phénotypes, et la cytogénétique moléculaire; l'hématologie moléculaire assurant le diagnostic, le suivi thérapeutique des hémopathies; l'hémostase assurant la réalisation des bilans pré-opératoires, la surveillance des traitements anticoagulants, le diagnostic des maladies hémorragiques et les bilans de thrombophilie. Il est réalisé environ 503000 actes par an.

Au laboratoire d'hématologie, on retrouve des agents titulaires de la fonction publique : 38 technicien(ne)s de laboratoire (95 % de femmes), âgé(e)s entre 22 et 56 ans. 29 % de cette population est née entre 1949 et 1955. Cette équipe est sous la responsabilité d'un cadre de santé, ainsi que les quatre personnes du secrétariat. Par ailleurs, il y a quatre médecins (trois titulaires de la fonction publique et un assistant hospitalo-universitaire en contrat pour deux ans) sous la chefferie de service d'un professeur des Universités.

Selon les données du service de médecine du travail, dans cette population, 40% des techniciens de laboratoire déclarent souffrir de douleurs à type de troubles musculo-squelettiques. Sur les 61 personnes enquêtées, 20 cas déclarent des douleurs au niveau des poignets et des doigts.

③ - le projet de pôle biologique

Il existe dans ce CHU un projet de regroupement des laboratoires appelé le "PBH" (Plateau de Biologie Hospitalière), prévu dans un avenir proche (2007 environ) avec regroupement des unités CHU et des unités INSERM (Institut de Recherche Médicale)

à terme. Actuellement, ce projet de pôle biologique est au stade de choix du projet architectural. Cette restructuration est un moment important. Ce réaménagement peut être l'occasion pour la direction de porter un regard sur le travail réel.

II-LA DEMANDE

Suite à la déclaration d'une maladie professionnelle (tableau n° 57 C à type de ténosynovite de De Quervain) chez une technicienne de laboratoire du C.H.U., la question du rôle "néfaste" de l'activité de pipetage dans l'apparition de ce trouble musculo-squelettique se pose au médecin du travail. En effet lors de la consultation de médecine du travail, l'agente évoque une activité répétitive et contraignante pour le poignet et les doigts. Par ailleurs, selon ses dires « *la douleur est apparue durant l'été alors que mes collègues étaient en congés annuels ou arrêt maladie et que l'activité n'avait pas diminué* ». Il est à noter que cette salariée n'a pas d'activité de loisirs particulière hormis la marche à pied.

Lors d'une première réunion avec l'expert médical ayant reçu cette salariée et la personne vacataire d'ergonomie du service de pathologie professionnelle du Professeur Penneau-Fontbonne, ils jugent important d'une part de pouvoir faire l'état des connaissances bibliographiques sur les troubles musculo-squelettiques en particulier dans la population des techniciens de laboratoire et d'autre part, de pouvoir analyser l'activité de la technicienne de laboratoire dans le secteur de bio-moléculaire du service de biochimie.

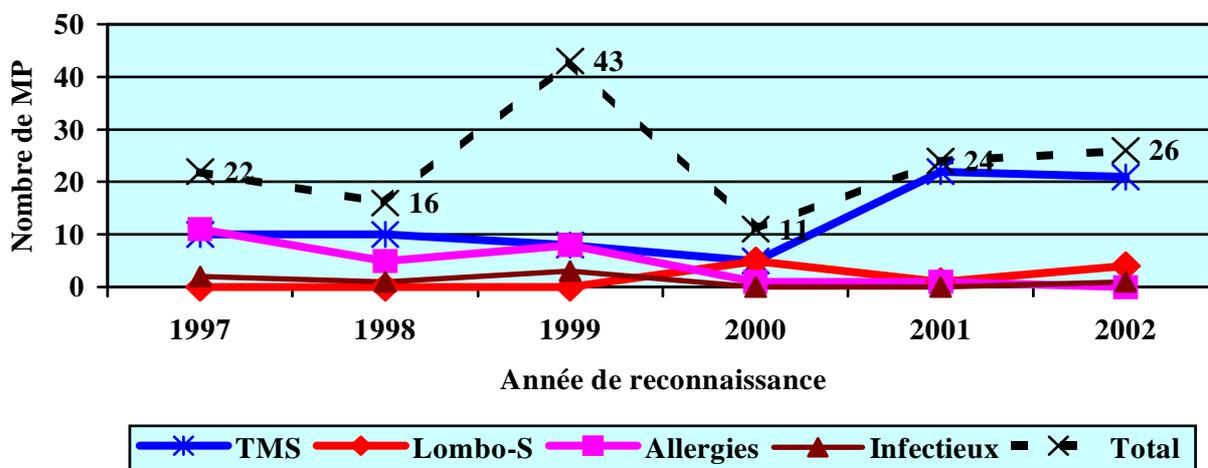
Par ailleurs, dans un même temps, le cadre technicien responsable des laboratoires souhaite savoir si les pipettes utilisées sont en cause dans cette déclaration de maladie professionnelle.

III- ETAT DE LA BIBLIOGRAPHIE

Outre la demande du service de pathologie professionnelle, la direction de l'entreprise et les cadres des services des laboratoires d'analyse médicale ont formulé le souhait d'un document reprenant les données "scientifiques" sur ces pathologies.

Dans ce C.H.U., on note une recrudescence actuelle des troubles musculo-squelettiques (graphique ci-dessous).

**Nombre de déclarations de maladies professionnelles(MP) reconnues au
CHU**



Ces données sont générales et il n'existe pas de données disponibles plus fines pour les techniciennes de laboratoire.

❶ - T.M.S., facteurs biomécaniques et autres que biomécaniques

Dans un rapport du National Research Council aux Etats-Unis (Work-related musculoskeletal disorders : a review of the evidence. Rapport 32 p, 1998, National Academy Press) plus de soixante-dix experts abordent de façon synthétique la question des facteurs de risques de TMS. Les experts ayant préparé ce rapport ont répondu sur la base de nombreux articles et rapports à des questions très générales sur le rôle des différents types de facteurs de risques : facteurs biomécaniques, psychosociaux du travail et individuels.

Pour le rôle des facteurs biomécaniques, les conclusions du groupe sont qu'il y a une relation entre ces facteurs et la survenue de troubles musculo-squelettiques. Par contre, les études disponibles n'ont pas permis de déterminer de façon précise les mécanismes causaux, ni les caractéristiques cliniques des troubles car souvent les études traitent des douleurs ou des troubles dans une zone du corps plutôt que d'entités cliniques précises. Cependant, de nombreuses études montrent que si le niveau de contraintes biomécaniques diminue, la prévalence des troubles diminue.

Concernant les facteurs individuels, on peut faire l'hypothèse qu'ils jouent un rôle, autrement dit que chacun n'est pas égal vis-à-vis du risque de TMS. Pour certains facteurs individuels (âge ,antécédents médicaux)les mécanismes biologiques expliqueraient les relations observées avec les TMS.

Un grand nombre d'études a regroupé les facteurs autres que biomécaniques sous le titre de facteurs psychosociaux: facteurs liés au contenu du travail, à la latitude dans le travail, au soutien social au travail ainsi que la satisfaction au travail. Sur le contenu du travail, les dimensions telles que la variété, la charge de travail, les pressions temporelles se retrouvent dans les différentes études.

De façon générale, une demande élevée est associée à un niveau élevé de troubles musculo-squelettiques, mais il faudrait tenir compte aussi de ce que cela implique concernant le niveau de facteurs physiques (par exemple la conséquence peut être une augmentation de la vitesse des mouvements). Peu de résultats de la littérature concernent les effets du "contrôle" aussi appelé "latitude décisionnelle". Le soutien social au travail serait d'après plusieurs rapports, une variable intermédiaire importante. Enfin, le rôle du stress psychologique est biologiquement plausible mais de façon moins forte que pour certains facteurs biomécaniques et individuels.

● - Biomécaniques des tissus mous

Dans le cadre d'une approche biomécanique, la démarche consiste d'abord à comprendre les contraintes qui s'exercent sur les tissus mous; généralement les réactions sont d'une part mécaniques (variations de longueur et de volume obtenus), d'autre part physiologiques ou physiopathologiques (changement de concentration ionique, évolution des caractéristiques des potentiels d'action musculaire).

Dans tous les cas, la réversibilité des processus réactifs est fortement conditionnée à la fois par l'intensité des contraintes et par le temps de repos consécutif.

♦ Muscle :

Dans le cas du muscle, la contrainte principale est la force dont les caractéristiques et les conséquences pour celui-ci dépendent de nombreux facteurs tels que le niveau de force souhaitée, la durée de maintien, la rapidité avec laquelle la consigne doit être atteinte, les caractéristiques statiques ou dynamiques de la demande des efforts externes. D'une façon générale, ces caractéristiques sont de nature biomécanique ou physiologique.

• **Tendon** :

Les principales contraintes qui affectent le tendon sont des forces de traction exercées par le muscle ainsi que certains efforts de frottement et de compression contre les tissus adjacents lors des passages au niveau des articulations. Face à un effort de traction, le tendon se déforme car il possède des propriétés d'élasticité et de viscosité.

Contrairement aux efforts de traction qui agissent suivant l'axe des fibres, le tendon peut être soumis à des efforts de compression qui agissent perpendiculairement à l'axe des fibres. Ce type de contrainte peut survenir lorsqu'un effort de traction est exercé sur le tendon qui croise une articulation.

Dans ces conditions, les tendons sont assimilables à une corde couissant dans la gorge d'une poulie fixe. Lorsque des mouvements de flexion – extension, des efforts de frottement se superposent aux efforts de cisaillement, ce type de contrainte frottement est un facteur de survenue de ténosynovite.

• **Nerf** :

Dans les cas des troubles musculo-squelettiques des membres supérieurs, la compression contre les tissus adjacents est la principale contrainte aiguë subie par le nerf. Ainsi dans le syndrome du canal carpien, les angulations extrêmes du poignet ont pour effet de comprimer de façon aiguë le nerf médian contre le ligament annulaire lors de la flexion et contre les os du carpe lors de l'extension.

Au poste de travail, les contraintes sont principalement liées à la forme, au poids ou à la taille de certains outils qui imposent aux poignets des angulations extrêmes. De plus, le maintien de ces outils peut nécessiter une force de préhension importante ; dans cette situation, les tendons des muscles fléchisseurs communs des doigts exercent une pression importante sur le nerf médian.

De plus dans le cas d'exposition aux vibrations, il existe aussi une augmentation de pression sur le nerf médian car ces vibrations entraînent une augmentation involontaire de la force de préhension et ainsi un effort accru sur les tendons des fléchisseurs des doigts.

④ - Cas des tendinites du poignet et des syndromes du canal carpien

Lors des rencontres avec les médecins du travail du CHU, ces derniers m'indiquent que lors des examens médicaux les techniciens de laboratoires présentent des douleurs du poignet et des doigts mais peu de pathologies des épaules sont signalées.

• Tendinite du poignet :

Sous ce terme, sont regroupées les tendinites ou ténosynovites des extenseurs ou des fléchisseurs dans la région du poignet et la tendinite de De Quervain. Il semble y avoir très peu d'études centrées sur la fréquence ou les facteurs de risque de ces affections en milieu de travail.

L'article de Saint-Joem de 1997 porte spécifiquement sur la tendinite de De Quervain . La partie clinique y est développée plus que les données épidémiologiques. La force et la répétitivité sont retrouvées comme des facteurs de risque de façon constante dans les études répertoriées.

• Syndrome du canal carpien :

La littérature portant sur le syndrome du canal carpien est vaste qu'il s'agisse des définitions ou des mesures du rôle des facteurs personnels, de l'histoire naturelle du traitement ou des liens avec l'exposition professionnelle.

En population générale, il est admis que la fréquence est supérieure pour les femmes et qu'interviennent des facteurs médicaux et personnels dont l'obésité. Certaines conditions de travail sont associées à des augmentations importantes du risque de syndrome du canal carpien avec des excès de cas observés dans des secteurs bien identifiés.

Le risque est accru parmi les personnes qui déclarent avoir à effectuer des mouvements de flexion ou torsion du poignet et pour ceux qui utilisent des outils vibrants à la main. Par ailleurs, sur les conclusions du rapport NIOSH, basé sur 30 études épidémiologiques, il existe une association sur le travail hautement répétitif, le travail en force et l'exposition aux vibrations du membre supérieur.

④ - Les TMS : des maladies multi-factorielles

Qu'il s'agisse des TMS en général ou des troubles spécifiques, trois types de facteurs sont habituellement retrouvés : un ou plusieurs facteurs personnels, des facteurs d'exposition biomécanique, et le plus souvent au moins un facteur caractérisant l'environnement psychosocial ou l'organisation du travail.

⑤ - Troubles musculo-squelettiques et activité professionnelle de technicien(ne)s de laboratoire

L'activité de technicien(ne) de laboratoire a fait l'objet d'études parues dans la revue Applied Ergonomics et il nous est apparu important d'analyser cette bibliographie sans pour autant négliger l'étude sur le terrain de l'activité réelle des salariés.

L'étude de Björkstén a consisté à évaluer la prévalence des pathologies des mains et épaules chez les technicien(ne)s de laboratoire en relation avec la "dose" de pipetage et des facteurs psychosociaux.

La population étudiée est une cohorte de 128 femmes employées de l'Université de Uppsala en Suède. Ces salariées de 41 ans en moyenne travaillent dans différents laboratoires en tant que techniciennes de laboratoire. Ces techniciennes pratiquaient l'activité de pipetage depuis environ 15 ans (moyenne 15 ; écart-type: 2.39). Le temps passé à pipetter durant toute la carrière est estimé à 6 904 heures mais beaucoup d'entre elles travaillent aussi avec le microscope (53 %).

Dans cette étude, 44 % des technicien(ne)s évoquaient des problèmes de mains, 58 % des problèmes d'épaules et 44 % des problèmes de cou.

Prévalence des troubles musculo-squelettiques chez les techniciens de laboratoire d'après l'étude de Björksten

Pourcentage de technicien(ne)s de laboratoires (N = 128) et des employé(e)s d'état (N = 25,378)
en regard des TMS.

| Localisation | Technicien(ne)s de laboratoires (%) | Employé(e)s d'état (%) | P |
|-----------------------|-------------------------------------|------------------------|------------------|
| Cou | 44 | 47 | NS |
| épaules | 58 | 48 | p = 0,003 |
| coudes | 18 | 13 | NS |
| mains/poignets | 44 | 24 | p = 0,001 |
| douleur thoracique | 25 | 21 | NS |
| douleur lombaire | 34 | 43 | p = 0,004 |
| hanche | 20 | 16 | NS |
| genou | 19 | 23 | NS |
| piéd | 12 | 16 | NS |

Selon l'étude de Björksten, les activités de pipetage sont identifiées comme étant une cause de douleurs professionnelles de la main ($p < 0,001$), du poignet ($p < 0,001$) et de l'épaule ($p = 0,03$). L'atteinte des mains et des poignets est significativement ($p < 0,001$) plus élevée dans la population soumise au pipetage.

Björksten conclut par ailleurs que les personnels de laboratoire pipétant plus de 300 heures par an (environ 1,3 heure par jour) courent un risque élevé de pathologies douloureuses des membres supérieurs. (Tableau ci-joint).

Il n'existe pas selon cette étude de relation significative entre la survenue de ces pathologies et la satisfaction au travail.

Troubles de la main et du poignet et exposition à l'activité professionnelle de pipetage (Ergonomics 1994)

Odds ratio (OR) and 95 % intervalles de confiance (CI)

| NOMBRE DE TECHNICIENS DE LABORATOIRE | | | | |
|---|-----------------------------|--------------|----------|---------------|
| | Avec troubles douloureux | Sans trouble | OR | 95 %CI |
| <u>EXPOSITION AU PIPETAGE</u> | | | | |
| < 300 h / an | 11 | 40 | 5 | 2,1 - 11,5 |
| > 300 h / an | 30 | 22 | | p < 0,001 |
| <u>SATISFACTION AU TRAVAIL</u> | | | | |
| Satisfaction | 38 | 59 | | 0,9 - 8,7 |
| Non satisfaction | 9 | 5 | 2,8 | NS |

De même dans l'étude réalisée par G. David et P. Buckle, on retrouve une survenue de plaintes concernant le cou et la main significativement plus élevée dans la population utilisatrice de pipettes (N = 80 population utilisatrice de pipettes et N = 85 population non utilisatrice de pipettes).

L'étude conclut qu'un certain nombre de facteurs professionnels peuvent affecter l'efficacité et le confort des personnels de laboratoires utilisant les pipettes.

KH Kroemer (Applied Ergonomics 1989) a tenté de souligner quels étaient les facteurs de risque et a fait ressortir sept points :

1. les activités professionnelles comportant beaucoup d'activités répétitives. Silverstein (1985) propose de décrire une activité comme répétitive tout travail dans lequel chaque cycle dure moins de 30 secondes ou toute activité dans laquelle l'activité de base est présente plus de 50 % du temps du cycle,

2. le travail nécessitant de façon prolongée ou répétitive d'exercer plus de 30 % de la force musculaire maximale pour l'activité en question
3. le travail nécessitant de mettre les segments corporels dans des positions extrêmes telles que la flexion extrême du poignet,
4. les activités où les personnes maintiennent la même position corporelle durant une longue durée,
5. les activités soumettant le corps ou une partie du corps à des vibrations,
6. les activités exposant au froid,
7. les activités combinant les conditions sus-citées.

En résumé, les différentes études identifient les activités de pipetage comme cause de douleurs professionnelles des membres supérieurs en raison **des activités répétitives, des positions extrêmes des membres** et de **la force nécessaire**.

Le tableau ci-dessous issu de l'étude de Putz Anderson (Applied Ergonomics, 1988) permet de souligner la nécessité de porter un regard sur le travail réel des techniciens de laboratoires afin de mieux comprendre quel peut-être le lien entre travail et pathologies douloureuses des membres supérieurs.

Pathologie des membres supérieurs et activité professionnelle de pipetage

| CAUSES POSSIBLES/ ACTION DE PIPETAGE | SYMPTÔMES | PATHOLOGIES |
|---|---|------------------------------------|
| Insertion de l'embout et mouvement du poignet pour manipuler la pipette | Douleur et inflammation du poignet et du coude | Tendinite (inflammation du tendon) |
| Serrer fortement la pipette et effectuer des activités répétitives et énergiques d'action sur le piston et d'éjection de l'embout avec le pouce | Ténosynovite de De Quervain : Douleur au bord externe du poignet, le pouce peut être souple ou se bloquer lors de la flexion palmaire. Syndrome du doigt à ressort (pouce du pipeteur)= le doigt se bloque lors de l'extension | Ténosynovite |
| Flexion, extension et rotation durant le pipetage, et insertion, éjection | Faiblesse dans la main ; engourdissement ou fourmillements dans le pouce, l'index et le majeur, la paume de la main, douleur du poignet induite par la manipulation des embouts, limitation des mouvements des doigts et du pouce, douleur vive et irradiante de la main jusqu'au coude ou au cou | Syndrome du canal carpien |
| Insertion des embouts et extension de la pipette à distance du corps | Douleur dans le coude s'aggravant progressivement, la douleur irradie jusqu'à l'avant-bras et à l'arrière de la main lorsque le patient saisit un objet ou tord sa main; préhension affaiblie | Epicondylite |

IV- METHODOLOGIE

Après explication du projet aux décideurs lors de la réunion de cadrage et d'explication, l'entreprise semble prête à s'investir dans ce projet.

L'accès libre au terrain avec possibilité de rencontrer les opérateurs sur leur temps de travail soit en entretien soit à leur poste de travail a pu être obtenu après rencontres des décideurs (direction des services économiques, direction des ressources humaines et cadres supérieurs techniques). L'accès aux données (accidents de travail, maladies professionnelles, organigramme...) est facilité par ma position dans le service de médecine du travail. La collaboration avec l'ingénieur biomédical et les membres du CHSCT s'instaure dès le début de l'étude.

① - Reformulation de la demande

Dans la demande, l'activité de pipetage est mise en avant par l'opérateur comme principale responsable des troubles musculo-squelettiques. Le médecin du travail relaie cette réflexion et le cadre technicien a des doutes quant à la pertinence du matériel. Il s'agit pour nous de prendre du recul par rapport à cette demande qui peut orienter d'emblée notre analyse vers l'activité de pipetage et nous faire perdre de vue l'ensemble du travail de technicien de laboratoire.

Nous pourrions reformuler cette demande ainsi : *A l'occasion d'une déclaration de maladie professionnelle de type trouble musculo-squelettique chez une technicienne de laboratoire, il apparaît que ce n'est pas un cas isolé et qu'il est nécessaire de prendre en compte ces alertes et d'aller interroger le travail dans son ensemble pour déterminer les facteurs de risque.*

L'étude de la bibliographie permet d'identifier l'activité de pipetage comme un facteur de risque de pathologie du membre supérieur.

② - De l'hypothèse à la méthode d'observation

♦ la construction des hypothèses :

Une ou plusieurs des tâches des techniciens entraînent des risques de troubles musculo-squelettiques.

Le pipetage est une activité de travail des techniciens de laboratoire qui présente une action répétitive des membres supérieurs.

Le pipetage est une activité de travail entraînant des positions extrêmes des membres supérieurs en position prolongée.

Le pipetage est une activité demandant le déploiement d'une force musculaire importante des doigts.

La combinaison de gestes répétitifs, de position extrêmes et de force musculaire dans l'activité de pipetage est un facteur de risque pouvant expliquer l'apparition de TMS chez plusieurs techniciens de laboratoire.

♦le choix des outils et des stratégies:

Cette étude a d'abord eu lieu dans le secteur de biologie moléculaire du laboratoire de biochimie (lieu de déclaration de la ténosynovite de De Quervain) par les observations directes de l'activité des techniciens de laboratoire pour regarder le travail réel et les entretiens individuels pour corroborer et valider mes observations. Par ailleurs, un état des lieux du parc des pipettes sur le CHU est réalisé par questionnaire adressé aux salariés et cadres responsables afin de répertorier les différents types de pipettes existants dans les laboratoires de biochimie et d'hématologie (laboratoires réalisant le plus d'actes facturés par an selon le bilan d'activité fourni par les services économiques).

Lors de réunions avec la cadre supérieure, les cadres de proximité et l'ingénieur biomédical, ils m'expliquent quelles sont les modalités de commande des pipettes (commande directe au fournisseur ou plus fréquemment par appel d'offre réalisé par le service central des laboratoires ou le service biomédical, quels sont leurs critères de choix, et pourquoi ils n'obtiennent pas toujours le produit demandé). Ces informations sont corroborées par le service de la direction des services économiques qui me fournit le document type à remplir pour un cahier des charges. De plus, afin de comprendre les critères d'achat des pipettes évoqués par les opérateurs (précision de la quantité pipetée, le coût, la facilité de maintenance, de réglage du volume, l'ergonomie du produit), la cadre supérieure me met en relation avec l'ingénieur commercial d'une des marques de pipette présente sur le CHU.

V- ANALYSE DANS LE SECTEUR BIO-MOLECULAIRE DE BIOCHIMIE

Le laboratoire où travaille l'agent ayant déclaré une maladie professionnelle est celui de biochimie biologie moléculaire dans l'unité fonctionnelle de biochimie, dite "métabolite".

Dans cette unité, quatre techniciens y travaillent (trois femmes et un homme), techniciens de laboratoire titulaires de la fonction publique. Ces techniciens de laboratoire sont âgés de 52 ans à 26 ans. L'ancienneté à ce poste de travail varie donc de 11 ans à 1 an ½.

Ces agents travaillent tous à temps plein sur quatre postes différents :

- le poste dit "acides organiques" (de 8 H à 16 H 30)
- le poste dit "acides aminés" (de 8 H 30 à 17 H)
- un poste dit "divers" (de 8 H à 16 H 30)
- un poste dit "volant", il s'agit de l'aide à l'unité fonctionnelle n° 1, unité appelée "automates" (de 8 H 30 à 17 H)

Le travail prescrit prévoit que chaque technicien de laboratoire reste environ quatre semaines sur un même poste et le calendrier est établi entre eux pour l'année. Ils effectuent par ailleurs sept week-ends de garde par an dans l'unité de biochimie appelée « automates ».

Le travail prescrit fourni par le cadre de santé sous la forme du profil de poste comprend les tâches suivantes :

- participer à la gestion administrative des dossiers, enregistrement
- réaliser les analyses de biologie propres au service
- communiquer avec le biologiste ou le cadre
- participer à la gestion des réactifs et à l'entretien du matériel
- contribuer à la mise à jour du GBEA
- encadrement des stagiaires
- respecter les règles d'hygiène et de sécurité en vigueur

Afin de mieux comprendre le travail de techniciens de laboratoire en biochimie, il est nécessaire de passer par la verbalisation des opérateurs pour comprendre le travail réel.

Ainsi, dans un premier temps, des entretiens avec les techniciens de laboratoire ont été réalisés. Les opérateurs m'expliquent alors que la rotation prescrite toutes les 4 semaines ne s'effectue en réalité plus. En effet, « *depuis l'arrivée fin 2003 du nouvel appareil nommé double masse, nécessitant un ré-apprentissage important notamment avec informatisation des procédures, seules deux personnes ont été formées* ». Un des opérateurs souligne : « *ça devient routinier* ».

Lors de l'entretien avec Madame X ayant déclaré la maladie professionnelle (téno-synovite), nous avons pu reprendre la chronique de l'activité de sa journée. Cet entretien s'est déroulé en fin de journée de travail, un lundi après-midi.

Madame X avait ce jour-là assuré le poste dit « acides organiques » et se plaignait d'une recrudescence de sa douleur du pouce, calmée durant le week-end

A sa prise de poste à 8 heures, elle comptabilisait 17 prélèvements d'urine différents. La variabilité retrouvée est de 12 à 20 prélèvements par session.

Pour la phase d'extraction, Madame X réalise avec la pipette monocanale le prélèvement de liquide urinaire puis pipette la quantité requise de réactif ainsi que le sérum physiologique nécessaire pour la dilution. Chaque ajout de liquide nécessite l'utilisation de la pipette monocanale et ce, pour chaque tube d'urine soit 3 pipetages pour chacun des 17 prélèvements.

Ensuite, les prélèvements sont déposés dans la centrifugeuse et le prélèvement des acides organiques dans le surnageant pourra être réalisé. Cependant, selon les explications de l'opérateur, ils utilisent tous une pipette manuelle en verre dite pipette « pasteur » car le prélèvement du surnageant est une opération délicate demandant « *minutie, concentration, précision* ». Ainsi, pour un prélèvement de surnageant, il y a 6 manœuvres de pipetage avec la pipette pasteur: 6 pipetages multipliés par 17 prélèvements.

Puis, il y a de nouveau un ajout de réactif utilisant la pipette monocanale pour chaque tube.

Durant la période de réaction du produit, Madame X bénéficie de sa pause repas de 1 heure. Elle n'a donc pas de temps de récupération avant midi. Elle explique que cette technique nécessite une disponibilité totale durant 4 heures. La période de 30 min de centrifugation est considérée par Madame X comme une « pause ». Elle effectue durant ce temps des activités plus administratives.

De 13 heures à 14 heures, l'opérateur reprend les prélèvements, re-pipette chaque prélèvement pour les transférer dans des tubes déposés dans l'automate pour

l'analyse finale. De 14 heures à 16h30, elle prépare le rendu des résultats pour le médecin biologiste, aide ses collègues (réceptionner des tubes, répondre au téléphone...), nettoie sa paillasse.

Il existe une entraide entre les quatre opérateurs. Ainsi, le collectif de travail s'organise pour que l'opérateur du poste « acides organiques » puisse ne pas être interrompu et une collaboration s'instaure entre les opérateurs.

Au poste « acides organiques », il existe parfois des urgences (moins d'une par semaine). L'opératrice m'explique que dans ce cas d'urgence vitale, le pédiatre de CHU-test spécialiste des maladies métaboliques demande en urgence une analyse d'un prélèvement. Cette demande est toujours expliquée au technicien de laboratoire et elle exprime « *ceci donne du sens à mon travail* ».

Au vu des différents entretiens, il s'avère que le pipetage tient une place importante dans l'activité des techniciens de laboratoire et des observations plus ciblées sur le terrain sont réalisées.

► Mais qu'est-ce qu'une pipette ?

Une pipette sert à prélever une quantité précise d'un liquide d'un tube, d'une cupule, etc... pour le mettre dans un autre tube ou une autre cupule pour faire une analyse ou un dosage.

Pour faire cette manipulation, le technicien utilise un cône ou une pointe qu'il fixe à la pipette à chaque manipulation et qu'il jette après usage.

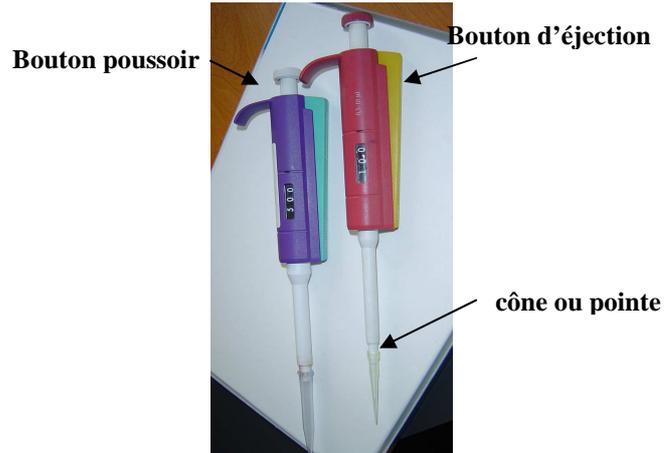
Généralement, les pipettes prélèvent des petits volumes de l'ordre du µlitre de 10 µlitre à 1 ml et certaines pipettes ont la possibilité de prélever des volumes variables.



nale



ticanaled



Après étude auprès des cadres des laboratoires, 12 marques de pipettes différentes ont été répertoriées.

Par laboratoire, ce nombre varie de 2 à 7 marques différentes.

Dans les laboratoires du secteur étudié, on dénombre :

♦ **en Biochimie :**

| | |
|-------------|-----|
| - EPPENDORF | 12 |
| - GILSON | 124 |
| - LABSYSTEM | 7 |
| - BIOHIT | 25 |

soit 168 pipettes réparties en 4 marques.

Il s'agit du premier laboratoire "consommateur" de pipettes dans le CHU.

♦ **en Hématologie :**

| | |
|-------------|----|
| - COSTAR | 2 |
| - EPPENDORF | 4 |
| - GILSON | 35 |
| - LABSYSTEM | 7 |
| -NICHYRIO | 2 |
| - SOCOREX | 2 |
| - BIOHIT | 2 |

soit 54 pipettes réparties en 7 marques.

Il s'agit du cinquième laboratoire "consommateur" de pipettes dans le CHU.

Il me paraissait important de bien comprendre les modalités de commandes de ce type de matériel afin de pouvoir confronter les critères d'achat du responsable des commandes et les besoins réels des opérateurs issus de l'analyse de terrain. Cette analyse de terrain a été réalisée dans les laboratoires de biochimie et d'hématologie d'analyse médicale, les deux plus importants laboratoires au CHU-test.

Il existe au CHU 220 ETP (soit 220 équivalents temps plein environ utilisateurs potentiels des pipettes) répartis en techniciens de laboratoire, cadres techniciens, et biologistes (pharmaciens, médecins, internes, ingénieurs).

Les commandes sont effectuées par les cadres techniciens et sont adressées à l'unité centrale des laboratoires (dépendance au service de la direction des services économiques). Une petite partie est adressée au service biomédical par l'intermédiaire du "TAPAM" (Tableau Annuel Prévisionnel d'Activités et de Moyens) et une étude de marché est faite (avec instauration d'un cahier des charges).

Le choix des pipettes se fait en Biochimie et Hématologie en co-concertation entre les techniciens et les cadres. Les critères de choix évoqués lors des entretiens sont :

- ◆ Pour la Biochimie :
 - ① - la précision, réglage de volume
 - ② - le coût
 - ③ - la maintenance
 - ④ - "l'ergonomie"

- ◆ Pour l'Hématologie :
 - ① - la précision
 - ② - le réglage de volume
 - ③ - la facilité de lecture
 - ④ - le coût
 - ⑤ - "l'ergonomie"

On peut remarquer qu'à priori toute pipette achetée est "précise" puisqu'il s'agit du premier critère de vente évoqué par les fabricants.

L'évolution des achats depuis trois ans a été appréciée en interrogeant les cadres et les résultats sont les suivants :

| LABORATOIRES | 2001 | 2002 | 2003 | TOTAL |
|--------------|------|------|------|-------|
| BIOCHIMIE | 22 | 16 | 19 | 57 |
| HÉMATOLOGIE | 1 | 2 | 0 | 3 |

Le laboratoire utilisant le plus de pipettes au CHU a donc eu un renouvellement constant d'environ 20 pipettes par an.

Lorsqu'un bon de commande est réalisé, les services n'ont pas toujours ce qu'ils ont commandé pour des raisons de coûts et de gestion globale des laboratoires, en raison de l'aléa des appels d'offres ou pour des raisons qui ne leur sont pas expliquées.

Les cadres soulignent aussi que la commande des cônes s'adaptant à l'embout de la pipette se fait séparément sans concordance de marque entre la pipette et le cône.

Pour mémoire, le coût d'une pipette est d'environ 160 euros HT pour une pipette mono-canal, 400 euros HT pour une pipette électronique et plus de 500 euros HT pour les pipettes multicanaux.

La maintenance est réalisée dans les services selon une procédure écrite précise.

En cas d'anomalie, les services sollicitent le service "biomédical".

➤ **Activité de pipetage observée dans le service de biochimie-biomoléculaire**

Le pipetage sert à prélever une quantité très précise d'un liquide d'un tube et de le transférer dans un autre tube. Cette précision du prélèvement est la principale caractéristique demandée à une pipette.

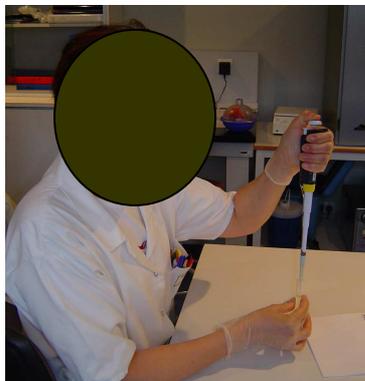
L'analyse de l'activité de pipetage s'est penchée sur l'activité utilisant une pipette monocanale.

Le pipetage comprend plusieurs phases :

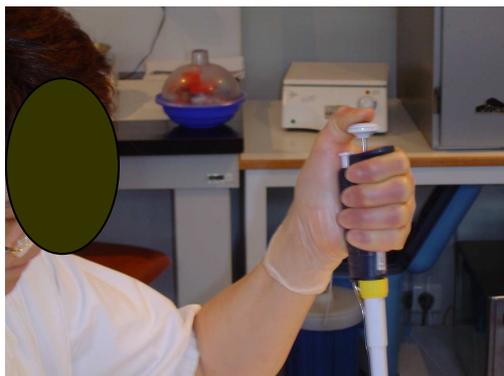
- **la première phase** : le technicien de laboratoire fixe la pointe sur la pipette; cette insertion se fait de deux façons, soit les cônes sont rangés dans des boîtes prévues à cet effet et alors on peut associer directement l'embout de la pipette sur le cône bien stable dans la boîte, soit il prend dans une main le cône et l'associe à l'embout de la pipette de l'autre main.



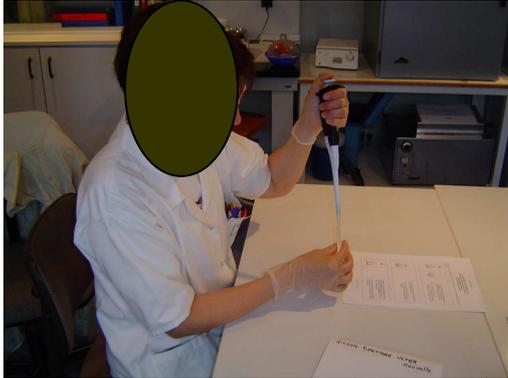
- **la deuxième phase** : l'opérateur actionne le bouton poussoir jusqu'en première butée puis immerge la pointe de quelques millimètres; pour cette phase, il doit tenir la pipette verticale et exercer une pression du pouce sur le bouton, déplacer la pipette vers le bas.



- **la troisième phase** : il relâche progressivement le bouton poussoir et la pointe se remplit. On note dans cette activité un relâchement de la pression du pouce et le maintien de la pipette immobile et verticale.



- **la quatrième phase** : il expulse le liquide dans un autre tube, en enfonçant le bouton jusqu'en première butée puis il pousse le bouton jusqu'en deuxième butée pour évacuer le volume résiduel ; il y a donc deux pressions successives du pouce et la pipette est en position inclinée.



- **La cinquième phase** consiste à éjecter le cône de la pipette en exerçant une pression du pouce sur le bouton d'éjection.



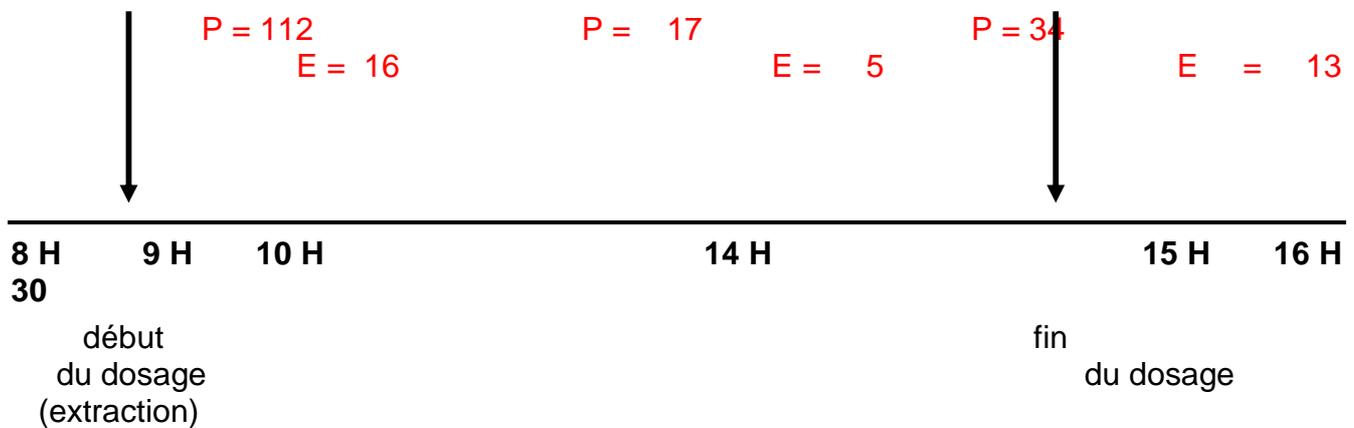
L'observation a été réalisée au laboratoire de biologie moléculaire pour trois techniques différentes :

- au poste dit "des acides organiques" :

Cette technique utilise des prélèvements urinaires de patients (prélèvements reçus de toute la région). Elle est utilisée deux fois par semaine et demande une disponibilité complète de 8 H à 15 H. Il y a une pause de 10 min vers 10h30 et une pause repas d'une heure vers 12h15.

P = Pression sur le piston

E = Ejection



L'opérateur impliqué lors de cette observation n'est pas Madame X.

Il y a eu trois périodes d'observation d'utilisation de la pipette mono-canal pour ce dosage (sur trois phases différentes de la technique): de 8h50 à 9h45 (P=112 et E=16), de 13h30 à 14h (P=17 et E=5), de 14h40 à 14h50 (P=34 et E=13). Seuls ont été observés et comptabilisés le nombre de pressions sur le piston, le nombre d'éjection du cône. Sur cette phase d'observation, on comptabilise donc 163 pressions sur le piston de la pipette monocanale et 34 éjections.

Il faut bien sûr aussi considérer qu'il faut ajouter à l'utilisation de la pipette monocanale, l'utilisation de la pipette en verre évoquée par Madame X.

Il faut aussi remarquer qu'à chaque début de technique au moins, il y a vérification du volume avec nécessité de réglage des volumes sur les pipettes à volume variable induisant des flexion-extensions du pouce.

- au poste dit "des acides aminés, technique carnitine" :

Cette technique (sur sérums de patients) est réalisée une à deux fois par semaine et dure environ trente minutes. Le nombre de pression sur le piston est de 43 sur les quinze premières minutes de la technique et 5 éjections sur cette période.

- au poste divers "technique glycérol et corps cétoniques" :

La technique dure environ une heure. Elle a lieu deux fois par semaine.

| | 15 H – 15H 05 | 15 H 05 – 15 H15 | 15 H 15 – 15 H 30 | 15 H 30 – 15 H 45 | 15 H 45 – 16 H |
|------------------------------------|------------------|---------------------|----------------------|----------------------|-------------------|
| Pression sur piston | | 19 | | 48 | |
| Ejection | | 4 | | 8 | |

Le nombre de pressions sur le piston est donc de 67 réparties sur deux fois 10 minutes ou 15 minutes. Le nombre d'éjections est de 12.

➤ les résultats

Les caractéristiques des actions du pipetage (éjection du cône comprise) :

- appuyer, tenir, aspirer, souffler, éjecter

| Action | Actions dynamiques | Actions statiques |
|---|-----------------------|----------------------|
| <u>Appuyer</u> : le pouce appuie sur le bouton. | * | |
| <u>Tenir</u> : le pouce maintient la pression sur le bouton. | | * |
| <u>Aspirer</u> : le pouce relâche la pression | * | |
| <u>Souffler</u> : le pouce appuie jusqu'à la première butée, puis jusqu'à la deuxième butée. | * | |
| <u>Ejecter</u> : le pouce exerce une pression sur un autre bouton | * | |

Avec les pipettes traditionnelles, le cycle de pipetage commence en appuyant sur le piston contre le ressort d'aspiration jusqu'à ce qu'il touche le ressort de soufflage.

La pression exercée sur le piston sollicite la flexion - extension du pouce et du poignet.

Les opérations élémentaires de pipetage au niveau des boutons induisent pour un pipetage complet :

- ⇒ pour éjection du cône comprise : 4 flexions et 3 extensions du pouce
- ⇒ sans éjection du cône (l'éjection du cône ne se faisant pas à chaque fois) : 3 flexions et 2 extensions du pouce

Il m'a paru intéressant d'évaluer avec les salariés la pénibilité ressentie aux différents postes de travail mesurée avec une échelle visuelle analogique (EVA) quottée de 0 à 10 de façon horizontale sur le même principe que l'EVA utilisée pour la mesure de la douleur. Il était demandé à chaque opérateur d'évaluer la pénibilité ressentie immédiatement après une période de pipetage. Il n'y a eu qu'une série de mesure. Les réponses étaient obtenues de façon individuelle.

Pour le poste "divers", la moyenne des résultats pour les quatre opérateurs est de 8,5 (réponses obtenues de 8 à 10).

Pour le poste "acides organiques", la moyenne est de 5,6 pour les quatre opérateurs (réponses obtenues entre 5 et 7,5).

Pour le poste "acides aminés", la moyenne est à 3,1 (de 2,5 à 5).

Pour le poste dit des "automates", la moyenne est à 3,5. Un seul opérateur indique ce chiffre, les autres indiquant une pénibilité estimée à 0 en relation avec le pipetage, ceci est bien confirmé par l'analyse de terrain car ce secteur très automatisé ne nécessite que peu de pipetage.

L'analyse du temps de pipetage et de la pénibilité de chaque poste de travail par rapport au pipetage (EVA remplies par les techniciens) figure dans le tableau ci-dessous

| POSTE | TEMPS PASSE EN PIPETAGE PAR SEMAINE | PENIBILITE (ressentie par les salariés) |
|-------------------|---|---|
| DIVERS | Tous les jours : 1 heure + 1 fois par semaine : 3 h + 1 fois par semaine : 1 h | +++ 34/40 |
| ACIDES ORGANIQUES | 2 fois par semaine : 3 h, + 1 fois par semaine : 2 h | ++ 22,5/40 |
| ACIDES AMINES | Tous les jours : 30 mn, + 1 fois par semaine : 3 h | + 12,5/40 |
| UF1 | Peu de pipetage | +/- |

Le poste "divers" est unanimement considéré comme pénible par les opérateurs en lien avec le pipetage. Lors de l'entretien, un des opérateurs: « *c'est un poste pénible aussi car on ne sait jamais ce qu'il y aura dans la semaine, on ne peut pas anticiper; parfois, il y a 20 lots, d'autres fois vous n'en avez que 8* ».

Devant les remarques des cadres techniques, m'indiquant que malgré tout cette technique n'était pas la plus lourde, l'observation a donc été réalisée sur un autre laboratoire (laboratoire d'hématologie) pour une technique durant une heure nécessitant la distribution de sérum dans 96 cupules.

Cette observation a effectivement décompté 220 pipetages à l'heure décomposée en :

- 96 pipetages avec la même pointe (donc pas de manœuvre d'éjection)

et

- 96 pipetages avec à chaque fois 1 éjection

soit :

- 288 flexions et 192 extensions du pouce

- 384 flexions et 288 extensions du pouce

Au total : 672 flexions et 480 extensions sur 1 heure.

En conclusion :

L'hypothèse de la répétitivité du geste de flexion - extension du membre supérieur est donc vérifiée lors du pipetage.

Le pipetage est un travail répétitif, nécessitant rapidité (1152 flexions - extensions en 60 minutes soient 19 à la minute) et minutie, concentration induisant une certaine charge mentale.

Par ailleurs, lors des observations, pour les dosages effectués, d'autres contraintes que celles du pipetage ont été observées et confirmées par les opérateurs:

- bouchage, débouchage des tubes
- l'utilisation du vortex générateur de vibrations
- l'insertion du cône sur l'embout de pipette.

Suite aux rencontres avec la cadre supérieure, je reçois un ingénieur commercial d'un des fabricants de pipettes présentes sur le CHU.

Depuis plusieurs années, l'ensemble des fabricants travaille à l'amélioration technologique des pipettes et d'après différents fabricants, lors de l'utilisation de pipettes traditionnelles, la force du piston requise pour distribuer un échantillon est en moyenne de 4 kg et la force d'éjection d'une pointe également.

Selon ces mêmes fabricants, les forces importantes d'éjection de pointes sont provoquées par la conception conique de l'embout de la pipette. Dans ce système, l'utilisateur ne sait jamais vraiment quand l'étanchéité entre l'embout de la pipette et la pointe est assurée et il emploie une force excessive pour fixer cette pointe. Selon ces mêmes fabricants, avec les pipettes monocanal traditionnelles, la force d'éjection des pointes nécessaire peut atteindre 8 kg, la moyenne étant de 4 kg.

Les informations données par les fabricants de pipettes de la décomposition des forces utilisées lors du pipetage avec une pipette traditionnelle est :

- 1, appuyer = 1 kg
- 2, tenir = 1 kg
- 3, aspirer = 1 kg
- 4, distribuer = 4 kg

Durant l'observation sur le terrain

Dans l'unité observée, 3 marques de pipettes sont présentes: EPPENDORF (1), LABSYSTEMES (2) et GILSON (13). Les cônes eux sont de marques différentes et de type conique.

Une seule pipette est dite de "nouvelle génération" (GILSON, Piperman Ultra U 1 000), c'est-à-dire qu'elle présenterait des améliorations en terme de moindre pression sur le piston et a été achetée pour l'agent ayant déclaré une maladie professionnelle.

Pour apprécier la force d'appui sur l'axe du piston de la pipette, une technique de mesure a été retenue en accord avec l'ingénieur du service biomédical et les experts médico-techniques du service de pathologie professionnelle du CHU d'Angers.

La pression à exercer sur le piston a été testée sur les trois différentes pipettes à l'aide d'un "pinch jauge" de chez B et L. Engineery. La jauge ou dynamomètre était placé sur le piston et le pouce du technicien volontaire appuyait directement dessus lors de l'aspiration ou de l'éjection. Ces mesures ont été réalisées en début de journée de travail avec un opérateur volontaire « sain » c'est-à-dire ne déclarant aucune douleur des membres supérieur et après explication du protocole.

Réalisées à deux reprises à deux semaines d'intervalle, les mesures figurent dans le tableau ci-dessous :

| Pipettes | Force mesurée lors de l'aspiration | Lors de l'éjection |
|---|---|---------------------------|
| Eppendorf ("ancienne") | 3-4 kg | 6-7 kg |
| Labsystem ("ancienne") | 3-4 kg | 5-6 kg |
| Gilson pipetman ultra ("nouvelle") | 0,6-0,8 kg | 1-2 kg |

Une des marques (GILSON ancienne génération) n'a pas pu être testée car la forme de la poignée ne permettait pas de positionner le " pinch jauge".

L'éjection a été testée avec des cônes coniques, seuls présents dans ce laboratoire.

En conclusion :

On observe donc que les forces exercées sur la colonne du pouce sont importantes et confirment les données des fabricants (en moyenne 4 kg pour les anciens modèles avec une diminution d'au moins 70 % pour les nouvelles pipettes). Dans cette unité, l'activité de pipetage est un constituant notable de l'activité du technicien de laboratoire et sollicite des mouvements répétitifs des membres supérieurs avec une force exercée sur la colonne du pouce pouvant générer des TMS.

De plus, lors des observations sur le terrain et des entretiens, on peut noter une autre source de gestes répétitifs en force des doigts et du poignet lors de l'ouverture et fermeture des tubes dans lesquels on mélange le prélèvement du patient avec les réactifs. Les techniciens se plaignent unanimement de ce geste.

Si l'on admet que la pression moyenne d'aspiration et d'éjection retrouvée est de 4 kg pour les pipettes "ancienne génération" :

| | Nombre d'aspirations Ejections Poids sur le pouce | Pression sur le pouce en 1 Heure |
|--|---|-------------------------------------|
| Poste acides organiques | 206 aspirations 39 éjections 980 kg en 4 H 30 | 217,8 kg/h |
| Poste acides aminés Technique carnitine | 43 aspirations 5 éjections 192 kg en 4 H 30 | 42,6 kg/h |

Par ailleurs de l'analyse de la bibliographie et des pré-observations, nous avons posé l'hypothèse que le pipetage engendre des positions extrêmes des membres supérieurs.



Pipette Gilson ancienne génération



Pipette Gilson nouvelle génération

Nous avons fait le choix d'étudier cet élément dans les laboratoires de biochimie et d'hématologie sur un échantillon de 74 techniciens de laboratoire soumis pour 40% d'entre eux à plus de 1h30 de pipetage.

Quarante trois techniciens de laboratoire ont répondu aux trois questions suivantes :

- Lors du pipetage avec la pipette employée le plus fréquemment, quel est le mouvement de votre poignet ?
- Lors du pipetage avec la pipette employée le plus fréquemment, quel est le positionnement de vos doigts ?
- Lors du pipetage avec la pipette employée le plus fréquemment, quel est le positionnement de votre pouce pour accéder au bouton de pipetage ?

Ces trois questions étaient chacune illustrées par trois photographies :

- une photographie avec le poignet dans l'axe de l'avant-bras sans flexion ni extension; une photographie avec une extension du poignet sur l'avant-bras et une avec une flexion
- une photographie avec une inclinaison cubitale des doigts, une avec inclinaison radiale et une sans inclinaison
- une photographie avec le pouce en extension lors de l'accès au bouton de pipetage, une le pouce en flexion et la dernière, le pouce en position de « pince ».

Cette phase s'est déroulée après explications aux cadres et médecins et pré-test auprès de quelques techniciens de laboratoires choisis au hasard.

La passation de ces questionnaires anonymes s'est déroulée au sein des laboratoires, les techniciens prenant la pipette en main pour comparer avec les photographies illustrant les questions. Durant cette phase, nous étions disponibles pour toute question émergeant ou difficulté éventuelle.

➤ les résultats

Lors du pipetage, le mouvement du poignet se rapproche pour 46,5 % des techniciens à la photographie suivante :



Ainsi, 20 techniciens évaluent leur posture en position non extrême. Cependant, 11 cas décrivent une posture en flexion du poignet sur l'avant-bras et deux cas en extension.

Lors du pipetage, le mouvement des doigts (excepté le pouce) se rapproche pour 62,8 % des techniciens (soit 27 personnes sur 43) à la photographie suivante :



Mais, 9 personnes décrivent une inclinaison cubitale des doigts et 7 une inclinaison radiale des doigts.

Lors du pipetage, la position du pouce se rapproche pour 49 % des techniciens (soit 21 personnes sur 43) à la photographie suivante :



11 personnes décrivent une posture d'extension du pouce lors de l'accès au piston de la pipette.

En conclusion :

Il est licite de considérer que le technicien de laboratoire est peu soumis aux postures extrêmes du poignet, des doigts, et du pouce.

VI- RESULTATS, DISCUSSION

Suite à la déclaration d'une maladie professionnelle (tableau 57 C à type de ténosynovite de De Quervain) chez une technicienne de laboratoire de biochimie du CHU d'Angers, et après analyse de l'activité réelle des techniciens, nous nous sommes penchés sur l'activité de pipetage de ces opérateurs.

Les objectifs fixés étaient d'identifier les facteurs de risque de TMS chez les techniciens de laboratoire en analysant les situations de terrain, de proposer des pistes d'orientation pour améliorer le travail et d'aboutir à une prise en compte par la direction des principes de l'ergonomie (tant de l'outil que de l'architecture et de l'organisation) dans leurs futures restructurations.

L'observation sur le terrain de l'activité réelle de travail nous a permis de mieux comprendre le travail de technicienne de laboratoire dans le secteur de biochimie pour trois techniques différentes.

L'activité de pipetage engendre des mouvements de flexion, extension du pouce de façon répétée pour les dosages et éjection du cône de la pipette et 40% des opérateurs interrogés ont une activité de pipetage de 1heure 30 ou plus par jour.

Les forces d'appui du pouce sur l'axe du piston sont mesurées de 0,6 à 4 kg au dynamomètre lors de l'aspiration et de 1 à 7 kg au dynamomètre lors de l'éjection du cône selon la pipette utilisée. Ces forces d'appui du pouce sur le piston sont exercées de manière répétitive. On associe donc force à répétitivité.

De plus, comme nous avons pu l'observer sur le terrain, lors de l'activité de pipetage (exemple du poste dit "acides organiques"), l'opérateur ne bénéficie pas de temps de récupération. Cet élément est un paramètre important dans la genèse de TMS lorsqu'on y associe les facteurs de force et répétitivité.

Par ailleurs, nous avons pu remarquer que les forces exercées varient en fonction de l'outil de pipetage utilisé et ceci incite à engager une réflexion sur le choix de l'outil.

Une analyse biomécanique plus fine est probablement souhaitable. La technique de mesure par dynamomètre ("pinch" jauge) ne permet qu'une appréciation de la force exercée par le pouce dans l'axe du piston et ne rend pas compte de la richesse du répertoire moteur de la main.

Par ailleurs, le poids de l'objet, le coefficient de friction entre objet et peau, et le coefficient de « sécurité » qu'adopte le sujet pour éviter le glissement de l'objet entre ses doigts sont trois facteurs influençant la force développée, non étudiée précisément dans cette étude.

L'hypothèse des postures extrêmes des doigts et poignet comme facteur de risque de TMS chez ces opérateurs n'a pas été vérifiée.

Par le regard porté sur le travail et l'attention apporté à ce que les opérateurs ont à dire de leur activité, nous avons aussi pu percevoir comment des organisations de travail (absence de rotation et de polyvalence) peuvent avoir un effet dans la genèse des TMS. En effet, la ténosynovite de De Quervain était survenue *« l'été alors que mes collègues étaient en congés annuels ou arrêt maladie et que l'activité n'avait pas diminuée »* et que la rotation prescrite sur quatre postes n'a plus lieu *« depuis l'arrivée du nouvel appareil nommé double masse, nécessitant un ré-apprentissage important notamment avec informatisation des procédures, seules deux personnes ont été formées »*.

Au vu de l'analyse de terrain et des résultats de cette étude, dans un contexte de restructuration du pôle des laboratoires d'analyse médicale, il serait intéressant de développer le travail collectif multidisciplinaire associant les services économiques, les responsables du pôle, les membres du CHSCT et les opérateurs. La participation des opérateurs concernés à la mise en œuvre et au suivi d'améliorations proposées suite à l'analyse d'un poste de travail avec la demande ergonomique contribue à en assurer l'efficacité. Cette première étape de travail collectif pourrait passer par l'élaboration par ce groupe multidisciplinaire du cahier des charges d'achat des pipettes en prenant en compte les résultats de cette étude.

De plus, profitant de cette première prise en compte de l'activité réelle de travail par les décideurs et opérateurs, il serait sans doute souhaitable de mettre en place une journée de "sensibilisation" à l'ergonomie. Cette journée pourrait être l'occasion de percevoir l'ergonomie comme objet de compréhension de l'homme au travail pour

contribuer à la conception et à la transformation des situations de travail en agissant de façon plus sûre sur les dispositifs techniques et les moyens de travail, sur les environnements de travail, sur l'organisation. Elle pourrait être un tremplin pour le projet de restructuration du pôle biologique.

Il serait alors plus aisé d'aborder la question de l'organisation du travail comme générateur potentiel de TMS. Ainsi, au décours de cette étude, la question de la polyvalence, rotation, temps de récupération devrait être re-discutée entre les différents partenaires.

VII- CONCLUSION

L'ergonome apporte un nouveau regard sur le travail, il permet de réunir décideurs et opérateurs sur un champ commun, le travail. Ces différentes personnalités deviennent peu à peu acteurs d'un projet participatif. La participation des opérateurs concernés à la mise en œuvre et au suivi d'améliorations contribue à en assurer l'efficacité. L'intérêt est que chacun puisse s'approprier la démarche, y trouver sa place et progressivement, faire siennes les pistes de solutions en instaurant une coopération.

En conclusion de cet écrit, voici quelques mots de Jacques Duraffourg :

*« Que ce soit du point de vue des motifs des ergonomes de s'intéresser au travail, ce qui renvoie à leur histoire, des rapports d'intimité qu'ils entretiennent avec l'activité de travail c'est-à-dire au but de leur propre activité et des moyens que leur fournit la démarche compréhensive pour inventer un mode nouveau d'intervention, **l'activité de travail se présente fondamentalement comme le point de repère du métier d'ergonome** ».*

BIBLIOGRAPHIE

- 1- Arrêté du 26 novembre 1999 relatif à la bonne exécution des analyses de biologie médicale, J.O. du 11/12/99 :18441-18452
- 2- Lasfargues G, et collaborateurs, Pathologie d'hyper-sollicitation périarticulaire des membres supérieurs, TMS en milieu de travail. Masson, 2003
- 3- Roquelaure Y, Ha C, Pelier-Cady M.C, Réseau expérimental de surveillance épidémiologique des TMS dans les Pays de la Loire, surveillance en population générale du syndrome du canal carpien dans le Maine-et-Loire en 2002 (plaquette éditée INVS, avec la participation de la DRTPFP et CHU d'Angers)
- 4- Bouisset S., Biomécanique et physiologie du mouvement. Masson, Paris, 2002
- 5- Bouisset S., Maton B., Muscles, posture et mouvement. Herman, 1996
- 6- Claudon L., Cnockaert J.C., Biomécanique des tissus mous, modèles biomécaniques d'analyse des contraintes au poste de travail dans le contexte des troubles musculo-squelettiques, DMT n°58, 1994, 140-148
- 7- Scherrer J., Précis de physiologie du travail, notions d'ergonomie, les gestes. Masson, 181 :76-105
- 8- Meyer J.P., Dyevre, Aspects cliniques et démarches de prévention des principaux TMS à composantes professionnelle du membre supérieur et de l'épaule, DMT n°58, 1994, 149-170
- 9- Yung-Hui Lee, Mon-Shing Jiang, An ergonomic design and performance evaluation of pipettes, Applied ergonomics 30, 1999:487-493
- 10-David G., Buckle P, A questionnaire survey of the ergonomic problems associated with pipettes and their usage with specific reference to work-related upper limb disorders, Applied Ergonomics 28, n°4, 1997:257-262
- 11-Bjorksten MG, et collaborateurs, Hand and shoulder ailments among laboratory technicians using modern plunger-operated pipettes, Applied Ergonomics 25, n°2:88-94
- 12-Kroemer KHE, Cumulative trauma disorders, their recognition and ergonomics measures to avoid them, Applied Ergonomics 20,:274-280
- 13-Villatte, Gadbois, Bourne, Visier, Pratique de l'ergonomie à l'hôpital, InterEditions, 1993 :302pp
- 14-Thonneau, et collaborateurs. L'organisation du travail dans les services de soins, ANACT : 159 pp
- 15- Guérin, Laville, Daniellou, Duraffourg, Kerguelen, Comprendre le travail pour le transformer, ANACT : 287pp